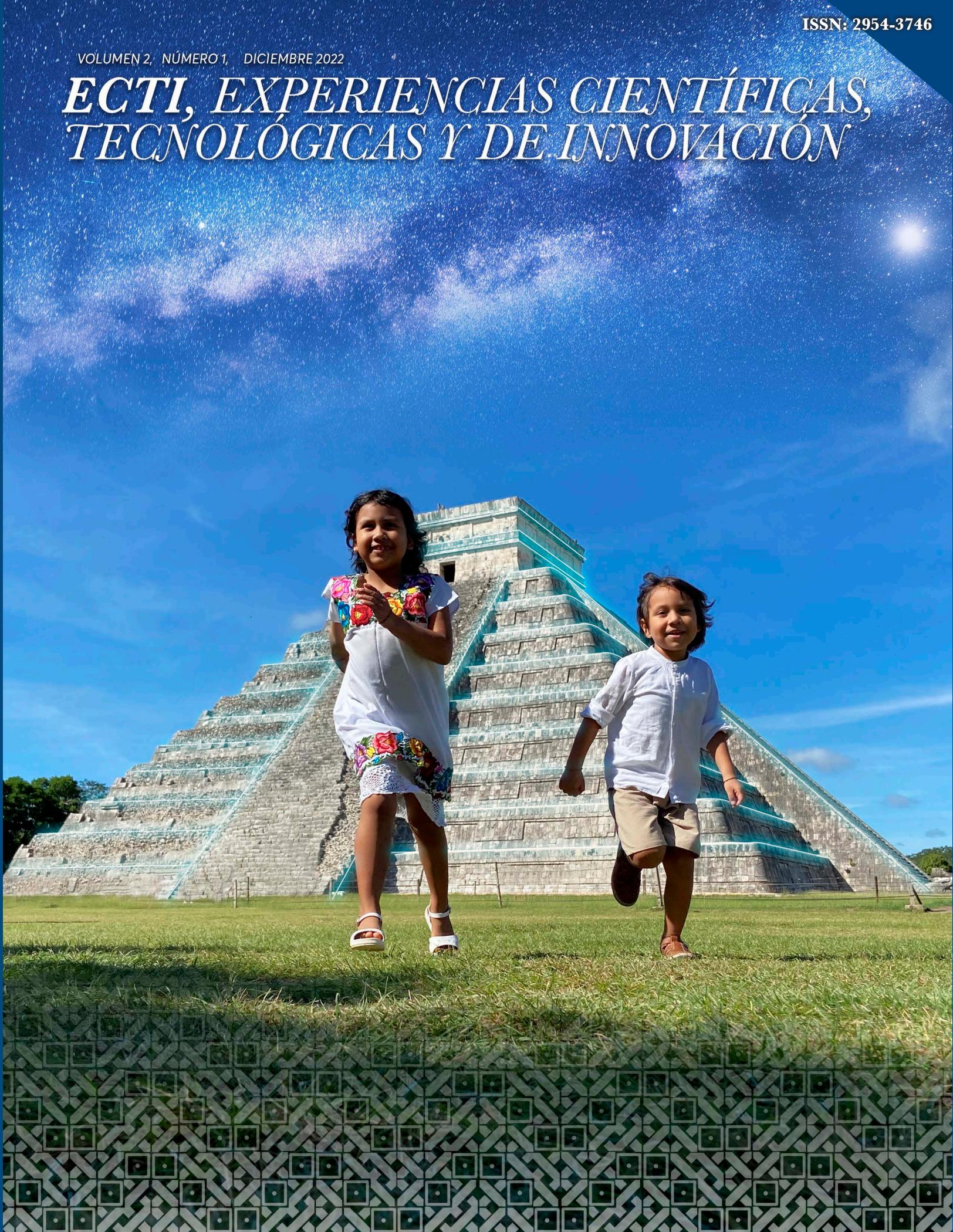


ECTI, EXPERIENCIAS CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN





TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



REVISTA

*ECTI, EXPERIENCIAS CIENTÍFICAS
TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN*

TECNM, INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE VALLADOLID
VALLADOLID, YUCATÁN, DICIEMBRE 2022.

Volumen 2, Número 1, 16 de diciembre 2022
Valladolid, Yucatán - 2022
Publicación Anual
Revista digital
Revista arbitrada

CINTILLO LEGAL

ECTI, EXPERIENCIAS CIENTÍFICAS TECNOLÓGICAS
Y DE INNOVACIÓN, Volumen 2 Número 1,16 diciembre de 2022,
es una publicación anual editada por el Tecnológico Nacional de México,
Campus Valladolid, Tablaje Catastral No. 8850, 3.5 KM,
Carretera Valladolid - Tizimín, Valladolid, C.P. 97784, Yucatán, México
<https://valladolid.tecnm.mx/>, jesus.st@valladolid.tecnm.mx
Editor responsable: Jesús Antonio Santos Tejero. Reserva de Derechos al
Uso Exclusivo No. 04-2022-041407355400-102 , otorgado por
el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN: 2954-3746.
Responsable de la última actualización de esta Edición 1, Área de Vinculación,
Jesús Antonio Santos Tejero, Tablaje Catastral No. 8850, 3.5 KM,
Carretera Valladolid - Tizimín, Valladolid, C.P. 97784, Yucatán, México.
Fecha de última modificación, diciembre de 2022.

Los trabajos realizados son responsabilidad de cada autor.
La Revista ECTI es publicada bajo la Licencia
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) y
cuenta con acceso abierto gratuito siempre que se le reconozca
la creación original de los contenidos publicados de acuerdo a la licencia.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>



Tecnológico Nacional de México, Campus Valladolid
Tablaje Catastral No. 8850, 3.5 KM,
Carretera Valladolid - Tizimín,
Valladolid, C.P. 97784, Yucatán, México
<https://valladolid.tecnm.mx/>



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**





**AUTORIDADES ADMINISTRATIVAS DEL TECNM,
CAMPUS VALLADOLID**

L.C. Wilbert de Jesús Ortega López, M.M.E.,

Director General

I.I. Roberto Carlos Alfaro Esquivel,

Subdirector de Planeación y Vinculación

Lic. Carlos Tapia Alcaráz,

Subdirector Académico

C.P. Álvaro Humberto Calderón Kú,

Subdirector de Administración y Finanzas

COMITÉ EDITORIAL

EDITORES

Diana Aracelly Loria Arjona

Jesús Antonio Santos Tejero

Mirna Yamili Yam Puc

Nelly del Rosario Chan Perera

Rusell Renan Iuit Manzanero

Rubi Gutiérrez Terrones

Fanny Selene Rivero Azcorra

DISEÑO Y ESTILO

Irasema Fernández Basilio



COMITÉ CIENTÍFICO

Mirna Yamili Yam Puc
Julio César Díaz Mendoza
Marco Antonio Díaz Martínez
Jose Luis Lira Turriza
Ramón García González
Rusell Renan Iuit Manzanero
Yaqueline Pech Huh
Emilio Balam Cupul
Raúl Antonio Aguilar Vera
Juan Pablo Ucán Pech
José Martín Martínez Erosa
Cinthia Maribel González Segura
José Manuel Lira Turriza
Maria José Campos Navarrete
José Francisco Hernández Libreros
Arturo Antonio Alvarado Segura
Michel García García
Arturo Santos Gómez
Carlos Alberto Gracida Juárez
Lucila Guadalupe Aguilar Rivero
Jose Manuel Castro Perez
Maria Elena Cuxim Suaste
Geovanni Elías Casas Domínguez
Nelly Del Rosario Chan Perera
José Rafael Medina Chi
Jesús Antonio Santos Tejero
Delghi Yudire Ruiz Patrón
José Francisco Hernández Libreros
Nancy Angelina Quintal García
Fanny Selene Rivero Azcorra
Maximiliano Canché Euán
Olivia Guadalupe Ortiz Cel
Iván De Jesús May Cen
Miguel Angel Cohuo Avila
María Eugenia López Ponce
Mirna De Jesús Ojeda Arana
Diana Aracelly Loria Arjona
Rosa Yazmín Us Camas
Erick Alberto Cupul Burgos
Olda Concepción Camargo Santos



**CONGRESO UNIVERSITARIO: INNOVACIÓN Y
EXPERIENCIAS EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 2022**

COLABORADORES

Instituciones de Educación Superior

**TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkini en el Estado de Campeche**

Centros de Investigación

**Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
(CIATEJ, Subsele Sureste)**

Secretaría de Educación Pública

Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior de Yucatán



INTRODUCCIÓN

La difusión de la investigación científica y tecnológica integra una gran cantidad de actividades, que se llevan a cabo en el quehacer educativo, donde se pueden encontrar los actores principales de este proceso, entre los cuales se mencionan: estudiantes, académicos, investigadores, instituciones privadas o públicas vinculadas con el sector social entre otros. En el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid (ITSVA), perteneciente al Tecnológico Nacional de México, ha sido una prioridad el fomento a las Vocaciones Científicas de estudiantes y académicos, por lo que estamos conscientes de la importancia e impacto que tiene la difusión de los resultados de trabajos de estudiantes y sus asesores, y realizamos actividades que promuevan la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

En este segundo número de la revista ECTI, Experiencias Científicas Tecnológicas y de Innovación, se encuentran los trabajos de jóvenes estudiantes y asesores, quienes fueron invitados a través de una convocatoria de alcance nacional, cuyos trabajos fueron sometidos a un proceso de arbitraje, y los artículos presentados en esta edición, se presentaron en el “*Congreso Universitario: Innovación y Experiencias en Investigación Científica 2022*”, en el cual se generaron espacios virtuales para la compartición de avances y/o resultados de trabajos en áreas de investigación, innovación, humanidades, de desarrollo tecnológico y/o experiencias académicas.

Es importante agradecer la colaboración de cada una de las instituciones colaboradoras participantes que han confiado en el TECNM, Campus Valladolid ya que con su apoyo, se obtuvo éxito en las actividades desarrolladas, superando así las expectativas y el alcance de difusión, debido a que todas las ponencias fueron presentadas en vivo de manera virtual en las redes sociales de las 3 sedes del congreso: Sede Quintana Roo; Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto; Sede Yucatán, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid y Sede Campeche, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, lo cual cumple con uno de los objetivos de las Instituciones de Educación Superior, que se refiere a la divulgación de la ciencia. De igual forma se agradece a los comités Científico, Editorial y Técnico, así como a los autores por su compromiso durante este año 2022, permitiendo el logro de las metas propuestas.

Esperando que esta edición sea de su agrado, les invitamos a difundir esta revista en sus comunidades académicas, para dar a conocer estos resultados en materia Científica, Tecnológica y de Innovación.

Saludos cordiales.

L.C. WILBERT DE JESÚS ORTEGÓN LÓPEZ, M.M.E.
DIRECTOR GENERAL
TECNM, INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE VALLADOLID

ÍNDICE

EJE TEMÁTICO: *Innovación*

- 18** INNOVACIÓN E INTRODUCCIÓN DEL PRODUCTO: LENRAM.
- 23** EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE EXCELENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN (SEGURIDAD Y ERGONOMÍA, 5 S's, TPM y ADQ)
- 31** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT CON TELEOPERACIÓN (ETAPA III)
- 41** DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE PEGAZULEJO UTILIZANDO EL MATERIAL SASCAB EXTRAÍDO DE LA MINA X-KANAKÚ DE LA EMPRESA TRIVASA
- 49** DIAGNÓSTICO PARA LA GENERACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA EN UN MONTACARGAS GP25N DE UNA EMPRESA FORRAJERA.
- 57** DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO, RIEGO FOTOVOLTAICO
- 66** APLICACIÓN DE ALGORITMOS BREADTH-FIRST SEARCH Y VISIÓN POR COMPUTADORA APLICADOS AL PROCESO DE CORTE DE CALZADO
- 72** ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD EN LAS DIMENSIONES DE BLOCK DE TEPEZIL EN UNA EMPRESA DE LA REGIÓN DE PEROTE, VERACRUZ
- 78** NÍQUEL INCREMENTA EL NÚMERO DE FLORES Y HOJAS DE PLANTAS DE FRESA CV. FESTIVAL
- 83** PROPAGACIÓN IN VITRO DE SEMILLAS HORTÍCOLAS A TRAVÉS DE UN PROTOTIPO

EJE TEMÁTICO: *Investigación*

- 90** LA LECTURA Y CREATIVIDAD CON LA PLATAFORMA WATTPAD
- 97** LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE ESCÁRCEGA
- 103** “PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE VALLADOLID, YUCATÁN”
- 108** TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN SEMILLAS DE XILOTILLO (SOLANUM LYCOPERSICUM) VAR. CERASIFORME
- 113** EXTRACTO ACUOSO DE HOJAS DE NARANJA, EN EL CRECIMIENTO Y CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL DE PLANTAS DE LECHUGA.
- 118** EFECTOS DEL COMPOSTAJE SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CULTIVOS.
- 124** OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN "MANIHOT".
- 130** RELACIÓN DEL OZONO COMO BIOESTIMULANTE EN EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.
- 134** CRECIMIENTO DE XILOTILLO (SOLANUM LYCOPERSICUM) VAR. CERASIFORME, EN CONDICIONES DE INVERNADERO, BAJO TRES CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN NUTRITIVA.
- 139** ELABORACIÓN DE UN DESHIDRATADOR SOLAR CON ALMACENAMIENTO TÉRMICO PARA PRODUCTOS ALIMENTARIOS CASO DE ESTUDIO “CULTIVO DE CEBOLLA”.
- 143** EVALUACIÓN DE LA INHIBICIÓN IN VITRO DE EXTRACTOS DE MUÉRDAGO ANTE HONGOS FITOPATÓGENOS EN MEDIO LÍQUIDO
- 148** SISTEMA ADMINISTRADOR DE DOCUMENTOS NETCOM.
- 154** BIOESTIMULACIÓN CON NEODIMIO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE PLÁNTULAS DE LECHUGA CV. RHODENAS.
- 159** EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS MEDIANTE EL MÉTODO QEC Y DIAGRAMA DE CORLETT Y BISHOP EN PANADERÍA ARTESANALES.
- 166** EVALUACIÓN DE POSTURAS ERGONÓMICAS A MUJERES PANADERAS DE LA ZONA HUASTECA SUR DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ MEDIANTE RULA.

- 172** PERFIL FITOQUÍMICO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS A PARTIR DE EXTRACTO DE FLORES DEL MUÉRDAGO PSITTACANTHUS CALYCVLATUS POR MEDIO DE METANOL/ACETONA/AGUA.
- 183** DIAGNÓSTICO PARA EL APROVECHAMIENTO EFICIENTE DE SUSTRATO RESIDUAL EN BANCOS DE MATERIAL.
- 191** CARACTERIZACIÓN AUTOMÁTICA DE SERIES TEMPORALES UTILIZANDO ALGORITMOS METAHEURÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS DE PROPAGACIÓN DE EPIDEMIAS.
- 198** ESTUDIO DEL INTERÉS DE LA MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN DE LAS CARRERAS INGENIERÍA EN INFORMÁTICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DEL ITESCAM.
- 203** ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DEFORMIDAD DE MANOS EN USUARIOS DEL CUCHILLO “DESCACHETADOR” DE MANGO EN CONGELADORAS DE LA REGIÓN DEL VALLE DE ZAMORA.
- 209** ÁRBOLES DE DECISIÓN COMO TÉCNICA DE FUSIÓN DE SENSORES PARA MEDICIÓN DE DISTANCIAS.
- 215** TALLER DE ELABORACIÓN DE TINTURAS Y MACERADOS: UNA EXPERIENCIA SENSORIAL SOSTENIBLE CON TURISMO DE BASE COMUNITARIA EN LA SELVA MAYA DE NARANJAL PONIENTE Q. ROO.
- 223** "FACTORES PSICOLÓGICOS DE LAS FAMILIAS EN TIEMPO DE COVID, EN CAMINO REAL CAMPECHE".
- 229** MODELO DE PREDICCIÓN DE VARIABLES DE IMPACTO DE LA PANDEMIA SARS COVID 19 EN LA DESERCIÓN DEL ALUMNADO, POR MEDIO DE LÓGICA DIFUSA.
- 236** PSEINT COMO HERRAMIENTA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
- 242** DIFERENCIA CORRELACIONAL EN LAS ZONAS ECONÓMICAS DE MÉXICO. ESTUDIO A PARTIR DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA.
- 248** EDUCACIÓN FINANCIERA EN EL ENTORNO URBANO Y RURAL (CASO EDUCACIÓN NIVEL MEDIA SUPERIOR DEL MUNICIPIO DE ESCÁRCEGA).
- 255** EXPERIENCIA SENSORIAL: TERAPIA DE NOCHE EN LA SELVA MAYA DE NARANJAL PONIENTE, Q. ROO.
- 260** COBALTO INCREMENTA LA LONGITUD DE RAÍZ DE PLANTAS DE FRESA, EN CONDICIONES DE ESTRÉS POR SEQUÍA.

- 265** IMPACTO ACADÉMICO Y DE COMUNICACIÓN DE LA INCLUSIÓN TECNOLÓGICA EN LA COMUNIDAD DE X-UCH, TEMOZÓN, YUCATÁN.
- 271** COCINA MAYA, TURISMO DE BASE COMUNITARIA CON EXPERIENCIA SENSORIAL EN LAGUNA KANÁ, F.C.P, Q. ROO, MÉXICO
- 277** PROPAGACIÓN POR SEGMENTOS NODALES DE LENTEJILLA (*LEPIDIUM VIRGINICUM* L.) EN CONDICIONES IN VITRO.
- 284** EXPANSIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS EN SERIES DE FOURIER MEDIANTE PYTHON.
- 295** ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE CAPACITACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE UAYMA, YUCATÁN.
- 299** FORMULACIÓN DE SUSTRATOS A BASE DE LIRIO ACUÁTICO (*EICHHORNIA CRASSIPES*) PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGOS REISHI (*GANODERMA LUCIDUM*) Y SHIITAKE (*LENTINULA EDODES*).
- 305** CREACIÓN DE SITIO WEB DE RECADOS ARTESANALES EN LA ZONA VALLADOLID, YUCATÁN.

EJE TEMÁTICO: *Humanidades*

- 314** EL MODELO AULA INVERTIDA COMO FACTOR DE MEJORA EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE UN CURSO DE CÁLCULO INTEGRAL
- 319** EL BIENESTAR EMOCIONAL DE LOS ESTUDIANTES Y PROFESORES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN CAMINO REAL CAMPECHE
- 326** DIAGNÓSTICO DE LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PEDAGÓGICA PARA LOS DOCENTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUSTAVO A. MADERO.
- 334** EMPRENDIMIENTO SOCIAL PARA LA DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS EN LA COMUNIDAD DE TUZIK, Q. ROO.
- 340** UN DÍA EN EL CAMPO MAYA: TURISMO CON EXPERIENCIA SENSORIAL Y DE BASE COMUNITARIA EN LA COMUNIDAD DE LAGUNA KANÁ.
- 347** LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS DE VALLADOLID (1884-1915)
- 353** ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DEL MANTO FREÁTICO EN VALLADOLID Y SUS REPERCUSIONES.



EJE TEMÁTICO:
Innovación

INNOVACIÓN E INTRODUCCIÓN DEL PRODUCTO: LENRAM

¹Angela Guadalupe Manrique Castro, I19600100@huatabampo.tecnm.mx,

²Guadalupe Molina Cantú, I19600196@huatabampo.tecnm.mx,

³María Josefina Leyva Ruiz, I20600010@huatabampo.tecnm.mx,

⁴Grever Yosadara Meza Rosas, grever.mr@huatabampo.tecnm.mx,

⁵Gloria Leticia Valdez Buelna, gloria.vb@huatabampo.tecnm.mx,

RESUMEN

LENRAM es un producto innovador creado a base de la harina de lenteja, con el objetivo de generar un sustituto del ramen instantáneo. Se realizó una investigación experimental cuantitativa, con una muestra seleccionada que se trabajó con los habitantes del municipio de Huatabampo para el estudio mercado, la encuesta está elaborada con 12 ítems con el fin de identificar el impacto que tendría el producto dentro del mercado. Así como diversos estudios de laboratorio, que permitieron evaluar la calidad del producto mediante análisis bromatológicos, microbiológicos y sensoriales, los cuales dieron resultados favorables en cada una de sus especificaciones en base a la norma NOM—247-SSA1-2008. Con el desarrollo de este producto, se logró el objetivo principal, dado que se obtuvo un ramen instantáneo con un alto contenido en proteínas, bajo en grasas, sodio y con una reducción de más del cincuenta por ciento de gluten respecto a la competencia presente en el mercado, transformándolo en un alimento con un alto valor nutricional. Actualmente el producto se encuentra en proceso de solicitud de patente a través del Centro de Patentamiento (CePat) en el CRODE de la ciudad de Chihuahua..

PALABRAS CLAVE

Alimento
Funcional
Fideo ramen
Producto
Innovador

ABSTRACT

LENRAM is an innovative product created from lentil, with the aim of generating a substitute for instant ramen. A quantitative experimental research was carried out, with a selected sample that worked with the inhabitants of the municipality of Huatabampo for the market study, the survey is made with 12 items in order to identify the impact of the product within the market. As well as various laboratory studies, which allowed evaluating the quality of the product through bromatological, microbiological and sensory analyses, which gave favorable results in each of its specifications based on the NOM-247-SSA1-2008 standard. With the development of this product, the main objective was modified, given that an instant ramen with a high protein content, low in fat, sodium and with a reduction of more than fifty percent of gluten compared to the competition present in the market, transforming it into a food with a high nutritional value. The product is currently in the patent application process through the Patenting Center (CePat) at the CRODE in the city of Chihuahua.

KEYWORDS

Functional food
Innovative
Product
Ramen noodles

1 Instituto Tecnológico de Huatabampo, estudiante

2 Instituto Tecnológico de Huatabampo, estudiante

3 Instituto Tecnológico de Huatabampo, estudiante

4 Instituto Tecnológico de Huatabampo, docente

5 Instituto Tecnológico de Huatabampo, docente



I. INTRODUCCIÓN

Según la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en México, hasta 2020 el 72,5 % de los adultos y el 37,7 % de los niños mexicanos tienen sobrepeso u obesidad debido a que los padres tienen grandes jornadas de trabajo y muy poco tiempo para atender esa problemática dentro de sus hogares o también para su propio consumo, por tal motivo existe la necesidad de buscar nuevas alternativas para la elaboración de alimentos más saludables por lo cual se optó por crear este alimento fácil, rápido, económico, libre de conservadores, colorantes y bajo en gluten.

El producto cuenta con muchos beneficios nutricionales por lo cual es recomendable consumirlo cualquier persona. El propósito del producto es cubrir la necesidad de alimentos con una alternativa rápida y sencilla, diferente al resto de las sopas instantáneas, así mismo, buscando el cuidado de la salud. El ingrediente principal que es harina de lentejas aporta a la salud: alto contenido en fibra, hidrato de carbono completos, proteínas, minerales, también provee suficiente energía y almidones que nos hacen sentir satisfechos por un largo tiempo, evitando así que consumamos grandes cantidades de alimentos. Este alimento resulta sumamente beneficioso para la situación en la que se encuentra México, ya que actualmente la mayoría de las personas recurren a consumir comida instantánea por diferentes factores; falta de tiempo o pereza lo cual resulta ser poco saludable para la salud.

Según la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en México, hasta 2020 el 72,5 % de los adultos y el 37,7 % de los niños mexicanos tienen sobrepeso u obesidad debido a que los padres tienen grandes jornadas de trabajo y muy poco tiempo para atender esa problemática dentro de sus hogares o también para su propio consumo, por tal motivo existe la necesidad de buscar nuevas alternativas para la elaboración de alimentos más saludables por lo cual se optó por crear este alimento fácil, rápido, económico, libre de conservadores, colorantes y bajo en gluten.

El producto cuenta con muchos beneficios nutricionales por lo cual es recomendable consumirlo cualquier persona. El propósito del producto es cubrir la necesidad de alimentos con una alternativa rápida y sencilla, diferente al resto de las sopas instantáneas, así mismo, buscando el cuidado de la salud. El ingrediente principal que es harina de lentejas aporta a la salud: alto contenido en fibra, hidrato de carbono completos, proteínas, minerales, también provee suficiente energía y almidones que nos hacen sentir satisfechos por un

largo tiempo, evitando así que consumamos grandes cantidades de alimentos. Este alimento resulta sumamente beneficioso para la situación en la que se encuentra México, ya que actualmente la mayoría de las personas recurren a consumir comida instantánea por diferentes factores; falta de tiempo o pereza lo cual resulta ser poco saludable para la salud.

El objetivo de este producto es contribuir con la sociedad ofreciendo una versión más saludable de un alimento instantáneo como lo es el ramen, al cual se le asigna el nombre de LenRam, y está dirigido a todas aquellas personas que buscan opciones rápidas y saludables y que cuentan con tiempo y recursos económicos limitados. El ritmo de vida actual nos limita en la preparación de alimentos saludables, por lo cual el consumo de comidas rápidas ha tenido un aumento exponencial dejando de lado la nutrición.

El producto tiene un alto contenido en nutrientes y es un producto sustentable, ya que uno de sus principales ingredientes es la harina de lenteja que cuenta con un alto nivel nutricional proteínas, fibra, hierro, magnesio, zinc y potasio.

Al realizar la búsqueda de información de lo que existe en el mercado y haciendo referencia en algunos artículos científicos, se plasma brevemente una parte del estado de arte en lo que se cita la siguiente información

La sensibilidad no celiaca al gluten es una enfermedad que presentan pacientes en los que se han descartado enfermedad celiaca y alergia al trigo, que se caracteriza por una serie de síntomas digestivos y extradigestivos relacionados con la ingesta de gluten y otras proteínas del trigo. La lenteja (*Lens culinaris*) es un alimento perteneciente al grupo de las legumbres. Las legumbres pueden clasificarse en dos grupos principales, leguminosas grano o legumbres y leguminosas oleaginosas. Las lentejas se encuentran en el grupo de leguminosas grano o legumbres, que destacan por un contenido moderado en proteínas, alto en hidratos de carbono complejos como el almidón y fibra alimentaria, y bajo contenido en grasa, que es principalmente de tipo insaturado. A su importancia nutricional hay que añadir los beneficios de su consumo en situaciones fisiológicas y patológicas, derivados de la estructura singular y específica de sus nutrientes y de la presencia de componentes no nutricionales que tienen un efecto especial sobre la biodisponibilidad de proteínas, hidratos de carbono y minerales. Existe una gran cantidad de variedades de lentejas, dependiendo de la forma, color de la semilla madura, tamaño de la planta y precocidad (Arqueos, 2020).

Se ha encontrado en estudios publicados que alrededor de un 3% de la población mundial padece de enfermedad celiaca, que hasta hace dos décadas estaba considerada una enfermedad poco frecuente, pero en la actualidad es una enfermedad generalizada a nivel mundial (Rafaelli et al., 2017).

La Secretaría de Salud en 2018, estimó que en México más del 4.3% de la población padece la enfermedad celiaca. El incremento en el diagnóstico de la población celiaca y de las alergias por consumo de alimentos, ha originado un creciente interés en la continua expansión del mercado de productos libres de gluten que presenten una alta aceptabilidad sensorial (Pagliarini et al., 2010; Deora et al., 2015; Estévez y Araya, 2016; Miranda et al., 2018).

El estudio denominado “Desarrollo de un snack extrusionado de harina de lenteja y maíz dirigido a la población con intolerancia al gluten”, elaborado por Sergio Arquero Gómez, (2020) en la universidad de Valladolid en la facultad de medicina, cuyo objetivo es: aplicar la tecnología de extrusión con la finalidad de producir una harina para el desarrollo de un snack con una adecuada composición nutricional que pueda emplearse como una nueva alternativa dietética para las personas celiacas. En el experimento se prepararon diferentes mezclas de harinas de lenteja y distintos cereales. Finalmente se ensayó una mezcla de harina de lenteja y maíz al 50% con diferentes grados de humedad. Esta mezcla fue sometida a extrusión a 130 °C y 180-200 bar de presión. Se determinó la humedad, el contenido en proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos, la capacidad antioxidante por distintos métodos, el contenido en almidón y el índice glucémico de la mezcla de harina en crudo y de las masas sometidas a extrusión. El producto final obtenido presentó un reducido contenido en grasas y una cantidad adecuada de proteínas y carbohidratos; además, no contiene azúcares ni sal añadidos, por lo que es lo adecuado para formar parte de una dieta saludable. El proceso de extrusión sobre la harina produjo un aumento estadísticamente significativo de la capacidad antioxidante del producto final. También redujo la humedad, lo que contribuye a la conservación del producto final. La aplicación de la extrusión, por tanto, mejoró de manera significativa las propiedades nutricionales de un snack parcialmente formulado con harina de leguminosa y maíz.

En la tesis presentada por Luisa Natalia Valencia Zapata y Andrea Montoya Guiraldo, denominada “Harinas no convencionales con alto contenido proteico elaboradas a partir de legumbres y sus aplicaciones en la industria de alimentos”, en la Universidad del Valle en Cali, Colombia, en 2021: cuyo objetivo es: compilar y analizar información bibliográfica actualizada sobre legumbres usadas para la elaboración de harinas no convencionales con alto contenido proteico. En este trabajo se realizó una revisión denominada vigilancia tecnológica por medio del programa SCOPUS. La metodología empleada para la revisión de documentos y artículos se desarrolló en los siguientes pasos: identificación y diagnóstico de la información, búsqueda y recopilación de la información, análisis de la información, valorización de información

relevante. Los resultados obtenidos son: las nuevas fuentes de alimentación se han considerado como una alternativa para mejorar la salud del ser humano y activar la economía de muchos sectores agroindustriales. Es por esto que pensar en alimentos que suplan necesidades del ser humano y que provengan de materias primas que, aunque son comunes en la alimentación diaria, se consideran no convencionales en muchas otras preparaciones como el caso de las harinas de legumbres. La tendencia por buscar alternativas de alimentación se vio reflejada en la cantidad de artículos publicados en los últimos 11 años, además, la mayoría de publicaciones han sido de países donde la fuente principal de su dieta se basa en legumbres debido a sus costumbres, creencias o economía. Además, esta revisión bibliográfica sirve como fuente de información para futuras líneas de investigación, donde se pueda aprovechar los diferentes usos de las harinas no convencionales y el beneficio para la industria de los alimentos y consumidores. A partir de la recopilación de información, se realizó una categorización del porcentaje de proteína reportado para cada uno de los estudios de harinas no convencionales provenientes de legumbres. Se llega a la conclusión de que desarrollar productos sin gluten es una alternativa que se ha hecho importante en los últimos años, debido a la gran cantidad de población que se identifican con enfermedades celiacas, así pues, los productos a base de legumbres (Garbanzos, lentejas, arvejas, entre otros) son una alternativa primordial para potenciar su gran perfil nutricional. De ello se obtienen productos con excelentes características organolépticas como color, aroma, textura, nutricionales como proteína, carbohidratos, lípidos, fibra, entre otros. Dichas características hacen que el producto resultante sea similar a los presentes en el mercado. El propósito de disminuir costos de producción en la formulación de muchos productos (alimentos cárnicos, panificación, repostería, galletería, pasta, bebidas, sopas instantáneas, entre otras), se han introducido muchos alimentos con el fin de sustituir parcial o totalmente una materia prima de dicha formulación que puede llegar a ser costosa o no apta para toda la población que consume el producto y así ofrecer un aporte nutricional y en muchas ocasiones funcional adecuado para la alimentación humana, como es el caso de las harinas estudiadas en esta investigación.

En el artículo titulado “Sustitución de la harina de trigo por harinas compuestas e ingredientes funcionales para la elaboración de panes libres de gluten”, publicado en la revista mexicana de agroecosistemas (2019) cuyo objetivo es tratar de sustituir la harina de trigo por harinas compuestas e ingredientes funcionales para la elaboración de panes libres de gluten, evaluando las propiedades funcionales de las harinas y el grado de aceptación de productos de panificación. Para mejorar la calidad nutricional y las características sensoriales

de los productos elaborados con harinas sin gluten, se han empleado modificaciones físicas sobre el almidón y las proteínas que permitan obtener productos de calidad semejantes a los productos con gluten. El tratamiento hidrotérmico mediante radiación microondas es un método de calentamiento convencional donde las ondas electromagnéticas (frecuencias entre 1- 300 GHz) son absorbidas por las moléculas polares e ionizables, generando un rápido aumento de la temperatura de la muestra (Villanueva et al., 2018). La humedad de la harina está relacionada con la temperatura adquirida. Manso (2018) modificó harinas sin gluten de alto valor nutricional por tratamiento con microondas, evaluando su efecto sobre las fracciones proteicas, el cual ejerce un efecto significativo sobre los aminoácidos libre de las harinas en estudio. Anan-gón (2019) reportó resultados que evidenciaron la factibilidad de la tostación del maíz por calentamiento microondas para futuros ensayos en la ciencia aplicada. En su diseño experimental se utilizó un análisis estadístico completamente al azar empleando tres formulaciones con tres repeticiones. Cada una de las harinas y formulaciones fueron caracterizadas por triplicado, a su vez todos los datos registrados fueron analizados y procesados con el paquete estadístico Minitab 18, aplicando el análisis de varianza y la prueba de medias Tukey ($\alpha = 0.05$). Algunos de los resultados que se obtuvieron en ese experimento son: que el garbanzo y la lenteja presentan diferentes condiciones en los procesos de remojo y cocción, esto debido a la dureza y tamaño de los granos por lo que se necesita mayor tiempo en las semillas del garbanzo. Estos tratamientos se emplean para eliminar los compuestos anti nutricionales, reportándose que el uso de la autoclave y la fermentación son efectivos en la reducción de ácido fítico presente en semillas de leguminosas (Laleg et al., 2016), estos tratamientos podrían aplicarse a las semillas de leguminosas antes de ser incluidas en la dieta humana para asegurar la calidad y seguridad de los alimentos (Giuberti y Gallo, 2018).

II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación experimental cuantitativa según Fidiás G. Arias (2012), es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos, para observar los efectos o reacciones que se produce la presente investigación se realizó mediante este tipo de investigación; método que permitió tabular e interpretar los datos de una forma numérica obtenidos por medio de la aplicación de una encuesta realizada en el municipio de Huatabampo, Sonora.

Según Tamayo (2006), una muestra es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción

de la población considerada, la muestra que se consideró es de 750 habitantes, la selección de los participantes se realizó basándose en el nicho del segmento de mercado el cual consiste en los estudiantes y personas con jornada laboral compleja, el instrumento está diseñado por 12 preguntas con el fin de identificar el impacto que tendría el producto dentro del mercado con un formato de respuesta Likert, realizándose mediante formularios de Google, y fue enviado a los usuarios a través de correo electrónico y por algunas redes sociales como WhatsApp, Facebook e Instagram. De igual forma al producto se le realizaron una serie de pruebas en el laboratorio, las cuales arrojaron resultados que se compararon con la NOM—247-SSA1-2008

III. RESULTADOS O AVANCES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la encuesta, se puede visualizar que la mayoría de las personas que suelen consumir con frecuencia sopas instantáneas se encuentran con un rango de edad entre 18 a 37 años, mostrando que la mayoría de los que consumen sopas instantáneas son personas que cuentan con poco tiempo para desayunar, almorzar o cenar, ya que tiene una ocupación que exigen calidad de tiempo como por ejemplo; enfermeros, paramédicos, maestros, ingenieros, estudiantes, entre otros, por lo cual acuden a adquirir un alimento instantáneo.

También los resultados arrojaron que un 62.3%, es decir, más de la mitad de las personas encuestadas representan el género femenino mientras que el restante 37.7% el masculino. De igual manera se determinó de manera exacta que porcentaje de los encuestados que consumen sopa instantánea son el 94.1%.

De acuerdo con la información ya mencionada se pudo obtener una estimación de con qué frecuencia se consume, el 35.8% afirma que compra en un período mensual, mientras que el 24.5% en un período semanal. Los encuestados consumen sopas instantáneas principalmente como antojo o snack con un alto porcentaje del 82.8%, a diferencia de un 8.8% que lo consume como comida principal y un mínimo porcentaje que lo consume como cena o cuando no cuentan con el tiempo suficiente.

Se puede apreciar que la mayor parte de los encuestados, un 91.7% consume alguna marca de sopa instantánea en específico la más demandada es la Maruchan.

El 80.9% de los encuestados, adquieren una presentación que venga en vaso. El 78.4% paga por la presentación de su preferencia un total que varía entre los \$11.00 y \$20.00.

También se visualiza que la mayoría de los encuestado compran el producto en la tiendita de la esquina, el 20.1% la adquieren en Oxxo, el 14.7% en casa ley.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la encuesta, referente a que si compraría una sopa instantánea elaborada a base de harina de lenteja, se puede considerar que el 68.1% le gustaría que la presentación del ramen LenRam sea en vaso.

Los análisis bromatológicos, microbiológicos y sensoriales dieron como resultados que LenRam es alto en contenido proteico, con una reducción 50% de gluten, bajo en sodio los cuales son favorables en cada una de sus especificaciones en base a la norma NOM—247-SSA1-2008.

IV. CONCLUSIONES

Una vez realizados los estudios pertinentes, se llegó a la conclusión que el producto cumple con las expectativas esperadas, pues este satisface una necesidad en el mercado, siendo un alimento funcional, esto quiere decir, que LenRam es un producto que con facilidad puede sustituir a los ya existentes en el mercado, obteniendo diferentes beneficios al consumirlo, pues se demostró que contiene un alto porcentaje de proteína, además de ser bajo en grasas y en sodio.

El precio al público es accesible, debido a sus bajos costos de producción, siendo lanzado al mercado con un precio de introducción en el mercado de \$17.42 pesos mexicanos, además de poseer cualidades de alto contenido proteico comparado con la competencia, cuyo precio promedio fluctúa entre los \$15 y \$35 pesos, además que estos carecen de un contenido proteico. Otra ventaja competitiva es que tendrá fácil acceso al producto, debido a los diferentes modelos de negocios que se utilizarán, así como la variedad de canales de distribución dada la naturaleza y características del mercado sus puntos de venta iniciales serán en Abarrotes, cooperativas escolares, así como en su página web.

La aceptación que ha tenido LenRam en la encuesta lanzada al público fue muy favorable, pues el 96.6 % del público encuestado está dispuesto a consumir este innovador producto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argumendo, G. (2022, 5 marzo). Obesidad, el problema de salud pública más importante en México y que está lejos de vencer. Infobae.

Arqueroz Gómez, S. Desarrollo de un snack extrusionado de harina de lenteja y maíz dirigido a la población con intolerancia al gluten. [Tesis]. Valladolid: Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. España. 2020. Recuperado el 28 de septiembre de 2022

Castillo Hernández, L. F., Sánchez Mundo, M. L., Rayo García, V., García Nieves, S., Gonzales Miguel, M. E. & Ramírez Higuera, abril. (2019). Sustitución de la harina de trigo por harinas compuestas e ingredientes funcionales para la elaboración de panes libres de gluten. Revista Mexicana de Agro sistemas, 6(2).

Cristóbal L. S. (2007). Estudio de la digestibilidad de carbohidratos y capacidad antioxidante de leguminosas de mayor consumo en México. Tesis de maestría, IPN, Yautepec, Morelos. NMX-F-023-S-1980, pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. Normas Mexicanas Dirección general de normas

Codex Alimentarius (1995). Cereales, legumbres, leguminosas, productos y derivados de proteínas vegetales. FAO: Roma, Italia.

Hernández, L. (2001). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de mezclas de harina de trigo/sorgo. Tecnología e Higiene de los Alimentos, 97-102.

Morales A.S. 2004. Leguminosas silvestres usadas como alimentos y bebidas, por la población rural. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, San Nicolás de los Garza. Nuevo León.

Orta, S.F. (2004). Guía para cultivar lenteja en surco con arado de dos espuelas, una alternativa de producción en el sistema de entarquinamiento. Folleto para productores, Uruapan, Mich.

Valdivia Manchego, & Ostos Álvarez. Pan fortificado con lenteja (*Lens Culinaris*) y linaza (*Linum Usitatissimum*), Diseño de mezcladora-amasadora [Tesis]. Perú: Facultad Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas. Universidad Católica de Santa María. Perú. 2018

Valencia Zapata, L. N. & Montoya Giraldo, A. Harinas no convencionales con alto contenido proteico elaboradas a partir de legumbres y sus aplicaciones en la industria de alimentos: revisión bibliográfica. [Tesis]. Universidad del Valle. Colombia. 2021.

ANEXOS



Ilustración 1.
Pasta



Ilustración 2.
Producto terminado

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE EXCELENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN (SEGURIDAD Y ERGONOMÍA, 5 S's, TPM y ADQ)

¹Claudia Georgina Santiesteban Alcántara, csantiestebana@toluca.tecnm.mx,

²Jessica Morelia Fuerte Ramírez, jfuarter@toluca.tecnm.mx,

³Martha Patricia Pérez Domínguez, mperezd@toluca.tecnm

RESUMEN

El Sistema de Excelencia Operativa surge de la necesidad de contar con un guía y/o anfitrión que regule la organización y el desempeño del equipo de diseño de cada línea de producción, así como el soporte para dar seguimiento y evaluar el progreso en cada sistema que lo conforma. Dentro de cada sistema existen herramientas de ejecución que facilitan la medición de resultados y el cumplimiento a lo que nos pide el estándar. Por lo que con la ayuda del líder de cada sistema y el jefe del Departamento de Excelencia Operativa la utilización de estas herramientas, la capacitación sobre ellas, la gestión y la difusión de resultados es posible. Este sistema engloba los requerimientos básicos, Seguridad y Ergonomía, 5 S's, TPM y ADQ, que integran las auditorías y certificaciones tanto internas como externas enfocadas a la mejora continua. El equipo multidisciplinario encargado de su aplicación cuenta con objetivos específicos enfocados a su área, sin embargo, el Sistema de Excelencia busca fusionar dichos objetivos para poder lograrlos con el soporte de toda la empresa, así como buscar oportunidades de mejora que posicionen a la empresa como parte de un corporativo sólido y capaz de competir a nivel internacional.

ABSTRACT

The Operational Excellence System arises from the need to have a guide and/or host that regulates the organization and performance of the design team of each production line, as well as the support to follow up and evaluate the progress in each system that makes it up. Within each system there are execution tools that facilitate the measurement of results and compliance with what the standard asks of us. Therefore, with the help of the leader of each system and the head of the Operational Excellence Department, the use of these tools, training on them, management and dissemination of results is possible. This system encompasses the basic requirements, Security, 5 S's, TPM and ADQ, which integrate both internal and external audits and certifications focused on continuous improvement. The multidisciplinary team in charge of its application has specific objectives focused on its area, however, the System of Excellence seeks to merge these objectives in order to achieve them with the support of the entire company, as well as to seek improvement opportunities that position the company as part of a solid corporation capable of competing internationally.

PALABRAS CLAVE

Auditoría
Autónomo
Multidisciplinario

KEYWORDS

Audit
Autonomus
multi-disciplinary

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca, Docente
²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca, Estudiante
³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca, Docente

I. I. INTRODUCCIÓN

En Manufacturera de cigüeñales de México S.A. de C.V. se trabajan cinco líneas dedicadas a la fabricación de cigüeñales, de las cuales, dos son de giro automotriz, entre ellas se encuentra la línea de una empresa automotriz muy reconocida para la cual se trababa, la cual carece de un sistema que permita estandarizar el área operativa y dar soporte a equipo para resolver problemas rápidamente, evitar accidentes, detectar fallas en máquinas a tiempo y mantener estaciones de trabajo ordenadas, limpias y ergonómicas. El Sistema de Seguridad juega un papel básico: evitar accidentes; de igual manera, el Sistema de 5 S's es necesario, ya que el área operativa de la empresa no cuenta con un sistema que se enfoque de manera específica al orden, la ergonomía y la limpieza de sus estaciones de trabajo, lo cual va relacionado con el Sistema Ergonómico de Seguridad, el cual les permita identificar áreas de riesgo, designar una cantidad del presupuesto a la adquisición de equipo de protección personal, y de igual manera mejorar las condiciones de la planta de manera que sean seguras y garanticen un trabajo seguro y adecuado a los trabajadores. («Instituto Estatal de capacitación,» 2021)

Adicional a esto, la limpieza es un punto muy importante dentro del Sistema de TPM, ya que es una de las tres actividades a ejecutar para detectar fallas a tiempo en los equipos y reducir el número de paros no programados, un tema que impacta directamente en la liberación de la línea, ya que presenta temas de atrasos (backlog) con el cliente.

Para éstos sistemas es necesario que la difusión de sus objetivos, herramientas y resultados se dé a conocer a todos los integrantes de su equipo, lo cual, en la realidad, no se lleva a cabo en la línea automotriz mencionada anteriormente, para ello está el Sistema de ADQ; este sistema está enfocado en optimizar la efectividad en conjunto con los demás sistemas y que, además, busca la integración de todos los departamentos para trabajar en conjunto y resolver puntualmente los problemas que se presenten en la línea, el cual debe ser implementado en conjunto a los otros tres sistemas para poder monitorear los avances.

El sistema de Excelencia Questum© como se muestra en la figura 1, fue desarrollado de manera interna con el propósito de integrar diferentes herramientas que ayuden a mejorar diferentes aspectos que se consideran claves en la mejora continua de nuestros procesos, y que a la vez, busca definir y estandarizar los básicos operativos que nos lleven a la excelencia, con base a la integración de todas las empresas del grupo; desarrollando sistemas únicos que nos ayuden a incrementar

gradualmente el nivel cultural a través de herramientas de mejora continua.

Este sistema está regulado por estándares y líderes que dan soporte a los sistemas que lo integran. Sirve como guía dentro de la empresa y facilita la organización y ejecución de tareas que permitan mejorar y optimizar las áreas que integran a toda la empresa.

Figura 1.

Elementos que integran el Sistema de Excelencia



NOTA: (Hermida, 2005)

1. Sistema de Seguridad y Ergonomía Questum

El diseño del biodigestor al ser de bolsa y contar con una inclinación, se descarta el empleo de una fosa en donde mayormente son instalados este tipo de biodigestores, esto con el objetivo de tener una mejor obtención de biogás y un correcto sedimentación de los lodos producidos. Previamente diseñado mediante el software AutoCAD mostrado en la Figura 3.

Un sistema de seguridad industrial se enfoca en preservar la integridad física y la salud del personal de una organización (Hermida, 2005), basándose en la prevención, identificación, evaluación y corrección de los peligros a los que se exponen sus colaboradores en el ejercicio de sus actividades laborales.

El propósito del Sistema de Seguridad y Ergonomía Questum, es centralizar todos los productos, servicios e instalaciones hacia el beneficio del ser humano, obteniendo así un sentido de pertenencia y un lugar para desarrollo seguro y ergonómico.

Este sistema busca tener las mejores condiciones humanas para desempeñar todas nuestras labores con seguridad, ergonomía, calidad y productividad.

El modelo de este sistema se basa en la Integración de lineamientos de la empresa con enfoque cultural para la prevención de los riesgos y gestión de acciones que garanticen la salud y el bienestar moral de nuestra gente, así como mantener y mejorar la infraestructura de nuestras plantas, y tiene como alcance la aplicación a todo el personal, visitantes, contratistas y proveedores del grupo.

Ésto se logra con el uso de 5 herramientas básicas, (Sierra, Julio - Diciembre 2017) que dan soporte el reglamento interno de seguridad y que además se encargan de dar un enfoque a los métricos que se evalúan en la planta y a nivel corporativo.

a. Hoja de análisis de riesgos: Es un documento que se coloca en el atril de cada operación señalando los posibles accidentes que pueden ocurrir al realizar las tareas específicas de la estación de trabajo.

b. Seguridad Basada en Comportamientos (SBC): Se enfoca en los posibles accidentes generados por el operador, generando la importancia de operar una máquina en óptimas condiciones y con la concentración adecuada.

c. Tarjeta de seguridad: Contribuye a que las personas realicen un cambio de conducta positiva y la prevención de accidentes mediante la retroalimentación de un acto inseguro. Se identifican como una llamada de atención o un reconocimiento a todo el personal Questum, ya que estas llamadas de atención pueden ser tanto positivas como negativas.

d. Plática de Seguridad: Es una difusión breve de puntos importantes a señalar sobre el sistema de Seguridad y ergonomía, esto para reforzar y hacer énfasis a la importancia de la salud y el bienestar de cada elemento de la empresa.

e. Índice de Actos Seguros (IAS): Es un indicador que se mide cada día por la línea de producción y por departamento, éste tiene como objetivo llevar un control dentro de la planta que sea medible y pueda monitorear el nivel de cumplimiento al reglamento de seguridad de la planta, tiene como meta contar con un mínimo de 98% de cumplimiento al reglamento de seguridad.

2. Sistema TPM Questum

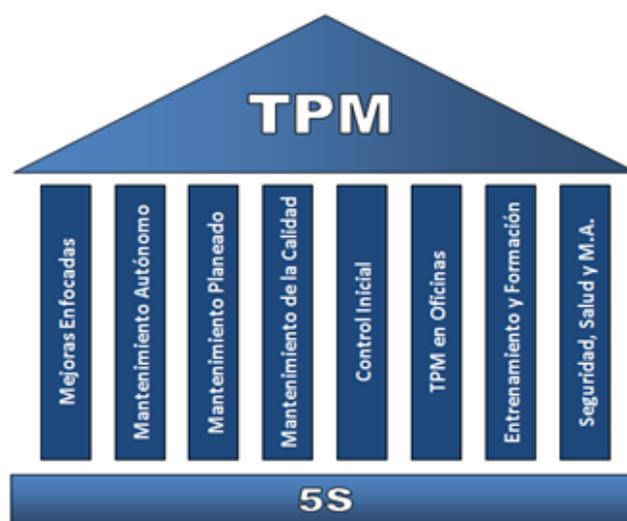
El TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de “mantenimiento preventivo” creado en la industria de los Estados Unidos. Este sistema involucra a todos los departamentos de la empresa, desde los operativos, administrativos y por supuesto los gerenciales, este sistema involucra tres aspectos; la planificación para el ciclo completo de la vida del equipo, el tipo de mantenimiento a realizar (preventivo, correctivo o predictivo) y su frecuencia, y finalmente la asignación de responsabilidades de las actividades. En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de “producir” y otras de “reparar” cuando hay averías, el TPM aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos (Sacristán, S/A).

Los pilares en lo que se sustenta el TPM son una serie de procesos fundamentales por los que sirve de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Los pilares considerados como necesarios, como menciona Álvarez et al.(2018) para el TPM son, los que se muestran en la

figura 2:

- Mejora enfocada o Método Kaizen.
- Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.
- Mantenimiento programado.
- Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.
- Control inicial.
- TPM en oficinas.
- Entrenamiento y formación.
- Seguridad, salud y mantenimiento autónomo.

Figura 2.
Pilares del TPM



NOTA: fuente propia

El Sistema TPM Autónomo de Questum, es una herramienta que se enfoca en detectar fallas a tiempo para eliminar las pérdidas en operaciones debido al estado de los equipos, manteniéndolos disponibles para producir a su capacidad máxima y con seguridad, productos dentro de los estándares de calidad, previniendo paros no programados asegurando la participación total del personal.

Este sistema, al igual que el Sistema de Seguridad Questum y 5 S's cuenta con herramientas que dan soporte a su cumplimiento, en este caso todas las herramientas se relacionan y en conjunto permiten la ejecución del mantenimiento autónomo de manera correcta y eficiente.

Este sistema utiliza La Carta de Autónomo, el cual, es el punto de partida para la ejecución total del sistema, ya que indica de manera gráfica cada una de las actividades enumeradas a realizar, incluye fotografías y colores, que, de manera estándar, contienen la información para cada turno y permiten identificar más fácilmente cada actividad.

En este documento se tienen tres actividades principales:

- Limpieza
- Inspección
- Lubricación

Disco de TPM: Al concluir las actividades que se deben realizar con base a la Carta de Autónomo, se debe registrar en el disco de TPM. Este disco lleva un control al cumplimiento del sistema en las operaciones y permite medir y evaluar su seguimiento.

Carta LOTO (Lock - Out / Tag – Out): es un procedimiento de seguridad planificado que desconecta o evita la manipulación de máquinas de sus mandos o de la fuente de energía. Este procedimiento protege a los operarios u otro personal de cualquier riesgo relacionado con el funcionamiento de los mandos que accionan las máquinas. Esta carta indica las acciones que se deben tomar cuando el personal de mantenimiento interviene la máquina, y busca cuidar la seguridad de todo el personal y trabajar en conjunto mediante este sistema.

3. Sistema 5 S's Questum

Las 5 S's establecen una metodología para alcanzar mejoras en la organización del lugar de trabajo mediante la formación de hábitos de orden y limpieza, desarrollada por primera vez en Toyota en el año de 1960 por Eili Toyoda, en el entorno industrial, como herramienta base para el principio del sistema de producción Toyota (casa Toyota), con el objetivo de lograr lugares de trabajo más organizados, ordenados y limpios de forma permanente para mejorar la productividad y el entorno laboral, la cual se considera como una herramienta gerencial de origen japonés, que propicia, según Riofrío, et al, (2017) el involucramiento de todo el personal.

Las 5 S's es algo más que una simple campaña de limpieza, son compromisos para mejorar el entorno en beneficio de todos. El método de las 5 S's, es denominado por la primera letra del nombre que, en japonés, se designa cada una de las cinco etapas, es una técnica de Gestión Japonesa, basada en cinco principios simples. El movimiento de la 5 S's es una concepción ligada a la orientación hacia la Calidad Total, (Pulido, 2010) orientada por W.E. Deming, hace unos 40 años y está incluido dentro del Mejoramiento Continuo. Questum es una empresa que busca renovar su imagen, así como cumplir con todos los métricos que requiere el cliente para cada una de las certificaciones y el Sistema de 5 S's es un punto importante dentro de esto.

Seleccionar (Seiri): La primera "S's" nos indica que el área debe estar libre de materiales que no son necesarios para la operación, se coloca una tarima para los objetos no necesarios en la operación, los cuales se revisan para determinar si tienen un segundo uso o no; la caja roja es un espacio destinado

para colocar cualquier material, herramienta o artefacto que no sea necesario en la operación, si al pasar 15 días el objeto no se ha retirado de la caja, es desechado.

Ordenar (Seiton): La finalidad de la segunda "S's" es:

Ordenar los objetos necesarios en un orden lógico de forma que sean fácilmente accesibles y retornables.

Definir un lugar para cada objeto de acuerdo con su frecuencia de uso.

Delimitar los lugares asignados para cada cosa.

Colocar los materiales/objetos siempre en área definida.

El estándar de frecuencia de uso es un documento que indica en dónde debe estar ubicado cada objeto que se ocupa en la operación de acuerdo con el número de veces que se utiliza en el turno

Limpieza (Seiso): La tercera "S's" se enfoca en la limpieza, el contar con un área limpia reduce el riesgo a accidentes y permite detectar fallas en equipos más fácil y rápidamente, principalmente fugas.

La gaveta de 5 S's es la herramienta que da soporte a la tercera "S's" del sistema de Excelencia, ya que es un espacio que cuenta con todo el material necesario para realizar esta actividad. Se coloca una gaveta por cada cierto número de operaciones y cuenta con una lista de artículos que debe contener

Estandarizar (Seiketsu): Para esta parte se tiene estándares tanto de colores como de formatos, así como ayudar visuales dentro de las estaciones que sirven como referencia para dar paso a la cuarta "S's".

El estándar de 5 S's es la ayuda visual que permite identificar cómo debe estar el área con una fotografía que sirve de ayuda visual, indicando la ubicación de cada elemento dentro de la operación.

Mantener (Shitsuke): Para esta parte se tiene estándares tanto de colores como de formatos, así como ayudar visuales dentro de las estaciones que sirven como referencia para dar paso a la quinta "S's".

El estándar de 5 S's es la ayuda visual que permite identificar cómo debe estar el área con una fotografía que sirve de ayuda visual, indicando la ubicación de cada elemento dentro

4. Sistema ADQ Questum

El sistema ADQ (Administración del Desempeño Questum) el cual, a diferencia del sistema de Seguridad, 5 S's y TPM, es un sistema interno generado por la misma empresa, que tiene la finalidad de asegurar la comunicación entre departamentos y niveles dentro del equipo. Se enfoca en la productividad y el seguimiento a problemáticas que se generan en cualquier rama dentro de las líneas de producción. Al igual que en el ciclo PDCA, que busca mejorar constantemente maquinaria, equipo, mano de obra y métodos de producción mediante la aplicación de ideas de los equipos de trabajo (Chase, 2022),

este sistema se encarga de guiar a los demás a que su ejecución sea eficiente, se generen mejoras, se corrijan hallazgos y se cuente con toda la información y las herramientas para desempeñar todas sus actividades.

Objetivo y elementos del Sistema ADQ

Concientizar el sistema de ADQ en todos los niveles de la organización, con la finalidad de que cada colaborador entienda sus roles, responsabilidades y alcances en cada elemento del sistema y así tener la participación conjunta para el logro y alcance de los objetivos operativos; cuenta con cuatro elementos principales, que se muestran en la figura 3:

Tablero de Hr x Hr: Es un pizarrón que se encuentra en las operaciones cuello de botella o máquinas críticas, se usa para monitorear el cumplimiento al plan de producción e identificar las principales causas de paros en la operación o la línea en general. Únicamente se registra el número de piezas maquinadas y el número de piezas scrap. En caso de no cumplir con la meta de producción se registra el por qué.

Además, sirve como medio de comunicación para el equipo de diseño al poder identificar las principales causas de paros en las operaciones y atenderlas rápidamente.

Rendición de Cuentas de Línea (RCL): Son un foro presencial destinado para informar a las operaciones el estatus de la línea del turno anterior. Se revisan temas de:

Seguridad: Días sin accidentes y días sin incidentes.

Calidad: Días sin reclamos oficiales del cliente.

Embarques: Fecha del último y el próximo embarque.

Mantenimiento: Reporte de máquinas que están siendo intervenidas.

Recursos Humanos: Informe de las personas que no están certificadas.

Producción: Número de piezas producidas por modelo con respecto a la meta.

Avisos importantes: Informe sobre los sistemas, eventos, etc. Esta información se muestra de manera digital con un tablero estándar que debe ser actualizado por la supervisión de cada línea. Esto permite comunicar más visualmente cada uno de los métricos por área dentro del estatus de la línea.

Figura 3.

Esquema de los elementos del Sistema ADQ



NOTA: Esquema de los elementos del Sistema ADQ

Rendición de Cuentas de Planta (RCP): Las Rendiciones de Cuentas de Planta son un foro presencial destinado para informar al equipo de diseño el estatus de la línea del día anterior. El equipo de diseño está integrado por el ingeniero responsable de cada departamento el cuál se encarga de compartir su información correspondiente. Se revisan temas de:

Seguridad: Días sin accidentes, días sin incidentes, IAS (Índice de actos seguros) por departamento, hallazgos de seguridad pendientes por cerrar.

Calidad: IAS del departamento, días sin reclamos oficiales con el cliente, porcentaje de SCRAP y porcentaje de FTQ (First time quality).

Materiales: IAS del departamento, fecha del próximo embarque y días de cobertura por modelo.

Manufactura: IAS del departamento, costo de herramientas, gastos de fabricación y top cuellos de botella.

Mantenimiento: IAS del departamento, porcentaje de cumplimiento a MP, máquinas intervenidas.

Recursos Humanos: Cumplimiento de cursos avanza, cumplimiento de evaluaciones RAI, certificaciones y ausentismo.

Producción: IAS del departamento, Rate, Total de piezas producidas, porcentaje de cumplimiento a Eficiencia, OEE, FTQ, porcentaje de SCRAP, Horas extra generadas, cantidad de WIP (Work in progress).

Rendición de Cuentas Gerencial (RCG): Las Rendiciones de Cuentas de Gerencial son un foro con modalidad híbrida destinado a informar al equipo guía el estatus de la planta de la semana anterior. El equipo guía está integrado por el jefe responsable de cada departamento el cuál se encarga de compartir su información correspondiente. Se revisan temas de:

Seguridad: Días sin accidentes, días sin incidentes, IAS (Índice de actos seguros) por departamento, hallazgos de seguridad pendientes por cerrar.

Calidad: IAS del departamento, días sin reclamos oficiales con el cliente, PPM's, porcentaje de SCRAP y porcentaje de FTQ (First time quality, Calidad a la primera vez)

Materiales: IAS del departamento, fecha del próximo embarque y días de cobertura por modelo.

Manufactura: IAS del departamento, costo de herramientas, gastos de fabricación y top de cuellos de botella.

II. METODOLOGÍA

De acuerdo con el layout existente de la línea, se ubican la distribución de las máquinas, los pasillos, las diferentes áreas que contiene y se planea cómo se pueden colocar de manera estratégica las diferentes herramientas de cada sistema, se eligió la operación que servirá de modelo para comenzar con la implementación, que en este caso fue la operación 40AB. El primer paso por realizar fue la capacitación a todo el personal del sistema de Excelencia Questum, ver figura 4, que integra Seguridad, 5 S's, TPM y ADQ.

Figura 4.

Evidencia de capacitación a la línea en empresa automotriz



NOTA: Fuente propia

El segundo paso es asignar un lugar en la operación para cada objeto que sí es necesario de acuerdo con un listado de frecuencia.

Al definir el lugar de los objetos de acuerdo con la frecuencia de su uso, se debe colocar una etiqueta, la cual se coloca junto con una base que proteja los artículos y que pueda sujetarlos de manera correcta para colocar las etiquetas de manera ordenada y bien distribuida, al igual que la Hoja de Análisis de Riesgo (HAR).

Al colocar esta información, el departamento de seguridad se encarga de retroalimentar a los operadores de los tres turnos que se encuentran en la operación modelo para que conozcan tanto el sistema como las herramientas que lo conforman, como se muestra en la figura 5, ya que esta parte permite prevenir accidentes.

Figura 5.

Disco de TPM, formatos de desordenadores y carta LOTO en la operación modelo



NOTA: Fuente propia

Posteriormente se manda fabricar y colocar la gaveta de limpieza, con lo cual se cubre la 3ra "S's" "Estandarizar", la cual también va a dar soporte a la ejecución del Sistema de TPM. Con esto se "estandariza" la operación, ya que los colores que tenía anteriormente la línea de producción no eran los colores indicados en el manual de la empresa, ver figura 6, por lo que se procedió a pintar el piso de acuerdo con el estándar y se delimita de acuerdo con el layout que se tiene por operación.

Una vez colocadas las herramientas de los sistemas de 5 S's, TPM y Seguridad en la operación modelo, se replica en las operaciones restantes de las demás líneas operativas.

Figura 6.

Fotografías correspondientes a la implementación en las operaciones que integran la réplica 8

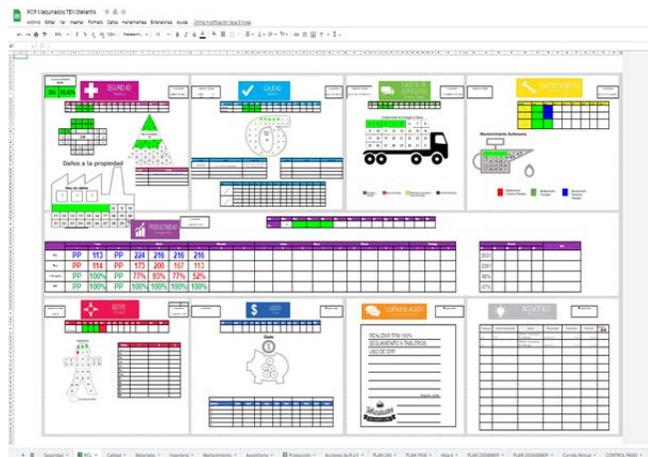


NOTA: Fuente propia

De igual manera, se genera el formato de la línea para su Rendición de Cuentas de Planta (RCP), ver figura 7, así como los reportes Formato de Rendición de Cuentas de la Línea (RCL) y Rendición de Cuentas Gerencial (RCG) y se notifica al equipo de diseño para que coloquen la información que se va a reportar cada mañana, y dar seguimiento al estatus de cada avance.

Figura 7.

Tablero de Rendición de Cuentas de Línea (RCL) de la línea FCA



NOTA: Fuente propia

III. RESULTADOS

En cuanto a los resultados de la evaluación, se lleva a cabo una auditoría semanal utilizando los formatos oficiales que se utilizan en las líneas que ya cuentan con el sistema para revisar que se cumpla con todos los criterios que requiere, manteniendo y haciendo uso correcto de las herramientas que se proporcionaron en la implementación, así como la retroalimentación a la línea sobre cada sistema y el seguimiento a las áreas de oportunidad con ayuda de los formatos y el soporte del equipo.

Cada sistema cuenta con una auditoría que revisa punto por punto cada una de las herramientas que integra cada sistema, y se enfoca en la medición de cumplimiento y dominio de cada factor que influye en la mejora continua de la línea. La auditoría de seguridad cuenta con cinco apartados enfocados a cada una de sus herramientas, ver figura 8:

- Análisis de Accidente/Incidente
- Tarjeta de Seguridad
- Plática de Seguridad
- Ruta de Seguridad
- Hoja de Análisis de Riesgo

Figura 8.

Auditoría del Sistema 5's

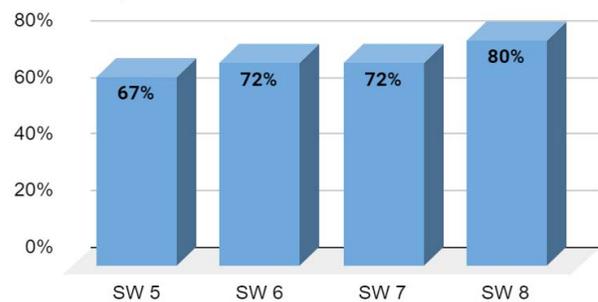


NOTA: Fuente propia

Figura 9.

Gráfica de desempeño de la línea FCA en el sistema de seguridad

Desempeño línea FCA FEBRERO

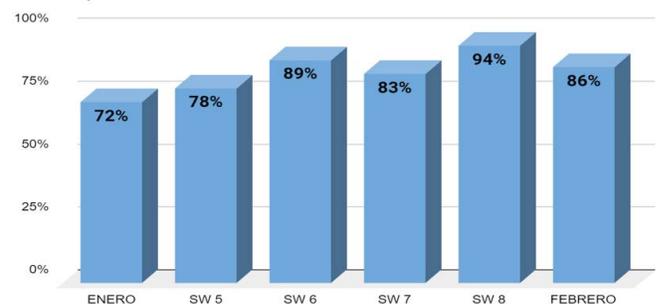


NOTA: Fuente propia

Figura 10.

Gráfica de desempeño de la línea FCA en el sistema de 5's

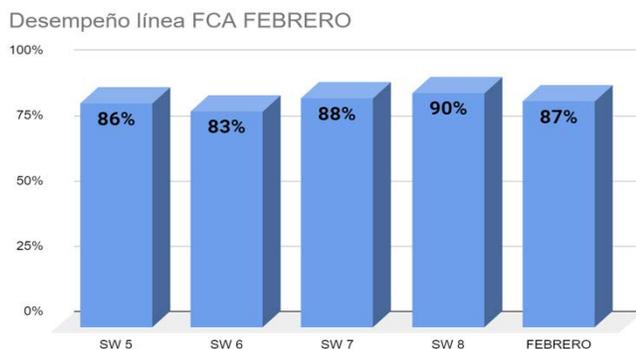
Desempeño línea FCA FEBRERO



NOTA: Fuente propia

Figura 11.

Gráfica de desempeño de la línea FCA en el sistema de TPM



NOTA: Fuente propia

Figura 12.

Gráfica de desempeño de la línea FCA en el sistema de ADQ



NOTA: Fuente propia

Como parte de las auditorías, en todos los componentes del sistema, se genera una gráfica para la línea en cuanto a su desempeño por cada mes, ver figuras 9 a la 12, para revisar que el sistema está madurando o requiere algún apoyo para su seguimiento, así como identificar qué semana presenta alguna anomalía para estudiar la causa raíz y actuar de manera inmediata mediante acciones correctivas.

IV. CONCLUSIONES

Evaluación del sistema por parte del Equipo Central:

Por parte del corporativo se encuentra un equipo líder del sistema que se encarga de evaluar el seguimiento al Sistema de Excelencia Questum, realizando un recorrido a las cinco plantas que forman parte de Questum, esto con la finalidad de alcanzar las metas de la empresa, cumplir con los requerimientos del cliente e implementar la mejora continua en cada una de las áreas que forman parte del equipo. Como se puede observar en las gráficas de seguimiento por semana, se tiene

una mejoría en cada uno de los aspectos considerados en el sistema de Excelencia, y la última columna muestra el acumulado total de las semanas por mes, en donde efectivamente se ve un mejor desempeño, sobre todo en Seguridad pasando de 67% a 80% y en 5S's de 72% a 86% de enero a febrero. Cabe mencionar que este proyecto se llevó a cabo en tiempos de pandemia, con personal limitado dentro de planta procurando mantener la sana distancia y poder evitar contagios, sin embargo, se logró adecuar el trabajo con personal limitado directamente en línea de producción, y algunas actividades administrativas se realizaron a distancia, por lo que se logró conjuntar un trabajo de manera híbrida para lograr los objetivos, aun cuando en algunas áreas operativas es indispensable que las personas se encuentren de manera presencial, esto habla de la capacidad de adaptabilidad o resiliencia de las personas en circunstancias adversas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, E. F. (2018). Gestión de mantenimiento. España: Universidad de Oviedo.
- Asesores, E. E. (2022). Eurofins. (Envira ingenieros asesores) Recuperado el 2022 de 2022, de <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>
- Chase, F. R. (2022). Administración de operaciones. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Fernández, F. J. (2003). Teoría y práctica del diseño industrial avanzado. FC Editorial.
- Guanajuato, I. (2021). Instituto Estatal de capacitación. (Gobierno del Estado de Guanajuato) Recuperado el Febrero de 2022, de <https://ieca.guanajuato.gob.mx/ieca/seguridad-industrial-que-es-y-para-que-sirve/>
- Hermida, M. A. (2005). Los tres caminos para conseguir la excelencia en operaciones. Seis sigma, Lean Manufacturing y TOC. España: FC .
- Hernández, F. J. (2003). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. FC Editorial.
- Pulido, H. G. (2010). Calidad total y Productividad, 3a Edición. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Riofrío, M. A. (2017). EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN. Biblat, 7(1), 168-177.
- Sacristán, F. R. (S/A). Mantenimiento total de la producción TPM: Proceso de Implantación y desarrollo. España: Fundación Confemetal.
- Sierra, V. P. (Julio - Diciembre 2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. Revista ciencias estratégicas, 411 - 423.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT CON TELEOPERACIÓN (ETAPA III)

¹ Leonardo Basilio González, leonardobasilio395@gmail.com

² M. I. Marco Antonio Ruiz Gasca, marco.ruiz@tlahuac.tecnm.mx

RESUMEN

El presente proyecto es la continuidad del proyecto “Desarrollo de un robot con tracción diferencial para implementación de controladores robustos y monitoreo remoto” (Castillo Velazquez, Rosas Domínguez, Velazquez Trejo, & M. I. Ruiz Gasca, 2022). En esta etapa se tuvo como objetivo rehabilitar el prototipo inicial, agregando algunas modificaciones que fueron impresas en 3D, además se propuso un segundo prototipo de robot de tipo DDWMR (Differential Drive Wheeled Movil Robot) con una configuración de 4 ruedas y con un mejor diseño estructural y mecánico, esto con el fin de obtener mayor robustez y abrir la posibilidad de utilizarlo en alguna aplicación real donde el prototipo inicial no resistiría las perturbaciones y dificultades de las condiciones externas. Se detalla el proceso de construcción del robot al que se le integró una tarjeta Arduino Due para el procesamiento de señales y el control de motores con controladores clásicos (PID) y robustos discontinuos ST (Super-Twisting), dando la oportunidad de hacer una comparativa entre ambos. Finalmente se reporta el desarrollo actual del robot.

PALABRAS CLAVE

DDWMR
PID
Simulación
Modos deslizantes

ABSTRACT

This project is the continuity of “Desarrollo de un robot con tracción diferencial para implementación de controladores robustos y monitoreo remoto” (Castillo Velazquez, Rosas Domínguez, Velazquez Trejo, & M. I. Ruiz Gasca, 2022). In this phase was aimed to rehabilitate the first prototype, adding some modifications that was printed in 3D, it's has proposed one robot of DDWMR with four wheels configuration and type with better estructural and mechanics design to get more robust, the robot integrate a camera with capacity to identify patterns and raspberrie pi4 for image processing and camera control, also an Arduino Due for processing the signals and motors control with classics (PID) and robust (ST) controllers, giving the oportunity of contrast both. Finally was made test in diferent surfaces types and was evaluated the eficiencia with a checklist secure a estándar and realistic results.

KEYWORDS

DDWMR
PID
Simulation
Sliding-modes

¹ Tecnológico Nacional de México / Estudiante.

² Tecnológico Nacional de México / Docente.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la revolución industrial, cuando los avances tecnológicos empezaron a crecer de manera exponencial el humano apenas comenzaba a tener idea de todo lo que podría llegar a construir, sin embargo, esta tecnología exigía a su vez de procedimientos y técnicas cada vez más sofisticadas. Al día de hoy los avances en los sistemas computarizados nos han abierto la puerta a grandes posibilidades como lo puede ser en el diseño mecánico, electrónico, etc. lo que ha permitido a las empresas economizar debido a que previo a la producción o fabricación, es posible analizar de una manera muy acertada como será el funcionamiento de la invención pues los simuladores pueden replicar el funcionamiento del producto dentro de un entorno que de manera virtual se comporta de manera simular a la realidad.

La gran cantidad de conocimientos se ha separado en diversas áreas y ciencias como puede ser matemáticas, biología, informática, mecánica y muchas más dentro de las cuales se encuentra la robótica, una técnica que de acuerdo con (Real Academia Española) es “una técnica que aplica la informática al diseño y empleo de aparatos que, en sustitución de personas, realizan operaciones o trabajos, por lo general en instalaciones industriales”. Aunque en la actualidad el concepto ya no se limita en su mayoría a la industria, ya es posible encontrar robots y automatismos en diferentes áreas.

Existen diferentes formas de clasificar los robots según varios criterios como: fuente de energía, la forma en que se accionan las articulaciones, su geometría o estructura cinemática, su destino o área de aplicación o su método de control. (Mark W. Spong, 2004)

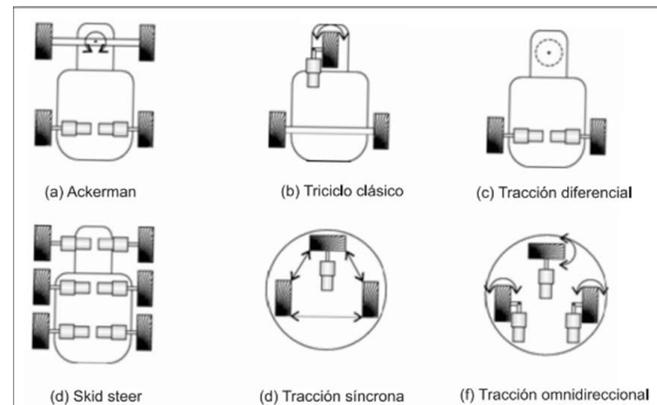
(Barrientos Sotelo, García Sánchez, & Silva Ortigoza, 2007)

“Los robots móviles se clasifican por el tipo de locomoción utilizado; ... por ruedas, por patas y por orugas”(p. 14). En esta misma referencia se menciona que el sistema de tracción por ruedas o Robots Móviles con Ruedas (RMR) frente a los otros dos sistemas de locomoción presenta ciertas ventajas como: su eficiencia en cuanto a energía en superficies lisas y firmes, además, este tipo de tracción no causan desgaste en la superficie es más simple a tener un número menor de partes. Aspectos que se toman en cuenta a la hora de diseñar y construir un robot de este tipo.

Dentro de los RMR existen diferentes configuraciones que en función de las necesidades se establecerá el más adecuado teniendo en cuenta la complejidad cinemática del mismo.

La configuración mas popular es la de 3 ruedas (Stefek, Thuan Van Pham, & (member, 2022) sin embargo en este proyecto se estará utilizando una configuración de 4 ruedas.

Figura 1
Configuraciones de los RMR



Nota. Fuente Barrientos, et. Al. (2007)

Un ejemplo de robótica móvil es el M2 ROV (Figura 2) de la empresa Chasing un drone submarino utilizado para la exploración científica, fotografías submarinas, inspección de cascos y muelles, inspección acuícola o búsqueda y rescate, Equipo que de acuerdo con (Infobae, 2022) fue utilizado por la Secretaria de Marina en el derrumbe en mina de carbón de Sabinas, Coahuila con el objetivo de visualizar las posibles rutas de rescate de 10 mineros atrapados en ductos inundados a 34 metros por debajo de la superficie terrestre.

Figura 2
Adaptado de M2 ROV



Nota. (CHASLING, S.F)

Otro ejemplo es el robot RMIWT9 “controlado a distancia para revisar la zona con sus 4 cámaras de video vigilancia” (MÉNDEZ, 2021) robot conformado por un sistema de tracción de oruga y un manipulador, robot utilizado para el reconocimiento y desactivación de explosivos. (ver Figura 3)

Figura 3

Grupo de respuesta a emergencias del cuerpo de fuerzas especiales del ejército.



Nota. adaptado de (MÉNDEZ, 2021 <https://www.milenio.com/politica/trajes-45-ki-los-preparan-anti-bombas-ejercito>)

Problemática

Nivel Local

El Instituto Tecnológico de Tláhuac cuenta con equipos sofisticados como robots de carácter fijo en los que los alumnos así como los docentes practican y analizan aspectos esenciales en el estudio de la robótica, sin embargo solo se cuenta con un robot móvil con locomoción por patas, lo que para propósitos de estudio es muy útil, no obstante el prototipo carece de robustez para implementarlo en ciertas áreas que impliquen cambios en el tipo de suelo o que requiera de una tracción con más fuerza, son características que limitarían a su correcto funcionamiento.

Los diferentes tipos de robots móviles conllevan a que cada uno de ellos tenga análisis de funcionamiento diferente por lo que la comunidad estudiantil requiere de robots móviles con diferentes configuraciones para incrementar sus conocimientos en robótica.

Nivel Regional

Tláhuac y Milpa Alta, regiones donde la agricultura predomina dentro de la Ciudad de México, año con año las personas agricultoras hacen uso de tecnologías para la siembra, cosecha y para mitigar las invasiones de cultivos por plagas y malezas no deseadas, que implica un incremento en la inversión de tiempo y de mano de obra. Acción que repercute en las ganancias de los dueños de los cultivos y en los precios del producto.

Justificación

El crecimiento de la industria y el constante desarrollo tecnológico exigen procesos cada vez más sofisticados, confiables y precisos.

Este proyecto de uso libre beneficiará a la comunidad estudiantil y a la investigación siendo base de nuevos proyectos y desarrollos tecnológicos que se adapten a las nuevas necesidades del futuro.

En la región sureste de la Ciudad de México existe una baja producción de material académico y científico pues las instituciones que lideran la producción científica se localizan al norte, oeste o centro de la ciudad (Rueda, 12), aspecto de gran importancia que se debe fortalecer en instituciones académicas como en el Instituto Tecnológico de Tláhuac para el uso de recursos, publicaciones y participación en congresos de diferente índole, para la generación y aplicación del conocimiento y beneficio en aportar puntos para futuros reconocimientos, posicionamiento o indicadores de desarrollo (Artículos, convenios, exposiciones, difusión, etc.)

Objetivos

El objetivo de este proyecto es desarrollar un robot móvil de tracción diferencial capaz de realizar rutinas de manera eficaz para fines de investigación en algoritmos de control y tecnologías emergentes. Para lograr el objetivo se tendrá que completar algunos objetivos específicos como:

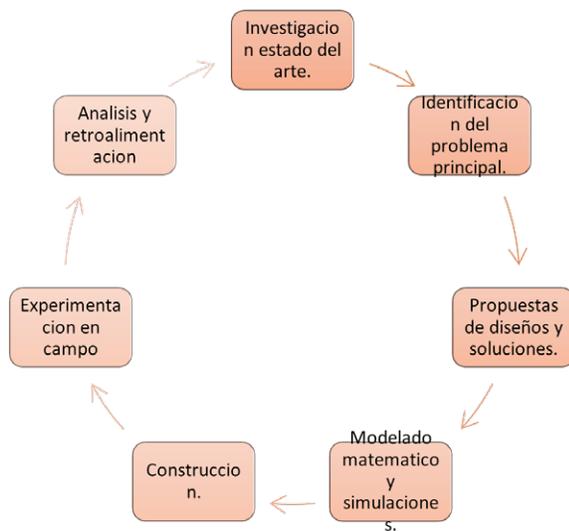
- Investigar y estudiar los temas relacionados con cinemática, dinámica y control de robots móviles.
- Identificar las fallas estructurales y dar mantenimiento al diseño creado en las etapas I y II.
- Proponer mejoras para el diseño mecánico de un robot móvil capaz de enfrentar diversas superficies terrestres.
- Realizar pruebas y rutinas en campo y demostrativas del nuevo diseño y evaluar su eficiencia.

II. METODOLOGÍA

Con la finalidad de conseguir los objetivos deseados se realizaron pruebas bajo un esquema de listado de verificación integrando características y aspectos importantes que sirvieron para tener un control y manejo de los datos analizados de manera ordenada y objetiva, (Figura 4).

El proyecto se limitó a realizarse en un lapso de 16 semanas, del 22 de agosto al 16 de diciembre del 2022 durante el periodo de residencias profesionales en el Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tláhuac, las pruebas y demostraciones se realizaron en las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac, principales zonas de cultivo de nopal, donde se efectuaron pruebas de control y seguimiento de trayectorias con reconocimiento de patrones en diferentes tipos de suelos y superficies: Arenoso, Pedregosos, asfalto, concreto rallado, pisos cerámicos.

Figura 4.
Diagrama de la metodología utilizada en el proyecto.



Nota. Fuente propia

Materiales:

Motores NPC-t64.

2 baterías de 12v de 18A cada una.

2 Puente H BTS7960

1 modulo regulador de voltaje.

Cable calibre 12.

Tubería de ptr, perfiles y placas de acero.

4 rines de 8in de diámetro.

Tornillos de cuerda fina con cabeza hexagonal y para llave allen.

Varilla roscada galvanizada de 5/8 con cuerda estándar.

Equipo:

Fuente de Voltaje 0-27v DC 20Amp.

Vernier, Flexómetro.

Herramientas eléctricas de corte, barrenado y desbaste de metal.

Herramientas de uso general (desarmadores, pinzas, etc)

Computadora portátil.

El multímetro se empleó para medir el voltaje y corriente de los actuadores alimentados por la fuente de voltaje con la que se alimentó a todo el robot durante las pruebas, además se utilizó para verificar continuidad entre los conductores.

III. RESULTADOS O AVANCES:

Las etapas I y II de este proyecto fueron presentadas en el 9º Congreso Internacional de Robótica y Computación (CIRC 2022), ponencia 22138 con el título Desarrollo de un Robot con Tracción Diferencial para Implementación de Controladores Robustos y Monitoreo Remoto.

Dando continuidad al proyecto, se procedió a hacer un reconocimiento del prototipo resultado de la investigación previa Etapa I y II (Castillo Velazquez, Rosas Domínguez, Velazquez Trejo, & M. I. Ruiz Gasca, 2022).

El Prototipo se integra por lo siguiente:

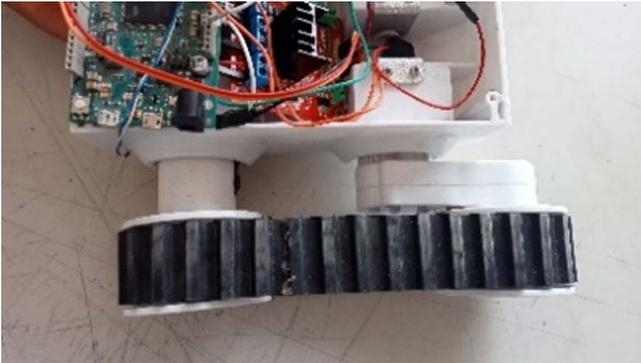
- Chasis del prototipo con sistema de locomoción de orugas con una configuración cinemática diferencial.
- La tarjeta de desarrollo que integra en un Arduino Due
- Driver puente h l298
- Motores GM25370
- Chasis, ruedas y soportes de motores impresos en 3D con PLA.

Se realizo un diagnóstico de fallas mecánicas y estructurales presentando como mayor problema los siguientes puntos:

- Debilidad y fracturas en los soportes de los motores provocadas por la tensión de la banda. (Figura 5 y Figura 6)
- El enrutamiento del cableado de los motores es inadecuado debido a que estaba expuesto por la parte inferior del robot, zona donde en suelos irregulares presenta mayor cantidad de fricción, siendo un posible factor de falla del prototipo.

- La falta de sujeción al chasis de las tarjetas controladoras supone un riesgo de cortocircuito para el prototipo. (Ver Figura 7)

Figura 5.
Falta de tensión en la banda por falla estructural en los soportes.



Nota. Fuente propia

Figura 6.
Rupturas en los soportes de los motores.



Nota. Elaboración propia

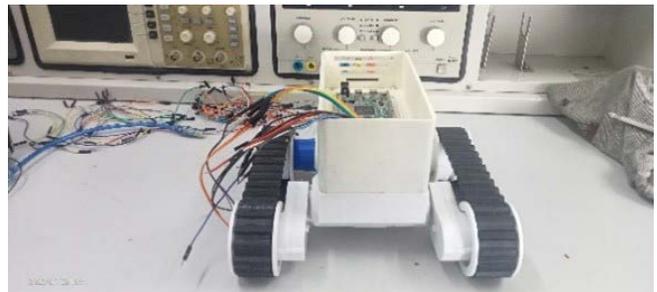
Figura 7.
Nulo anclaje de los motores a los soportes.



Nota. Elaboración propia

Se diseñó en computadora un soporte mejorado que da solución a las fallas (Figura 8), contemplando que no es un prototipo mecánica y estructuralmente robusto, por ello se optó por el método de impresión 3D en material de ABS. Los motores fueron instalados en los soportes y posteriormente fueron fijados al chasis con tornillos. Se realizó las conexiones electrónicas y se verificó que el funcionamiento fuese el correcto.

Figura 8.
Prototipo rehabilitado.

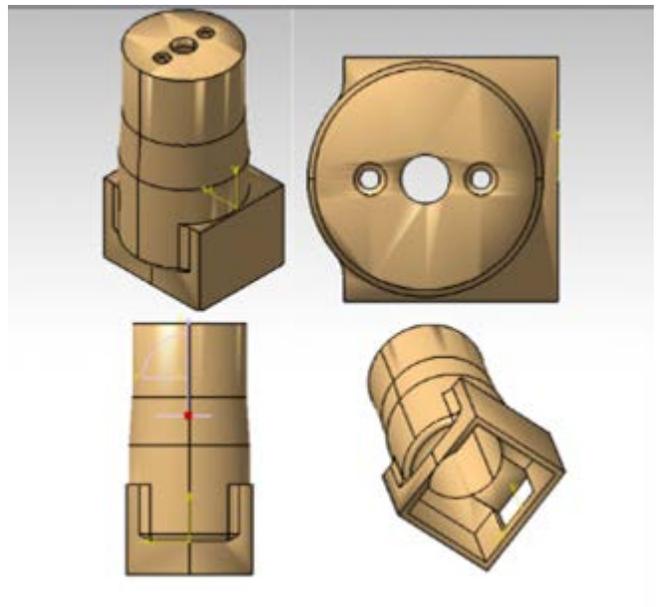


Nota. Elaboración propia

Propuestas de diseño

Con el propósito de dar continuidad a las investigaciones anteriores (Etapa 1 y 2) se busca un diseño robusto que la comunidad estudiantil pueda utilizar con cierta facilidad y que los costos y materiales de mantenimiento sean asequibles para motivar las propuestas y mejoras del robot. (Figura 9)

Figura 9.
Diseño en CAD de los soportes de motores.



Nota. Elaboración propia

Diseño E3-Gamma

Integra una configuración diferencial con tracción de orugas, chasis de aluminio, orugas fabricadas con cadena y piñones de bicicleta, integrado por un motor de 6v con reductor por engranes metálicos de ratio 1:34 y velocidad de 210rpm con un tamaño total de 300x250x20mm.

El diseño presenta falta de robustez mecánica y el sistema de tracción de oruga otorga cierta fiabilidad sacrificando sencillez al integrar gran cantidad de eslabones, los motores no son capaces de soportar más carga además de tener un espacio reducido para las futuras mejoras. (Figura 10).

Figura 10.

Propuesta de diseño E3-Gamma.



Nota. Elaboración propia

Diseño E3-Betta. (Figura 11)

Se reconfiguró el chasis y se propuso un cambio del mecanismo de tracción por ruedas.

El diseño consta de un chasis de acero con ruedas de acero de 254x100mm integrado con motores MY1016 de 24v, 300w y de 2750rpm con un arreglo externo de engranes de ratio 1:10 con dimensiones de aproximadamente de 650x500mm.

Los motores al no tener una etapa de reducción integrada de velocidad, vuelve más costosa su construcción además de que los tiempos de importación son de más de 1 mes. Las ruedas presentan mejoras en la tracción comparados con los neumáticos, sin embargo, el diseño implica una manufactura especializada en engranajes, lo que lo vuelve un diseño muy costoso.

Figura 11.

Propuesta de diseño E3-Betta.



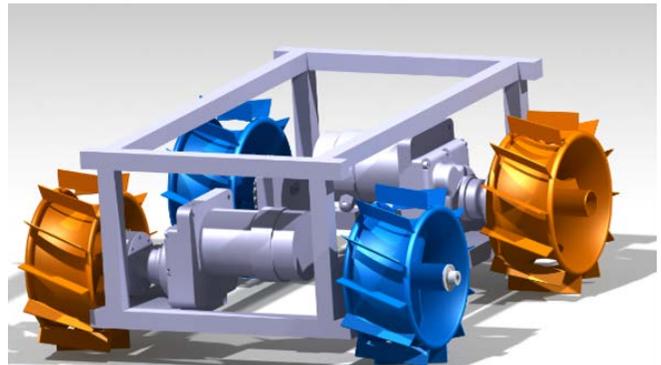
Nota. Elaboración propia

Diseño E3-Alpha. (Figura 12)

Se analizaron los diseños previos y se solucionaron algunos problemas de robustez y simplicidad, el diseño se integra por un chasis tubular cuadrado de acero, ruedas de acero de 254x100mm con baleros de carga, implementado con motores NPC-t64 de 24v, 230rpm con reducción integrada de ratio 20:1 y un Par de 1.8N/m, El robot con dimensiones aproximadas de 646x710x305mm.

Figura 12.

Diseño E3-Alpha.



Nota. Elaboración propia

El diseño se basó en la idea de (Barrientos Sotelo, García Sánchez, & Silva Ortigoza, 2007) que menciona que un diseño con un sistema de tracción por ruedas es un sistema con más sencillez comparado con la tracción por orugas o patas.

Se realizó una entrevista y demostración a través de una reunión virtual con el Ing. Sahel Iskander Flores Gomez quien recomendó reducir los concentradores de tensión en el chasis para aumentar la capacidad de carga del robot.

Figura 13.

Diseño E3-Leonardo.



Nota. Elaboración propia

Con excepción del chasis, mantiene las características del E3-Alpha, sin embargo, al chasis se le redujeron los concentradores de esfuerzos que se presentaban como ángulos rectos en la parte frontal y posterior del robot. Se mantiene la configuración de tracción diferencias de 4 ruedas. cada motor es controlado por un Puente H BTS7960 con capacidad para controlar de 6-27vDC

- Soporta pocos de hasta 43A.
- Soporta PWM arriba de 25khz.
- Señal de control de 3.3 a 5v.
- Peso de 66g.
- El encoder integrado es de tipo rotativo incremental.
- 100ppr de dos fases.
- Alimentación de 3-5v DC.
- Diámetro de eje de 3mm.

Construcción

Buscando la mejor forma de construcción del robot sin emplear equipo y herramientas con las que no se cuenta con el fin de no incrementar los gastos de construcción.

se optó por utilizar tubería de PTR de 1x1/2 en calibre 18, debido a que es una tubería de un calibre delgado, se realizó la soldadura con arco eléctrico con electrodos 6013-4 de 1/8, en (Oxgasa) se recomienda usar con polaridad directa entre 50-80A en posiciones planas. Por lo que se estará variando la corriente entre 75A y 100A en su mayoría y debido al calibre del PTR.

Chasis

Se inicio en la parte inferior de los laterales donde se presentan curvas en la tubería con diámetros 100mm para el interno y el externo 150mm, al no tener una roladora, se realizaron corte para lograr doblar la tubería y formar el medio círculo. (Figura 14)

Figura 14.

Soldadura en la curva inferior del chasis.



Nota. Elaboración propia

Se corto la tubería con un esmeril manual y se realizaron las soldaduras correspondientes, logrando una estructura de chasis rígida. (Ver Figura 15)

Figura 15.

Armado y soldado del chasis.



Nota. Elaboración propia

Como soporte de los motores se utilizó dos tramos de placa de acero de 5mm de espesor a los cuales se les realizó dos barrenos de 5/16 concéntricos a los barrenos de cada motor a su vez, se barreno una solera de acero para servir como junta entre el soporte y el motor, permitiendo una mejor fijación. (Ver Figura 16)

Para los dos soportes de las ruedas directas, se utilizó como soporte dos placas metálicas de 5mm a las cuales se les realizo un barreno de 5/8in que funcionaria para fijar el eje de la rueda al chasis. Los ejes que se utilizaron son varillas roscadas de 5/8in para con tres tuercas hexagonales.

Figura 16.
Barrenado de soporte del motor.



Nota. Elaboración propia

Posteriormente se soldaron 8 piezas de ángulo de 4cm de largo en calibre 18 que servirán como soportes para las baterías.

Finalmente, se realizó el esmerilado y lijado del chasis y se procedió a pintar en dos capas con pintura primer en aerosol y con 2 capas de pintura color naranja seguridad con un lijado entre capa con lija del número 300. (Ver Figura 17)

Figura 17.
Chasis pintado con color naranja seguridad.



Nota. Elaboración propia

Ruedas

Fabricadas con un rin de carretilla de diámetro de 8in que de acuerdo con el fabricante es capaz de soportar 180kg por cada rin. Se busco una catarina que fuera compatible con la cadena de bicicleta y se modificó incrementando el diámetro del barreno central para lograr encajar la catarina en el eje del rin. (Ver Figura 18)

Figura 18.
Soldadura de catarina al eje del rin.

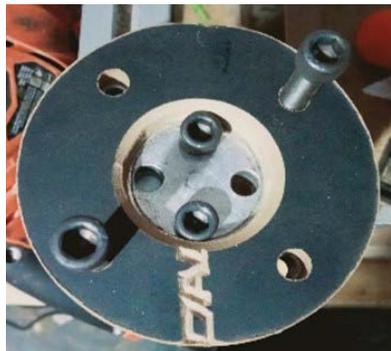


Nota. Elaboración propia

Se mecanizo en un CNC router un centrador y nivelador en mdf de 10mm, insertándolo en el eje del rin con una tolerancia de 0.2mm, posteriormente se acoplo la catarina sobre el nivelador y verificando que el nivel fuera el deseado se realizó la soldadura.

A dos rines que serán los destinados a estar acoplados al chasis con un eje de 5/8, únicamente se recortó el excedente del eje del rin mientras que para los otros dos rines se diseñó un espaciador o junta que permitirá ensamblar de manera correcta la catarina del rin al motor a través de tornillos. La junta o espaciador se diseñó y se generó el código G en el software vectric Aspire v8.5, se mecanizo en mdf de 10mm suficiente para sobrepasar el grosor de las cabezas de los tornillos que sujetan la placa de aluminio del motor a la flecha de este. (Ver Figura 19)

Figura 19.
Junta o espaciador de 10mm en MDF



Nota. Elaboración propia

Utilizando como guía al espaciador, se realizaron los barrenos en la catarina del rin (Ver Figura 20). Debido a que el eje del rin coincidiría con las cabezas del motor al momento del ensamblaje, se le realizaron cortes al eje con el fin del facilitar el acoplamiento del rin al motor:

Figura 20.
Cortes al eje del rin.



Nota. Elaboración propia

Se acoplo el rin con la catarina a la placa de aluminio del motor (Ver Figura 21), presnando el espaciador y dejándolo fijo con tornillos que atraviesan desde la catarina hasta la placa de aluminio.

Figura 20.
Ensamble del rin al motor.



Nota. Elaboración propia

Armado

El armado del robot no implico mas de 20 minutos, pues la correcta fabricación garantizo que los barrenos para los tornillos coincidieran, para su armado fue necesario fijar 11 tornillos para la electrónica y 36 tornillos para ensamblaje que otorgan un buen funcionamiento y buena fijación de motores, juntas, rines, y soportes al chasis. (Ver Figura 22)

Figura 22.
Armado del E3- Leonardo.



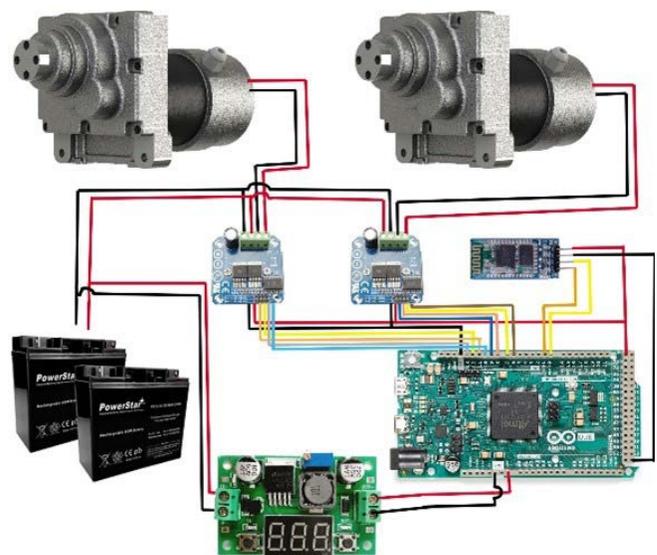
Nota. Elaboración propia

Conexión y diagramas eléctricos

para las pruebas iniciales se realizó las conexiones electrónicas de los drivers , las baterías y los motores. Debido a que las baterías presentan cierta inestabilidad en la corriente y voltaje, se implementó un módulo regulador de voltaje que alimentaría al Arduino Due.

Se utilizo un modulo bluetooth hc-06 para realizar la comunicación por bluetooth con un celular Android, que a través de una aplicación se estaría enviando al Arduino Due una señal de PWM con la que se controlaría el robot en Lazo abierto. (Ver Figura 23)

Figura 23.
Diagrama de conexiones eléctricas del E3-Leonardo.



Nota. Elaboración propia

Aplicación Móvil

Se programó una aplicación para el control del robot a través de bluetooth para la realización de las primeras pruebas.

La aplicación fue diseñada y programada en un entorno abierto y de fácil utilización.

App inventores al ser un entorno de desarrollo de software de aplicaciones móviles Android.

Aplicación para control en lazo abierto:

<https://drive.google.com/file/d/11CcIEg6mJIzOA9v-D6oV1riyqSzVQfYmH/view?usp=sharing>

IV. CONCLUSIONES

Se rehabilitó el prototipo de manera exitosa proponiendo algunas mejoras que le garantizan un mejor funcionamiento. El proceso de diseño y construcción del robot E3-Leonardo ha implicado contemplar una serie de parámetros que nos permitirán un escalado del prototipo, resultado de la etapa I y II, con mejoras en robustez mecánica y estructuralmente, en software como de hardware.

La construcción del robot ha implicado conocer diferentes técnicas de manufacturar piezas que a su vez requieren tiempo o herramientas específicas. El robot al tener una estructura más rígida y con motores de mayor robustez, permitirán realizar una comparación adecuada y con cierta fiabilidad entre los controladores PID y un ST.

En las etapas anteriores se padeció de lento avance y limitada comunicación con el personal profesional en un entorno no virtual. Actualmente se están corrigiendo errores y se están aprovechando los resultados reportados de las etapas I y II. Además, las importaciones de materiales han sido afectadas por las nuevas normas de salubridad lo que a generado retrasos e incrementos en los costos de importación. Estos son aspectos que se han afrontado de una manera positiva durante la pandemia por el COVID-19, intentando obtener la mejor alternativa o prever posibles retrasos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos Sotelo, V. R., García Sánchez, J. R., & Silva Ortigoza, R. (2007). *Robots Móviles: Evolución y Estado del Arte*. Distrito Federal, Mexico: Polibits.
- Castillo Velazquez, D. A., Rosas Domínguez, I., Velazquez Trejo, R. D., & M. I. Ruiz Gasca, M. A. (2022). Desarrollo de un robot con tracción diferencial para implementación de controladores robustos y monitoreo remoto. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, Especial Pädi*, 1-7.
- CHASING. (s.f.). Obtenido de CHASING M2 ROV | Professional Underwater Drone with a 4K UHD Camera: <https://www.chasing.com/es/chasing-m2.html>
- Infobae, J. P. (8 de Agosto de 2022). Infobae. Obtenido de Cámara 4K y ángulo de campo de 150°: así es el dron submarino que usarán para explorar la mina inundada de Sabinas: <https://www.infobae.com/america/mexico/2022/08/08/camara-4k-y-angulo-de-campo-de-150-asi-es-el-dron-submarino-que-usaran-para-explorar-la-mina-inundada-de-sabinas/>
- Mark W. Spong, S. H. (2004). *Robot Modeling and Control*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- MÉNDEZ, A. S. (24 de Septiembre de 2021). Con trajes de 45 kilos, así se preparan los elementos anti-bombas del Ejército. Obtenido de <https://www.milenio.com/politica/trajes-45-kilos-preparan-anti-bombas-ejercito>
- Oxgasa. (s.f.). Infrasal. Obtenido de Manual del Soldador: <https://www.infrasal.com/industria/phocadownloadpap/manual%20del%20soldador.pdf>
- Real Academia Española, R. (s.f.). *Diccionario de la lengua española* (23.5 en línea ed.). Recuperado el 29 de Septiembre de 2022, de <https://dle.rae.es/rob%C3%B3tico>
- Rueda, A. (30 de 03 de 12). La ciencia en México: 'asimétrica y centralizada'. Obtenido de SciDev.Net: <https://www.scidev.net/america-latina/news/la-ciencia-en-mexico-asim-trica-y-centralizada/>
- Stefek, A., Thuan Van Pham, V. K., & (member, I. a. (2022). Energy Comparison of Controllers Used for a Differential Drive Wheeled Mobile Robot. *IEEE Access*.

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE PEGAZULEJO UTILIZANDO EL MATERIAL SASCAB EXTRAÍDO DE LA MINA X-KANAKÚ DE LA EMPRESA TRIVASA

¹Diana Monserrat Colin Amador, dianamca26@gmail.com

²Yair Romero Romero, yromero@ciatej.mx

RESUMEN

Como respuesta al incremento en la demanda de materiales pétreos debido al presente auge constructivo en la Península de Yucatán, la empresa Trivasa ha tenido que incrementar su capacidad instalada de extracción de materias primas, generando a su vez, la producción de grandes volúmenes de material sascab. Dicho material, al poseer un alto contenido de agregado fino y porcentaje de humedad, ocasiona una baja resistencia en los productos que actualmente manufactura la empresa, motivo por el cual, no puede ser utilizado como materia prima en el proceso de fabricación de estos, al no cumplir con los parámetros de calidad indicados por la norma oficial mexicana NMX-C-111-ONNCCE (2018). Esta circunstancia propicia un impacto financiero negativo en la empresa Trivasa por el no aprovechamiento de los grandes volúmenes de material sascab extraídos de su banco de materiales. El objetivo de este proyecto fue desarrollar un prototipo de pegazulejo para baldosas empleando el material sascab como agregado fino en su composición. La metodología utilizada para el desarrollo de la propuesta de solución esta basada en el método científico experimental y contempla cuatro etapas: la caracterización física del material sascab, la caracterización física de los productos de la competencia, el desarrollo del prototipo experimental y la validación técnica de dicho prototipo. Los resultados que se obtuvieron demuestran que el prototipo de pegazulejo con material sascab es técnicamente factible al obtener valores de resistencia a la compresión muy similares a los de otros tres productos pegazulejos de la competencia. Asimismo, el diseño granulométrico propuesto para este prototipo cumple con los límites permitidos por la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE (2019). Para concluir, se buscará en la siguiente fase del proyecto evaluar las percepciones cualitativas en aplicaciones reales por parte de usuarios finales, con la finalidad de validar la deseabilidad comercial del prototipo desarrollado

ABSTRACT

In response to the increase in the demand for stone materials due to the current construction boom in the Yucatan Peninsula, the Trivasa company has had to intensify its installed capacity for the extraction of raw materials, generating, in turn, the production of large volumes of material sascab. Said material, having a high content of fine aggregate and percentage of humidity, causes a low resistance in the products that the company currently manufactures, which is why it cannot be used as raw material in the manufacturing process of these as it does not comply with the quality parameters indicated by the official Mexican Standard NMX-C-111-ONNCCE (2018). This circumstance leads to a negative financial impact on the Trivasa company due to the non-use of the large volumes of sascab material extracted from its material bank. The objective of this project was to develop a prototype of tile adhesive using the sascab material as a fine aggregate in its composition. The methodology used for the development of the solution proposal is based on the experimental scientific method and includes four stages: the physical characterization of the sascab material, the physical characterization of the competing products, the development of the experimental prototype and the technical validation of said prototype. The results obtained show that the tile adhesive prototype with sascab material is technically feasible, as it obtains compressive strength values very similar to those of three other competing tile adhesive products. Likewise, the granulometric design proposed for this prototype complies with the limits allowed by the Mexican standard NMX-C-077-ONNCCE (2019). To conclude, the next phase of the project will seek to evaluate the qualitative perceptions in real applications by end users, in order to validate the commercial desirability of the developed prototype.

PALABRAS CLAVE

Granulometría
Innovación
Prototipo
Recuperación

KEYWORDS

Granulometry
Innovation
Prototype
Recovery

¹ Universidad de Guadalajara, Sistema de Universidad Virtual / estudiante.

² Investigador por México del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Universidad de Guadalajara, Sistema de Universidad Virtual / docente.

I. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2021, el sector de la industria de la construcción en el Estado de Yucatán ha presentado una alza, como parte de las estrategias de reactivación económica del Gobierno del Estado (Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, 2021). Ejemplo de esto son los diversos proyectos de obras para el mejoramiento y conservación de la infraestructura carretera en Yucatán a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), así como también, los diversos complejos turísticos y hoteleros que se están desarrollando en todo el estado.

Lo anterior ha propiciado un incremento en la demanda de materiales para la construcción, ocasionando que todas las empresas dedicadas a este giro de negocio se den a la tarea de incrementar su producción, tanto de materias primas como de productos terminados.

En la búsqueda por cubrir las altas demandas de materias primas y productos terminados, la empresa Trivasa S.A. de C.V. ha incrementado su capacidad instalada de extracción y trituración de materiales pétreos, lo que ha derivado por estas actividades, grandes volúmenes de material sascab ubicado en la segunda capa estratigráfica de la mina X-Kanakú.

El sascab, del maya Sas k'aab que significa “tierra blanca”, “es una roca compuesta por carbonatos de calcio no consolidados sobre los que se superponen capas de sedimentos calizos” (Lorenzo y Carrascosa, 2019). Tiene una textura arenosa y fina, posee bajo contenido de magnesio y es de color blanquecino (Littmann, 1958; Pacheco y Alonzo, 2003; Perry, et al, 2003).

Este tipo de material rocoso es característico del tipo de suelo denominado kárstico, el cual se deriva de un fenómeno geológico que se suscita por la disolución y meteorización de la roca caliza (Martínez y Guerrero, 2020), la cual está conformada por carbonatos de calcio en porcentajes mayores al 70% (Ford y Williams, 2007). La disolución de estas rocas surge por diversos factores como el tiempo de exposición bajo la acción del agua de lluvia superficial o subterránea, el grado de porosidad y fracturación del estrato, e inclusive, por condiciones geohidrológicas y climáticas (Estrada-Medina et al., 2019).

De acuerdo con los resultados de un estudio geotécnico implementado por la empresa IPLANSA al subsuelo de la mina X-Kanakú en 2014, el material sascab compuesto principalmente de piedra caliza, posee características físicas muy

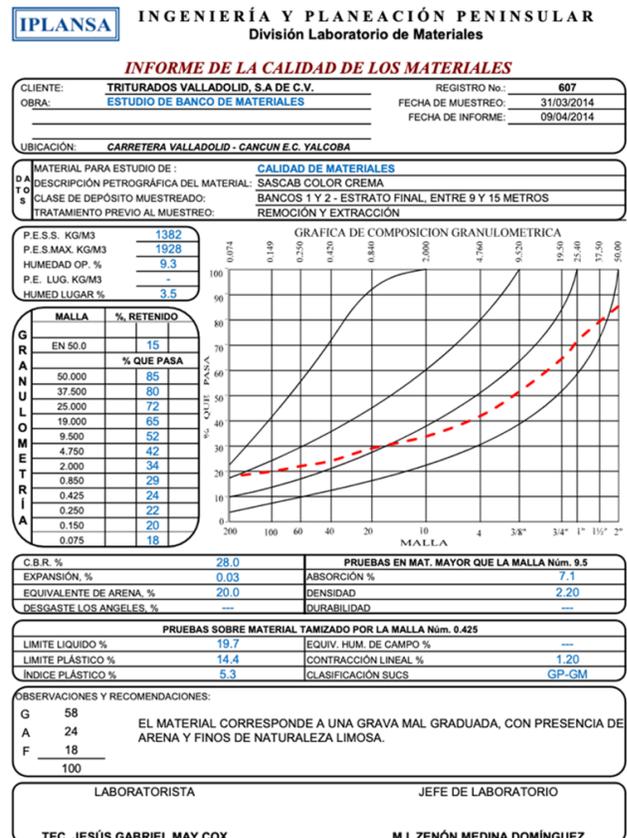
particulares como se aprecia en la figura 1, de entre las que destacan:

Alto contenido de material arenoso o fino de naturaleza limosa (mayor al 18%).

- Peso específico entre los 1,300 y 1,400 kg/m³.
- Alto porcentaje de humedad (mayor al 9%).
- Alto porcentaje de absorción de agua (mayor al 7%).
- Alto contenido de carbonatos de calcio (CaCo₃).

Figura 1

Caracterización mecánica y curva granulométrica del material sascab.



Fuente: obtenido del estudio geotécnico del subsuelo de la mina X-Kanakú, implementado por Ingeniería y Planeación Peninsular S. de R.L. de C.V, 2014

De acuerdo con la norma oficial mexicana NMX-C-111-ONNCCE (2018), “Agregados para concreto hidráulico-especificaciones y métodos de ensayo”, las características físicas que presenta el material sascab no son adecuadas para ser un agregado de buena calidad dentro de la mezcla de concreto utilizado en la producción de blocks, bovedillas y viguetas, principales productos comercializados por la empresa Trivasa.

Dicha norma indica que la arena debe tener como máximo 8% de material fino dentro de su composición, mientras que la grava no debe sobrepasar el 3% del mismo parámetro. El material sascab, al tener un porcentaje mayor al 18% de contenido de material fino dentro de su composición, no cumple con este parámetro marcado por la norma.

En relación con el porcentaje de humedad, la arena debe tener contenidos de entre 2% a 6%, mientras que la grava debe estar entre el 0.5% y 3%. El sascab de la mina X-Kanakú, al tener porcentajes de humedad mayores al 9%, no cumple con este parámetro indicado por la norma.

Por tal motivo, la problemática de este proyecto de innovación se centra en el desaprovechamiento de los grandes volúmenes de material sascab generados en el proceso de extracción de material pétreo de la mina X-Kanakú de la empresa Trivasa, debido a sus propiedades físicas no aptas para ser utilizado en los diversos procesos productivos de la empresa, al no cumplir con los parámetros de calidad indicados por la norma NMX-C-111-ONNCCE (2018).

Lo anterior ocasiona diversos efectos negativos en la empresa destacando principalmente el impacto financiero en los costos de extracción de materia prima al generarse aproximadamente 350,000 m³ anuales de material sascab, la reducción del espacio disponible en almacén de la mina para otros agregados y un impacto financiero por reserva minera no aprovechada de este material con aproximadamente 5.33 millones de m³.

Dada la problemática antes descrita, el principal objetivo de este proyecto es el desarrollo de un prototipo de pegazulejo para baldosas, utilizando el material sascab obtenido de la mina X-Kanakú de la empresa Trivasa, como agregado fino dentro de su composición.

A través de este proyecto se busca generar una nueva línea de productos que aprovechen la reserva minera de material sascab, y de este modo, puedan satisfacer las necesidades de un segmento de clientes claramente identificado por la empresa, los cuales van desde clientes minoristas, también denominados clientes de la autoconstrucción, hasta clientes mayoristas como constructoras, vivienderos y distribuidores. De igual modo, a través de estos nuevos productos, se tendrá la posibilidad de incursionar en nuevos canales de distribución y comercialización como tiendas minoristas centradas en productos para el hogar o empresas de retail.

II. METODOLOGÍA

El proceso experimental para la elaboración del prototipo de pegazulejo con material sascab, implementado del mes de septiembre de 2021 al mes de junio de 2022 por el departamento de innovación de la empresa Trivasa en la Ciudad de Valladolid, Yuactán, estuvo conformado por 4 etapas: la caracterización física del material sascab, la caracterización física de tres productos de la competencia, el desarrollo del prototipo experimental y la validación técnica de dicho prototipo

III. RESULTADOS O AVANCES

3.1 Etapa 1: Caracterización física del material sascab

El objetivo de esta primera etapa se centró en obtener la curva granulométrica del material sascab para su caracterización. Mediante el análisis granulométrico se pudo identificar cómo se encuentran distribuidas las partículas de este material de acuerdo con su tamaño y, a través de esta caracterización, determinar con mayor facilidad los porcentajes o proporciones a utilizar, por cada uno de los tamaños de partícula del material, en el diseño de fórmula del prototipo.

Para ello, se empleó el método de análisis granulométrico basado en la norma oficial mexicana NMX-C-077-ONNCCE (2019), “Industria de la construcción- Agregados para concreto-Análisis granulométrico- Método de ensayo”. En la tabla 1, se muestran los valores obtenidos del cribado de una muestra representativa de material sascab con la ayuda de un

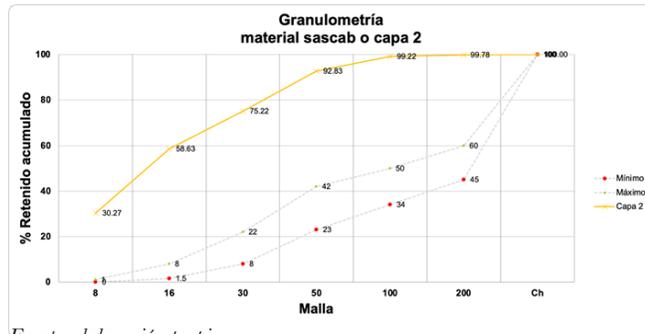
Tabla 1
Análisis granulométrico del material sascab.

Malla	Abertura (mm)	Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado
4	4.76	15	1.68	1.68	98.32
8	2.38	255	28.59	30.27	69.73
16	1.19	253	28.36	58.63	41.37
30	0.60	148	16.59	75.22	24.78
50	0.36	157	17.60	92.83	7.17
70	0.212	42	4.71	97.53	2.47
80	0.180	11	1.23	98.77	1.23
100	0.150	4	0.45	99.22	0.78
120	0.125	3	0.34	99.55	0.45
200	0.106	2	0.22	99.78	0.22
Tara		2	0.22	100.00	
Total		892	100.00		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se presentan los pesos retenidos en gramos por cada número de malla, así como el porcentaje de material retenido, el porcentaje de material retenido acumulado y el porcentaje de material que pasa por cada una de estas. Para graficar la curva granulométrica del material sascab, se usaron los datos del porcentaje de material retenido acumulado en las mallas número 8, 16, 30, 50, 100, 200 y charola como se muestra en la figura 2.

Figura 2.
Curva granulométrica del material sascab.



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica anterior, se plasman los límites máximos y mínimos que deben cumplir los agregados finos en las mezclas de concreto, señalados por la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE (2019).

Como se observa en la gráfica, el material sascab posee un alto contenido de partículas finas en porcentajes mayores a 99% en las mallas 100 y 200. Asimismo, su curva granulométrica se encuentra fuera de los límites permitidos para la elaboración de mezclas de concreto. Para el diseño de fórmula del prototipo de pegazulejo, se determinarán las dosificaciones adecuadas de sascab con la finalidad de obtener una granulometría con valores ubicados dentro de los límites permitidos por la norma.

3.2 Etapa 2: Caracterización física de los productos de la competencia

Con la finalidad de obtener un modelo o producto testigo que sirva como punto de partida en el diseño de fórmula del prototipo de pegazulejo empleando el material sascab, fue necesario caracterizar tres productos similares de la competencia. Los productos seleccionados como testigos pertenecen a tres marcas referentes y con gran posicionamiento en la industria de la construcción regional. Para efectos de este trabajo, se nombrarán a los tres productos pegazulejos de la competencia como PA, PB y PC.

Las propiedades físicas que se estudiaron en estos tres productos fueron el análisis granulométrico y la resistencia a la compresión.

Para obtener las granulometrías de los tres productos de la competencia, se empleó el procedimiento establecido por la norma oficial mexicana NMX-C-077-ONNCCE (2019) para el cribado de las muestras representativas de cada uno de estos productos con la ayuda de un juego de mallas de agregado fino. En las tablas 2, 3 y 4, se muestran los valores obtenidos en los ensayos de granulometría de los pegazulejos de la competencia.

Tabla 2.
Análisis granulométrico del pegazulejo PA.

Malla	Abertura (mm)	Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado
30	0.60	80.1	13.24	13.24	86.76
50	0.36	159.7	26.40	39.64	60.36
70	0.212	151.4	25.02	64.66	35.34
80	0.180	89.1	14.73	79.39	20.61
100	0.150	63.6	10.51	89.90	10.10
120	0.125	42.4	7.01	96.91	3.09
140	0.106	10.9	1.80	98.71	1.29
200	0.090	4.9	0.81	99.52	0.48
Charola		2.9	0.48	100.00	
Total		605.0	100.00		

Nota: Elaboración propia

Tabla 3.
Análisis granulométrico del pegazulejo PB.

Malla	Abertura (mm)	Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado
30	0.60	77	12.46	12.46	87.54
50	0.36	133.6	21.61	34.07	65.93
70	0.212	114.8	18.57	52.65	47.35
80	0.180	172.4	27.89	80.54	19.46
100	0.150	75.2	12.17	92.70	7.30
120	0.125	24.4	3.95	96.65	3.35
140	0.106	11.9	1.93	98.58	1.42
200	0.090	4.8	0.78	99.35	0.65
Charola		4	0.65	100.00	
Total		618.1	100.00		

Nota: Elaboración propia

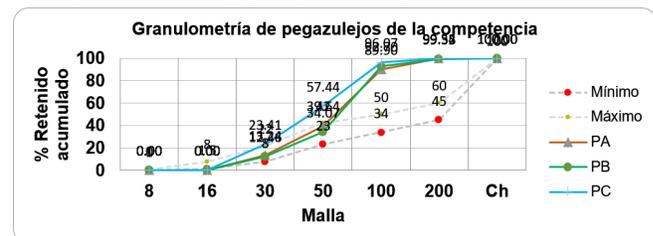
Tabla 4.
Análisis granulométrico del pegazulejo PC.

Malla	Abertura (mm)	Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado
30	0.60	182.2	23.41	23.41	76.59
50	0.36	264.8	34.03	57.44	42.56
70	0.212	134.5	17.28	74.72	25.28
80	0.180	120.5	15.48	90.21	9.79
100	0.150	45.6	5.86	96.07	3.93
120	0.125	15.1	1.94	98.01	1.99
140	0.106	9.6	1.23	99.24	0.76
200	0.090	2.3	0.30	99.54	0.46
Charola		3.6	0.46	100.00	
Total		778.2	100.00		

Nota: Elaboración propia

Para graficar la curva granulométrica de los tres productos pegazulejos de la competencia, se usaron los datos del porcentaje de material retenido acumulado en las mallas número 30, 50, 100, 200 y charola como se muestra en la figura 3.

Figura 3.
Curvas granulométricas de pegazulejos de la competencia.



Nota: Elaboración propia

Como se observa en la gráfica anterior, los tres productos pegazulejos de la competencia poseen granulometrías con contenidos de partículas finas entre 89% a 96% en la malla 100. De igual manera, se puede apreciar que los porcentajes de material retenido en las mallas 30 y 50 de los pegazulejos PA y PB se encuentran dentro de los límites permitidos para el desarrollo de mezclas de concreto. Sin embargo, a partir de la malla 100 a charola sus porcentajes se disparan ocasionando que sus curvas granulométricas no cumplan por completo con dichos límites.

La segunda propiedad física evaluada en cada una de las muestras de los productos de la competencia fue el análisis de resistencia a la compresión basado en la norma oficial mexicana NMX-C-083-ONNCCE (2014), “Industria de la construcción-Concreto-Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes-Método de ensayo”.

Para efectuar esta prueba fue necesario preparar la mezcla de cada producto de la competencia añadiéndole la cantidad de agua indicada por las etiquetas de cada uno de estos. Una vez preparadas las mezclas, se procedió a elaborar los especímenes para las pruebas de resistencia, colocando un poco de la muestra dentro de moldes cilíndricos de metal, para posteriormente, dejarlos secar durante 28 días.

El valor de resistencia a la compresión del pegazulejo PA, como se observa en las figuras 4 y 5 fue de $4,125 \frac{Kg}{dm^2}$ o $41.25 \frac{Kg}{cm^2}$.

Figura 4 y 5.

Prueba de resistencia a la compresión del pegazulejo PA.



Fuente: imágenes obtenidas de la empresa Trivasa S.A. de C.V., 2022.

Por otro lado, el valor de resistencia a la compresión del pegazulejo PB, como se observa en las figuras 6 y 7 fue de $3,970 \frac{Kg}{dm^2}$ o $39.70 \frac{Kg}{cm^2}$.

Figura 6 y 7.

Prueba de resistencia a la compresión del pegazulejo PB.



Fuente: imágenes obtenidas de la empresa Trivasa S.A. de C.V., 2022.

A su vez, el valor de resistencia a la compresión del pegazulejo PC, como se observa en las figuras 8 y 9 fue de $3,991 \frac{Kg}{dm^2}$ o $39.91 \frac{Kg}{cm^2}$.

Figura 8 y 9.

Prueba de resistencia a la compresión del pegazulejo PC.



Fuente: imágenes obtenidas de la empresa Trivasa S.A. de C.V., 2022.

3.3 Etapa 3: Desarrollo de prototipo experimental

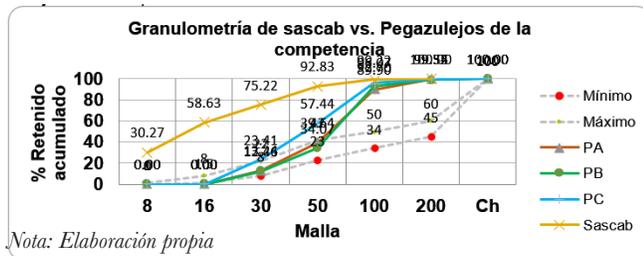
Como primer paso en el desarrollo del prototipo de pegazulejo utilizando el material sascab como parte de su composición, fue la obtención de un referente o modelo que sirva como punto de partida para establecer los porcentajes iniciales de dosificación.

Para ello, fue necesario comparar las curvas granulométricas de este material contra las de los productos pegazulejos de la competencia.

En la figura 10 se muestra la comparativa entre las curvas granulométricas del sascab contra las de los tres productos pegazulejos de la competencia. En esta gráfica se puede apreciar como la granulometría del material sascab difiere, en la mayor parte de su curva, con respecto a las granulometrías de los productos pegazulejos de la competencia. Sin embargo, los porcentajes de material retenido en la malla 100, tanto de este material como de los productos de la competencia, se asemejan en sus valores, indicando con esto, que los cuatro poseen alto contenido de partículas finas de entre 89% y 99%.

Figura 10.

Gráfica comparativa de las curvas granulométricas entre el material sascab y los productos pegazulejos de la competencia.



Nota: Elaboración propia

Para determinar los porcentajes de dosificación empleados en la fórmula, primero fue necesario diseñar la granulometría a usar en dicho prototipo. De acuerdo con la curva granulométrica del producto testigo PA, y considerando que el prototipo a desarrollar debe cumplir con los límites máximos y mínimos señalados por la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE (2019), la granulometría de este último debe tener un mayor porcentaje de retenido acumulado en las mallas 100, 200 y charola. Para ello, fue necesario comenzar el diseño de la granulometría con un porcentaje de retenido individual de entre el 23% y 42% en la malla 50.

Con la finalidad de seguir incrementando el porcentaje de retenido acumulado en las mallas 100, 200 y charola, sin omitir que los límites permitidos por la norma NMX-C-077-ONNCCE (2019) para el porcentaje retenido acumulado en la malla 200 es de entre el 45% y 60%, se definieron valores

de porcentaje retenido individual de entre el 8% y 27% para la malla 100 y de entre el 10% y 26% para la malla 200. En la tabla 5, se muestra el diseño granulométrico para el prototipo pegazulejo P1 con material sascab.

Tabla 5.

Diseño granulométrico del prototipo de pegazulejo con material sascab.

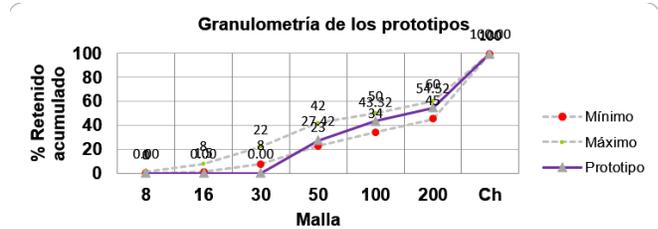
Malla	Retenido (gr)	(%) Retenido Individual	(%) Retenido Acumulado	(%) Pasa Acumulado
3/8"	0	0	0	100
No. 4	0	0	0	100
No. 8	0	0	0	100
No. 16	0	0	0	100
No. 30	0	0	0	100
No. 50	209.1	27.42	27.42	72.58
No. 100	121.3	15.90	43.32	56.68
No. 200	85.4	11.20	54.52	45.48
Charola	346.9	45.48	100.00	0
Total	762.7	100.00		

Nota: Elaboración propia

De igual manera, en la figura 11 se observa la curva granulométrica de dicho prototipo.

Figura 11.

Curva granulométrica del prototipo de pegazulejo P1 con material sascab.



Nota: Elaboración propia

El diseño granulométrico anterior se propuso con la finalidad de brindarle al prototipo una mayor manejabilidad y una consistencia más fluida, características esenciales que deben de tener los pegazulejos para cumplir con las necesidades de los usuarios finales. Para evitar los problemas de resistencia que pudieran surgir en el prototipo por la falta de agregado grueso en el diseño de fórmula, fue necesario agregar entre un 16% y 17% de cemento gris como materia prima. Asimismo, para mejorar las propiedades de adherencia, manejabilidad y fluidez del prototipo, se adicionaron a la fórmula dos aditivos líquidos en porcentajes de entre 0.16% y 0.18% para el aditivo 1, y de entre 0.07% y 0.08% para el aditivo 2.

3.4 Etapa 4: Validación de prototipo experimental

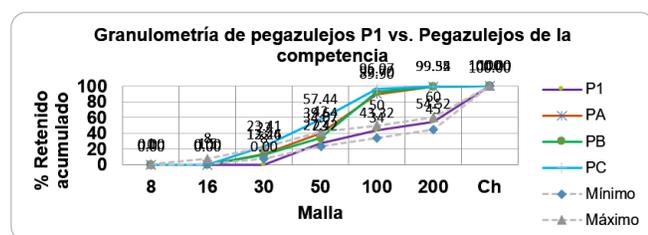
Para validar la factibilidad técnica del prototipo desarrollado, fue necesario someterlo a pruebas de resistencia a la compresión. Para ello, se preparó la mezcla de este producto añadiéndoles 4 litros de agua a una muestra de 20 kilogramos. Una vez obtenida la mezcla, se conformaron los especímenes para las pruebas de resistencia a la compresión de acuerdo con la norma NMX-C-083-ONNCCE (2014), y finalizado el tiempo de curado de 28 días, estos fueron enviados a un laboratorio externo para la aplicación de los ensayos de resistencia.

Concluida la validación del prototipo desarrollado, se analizaron los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio con la finalidad de determinar si es técnicamente factible para ser producido en masa, y posteriormente, lanzado al mercado. Para ello, fue necesario comparar los resultados de granulometría y resistencia a la compresión entre el prototipo experimental y los productos de la competencia.

Como se aprecia en la figura 12, la granulometría del prototipo de pegazulejo P1 con material sascab cumple, en la mayor parte de su curva, con los límites máximos y mínimos permitidos por la norma NMX-C-077-ONNCCE (2019) para el desarrollo de mezclas de concreto. De igual manera, dicho prototipo contiene porcentajes de material retenido en la malla 50 muy parecidos a los productos de la competencia. Sin embargo, a partir de la malla 100, los porcentajes de material retenido en el prototipo adquieren valores muy distintos a los otros tres productos. Si bien estos últimos presentan un salto abrupto de la malla 50 a la 100, el prototipo de pegazulejo P1 tiene la tendencia a mantener sus porcentajes dentro de los límites, conservando cantidades adecuadas de partículas finas en las últimas mallas.

Figura 12.

Gráfica comparativa de las curvas granulométricas entre el prototipo de pegazulejo P1 y los productos pegazulejos de la competencia.



Nota: Elaboración propia

El segundo análisis comparativo de estos productos se centra en los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión. Como se aprecia en la tabla 6, la muestra con mejor resultado fue el pegazulejo PA con 41.25 Kg/cm². Asimismo, el prototipo pegazulejo P1 obtuvo la resistencia más baja en comparación con las de los otros tres productos

de la competencia, lo anterior puede deberse a contenidos más altos de cemento en la fórmula de estos últimos. Aún cuando el resultado de resistencia a la compresión del prototipo pegazulejo P1 haya sido el más bajo, la diferencia entre este y el producto testigo PA es de 3.25 Kg/cm², lo que puede considerarse como una discrepancia mínima al encontrarse en rangos de valores muy cercanos con relación a los otros dos productos de la competencia.

Tabla 6.

Comparativa de resultados de resistencia a la compresión entre el prototipo de pegazulejo P1 y los productos pegazulejos de la competencia.

Producto	Pegazulejo PA	Pegazulejo PB	Pegazulejo PC	Prototipo pegazulejo P1
Resistencia a compresión 28 días (Kg/cm ²)	41.25	39.70	39.91	38.00

Nota: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis granulométrico y de las pruebas de resistencia a la compresión realizados, tanto al prototipo de pegazulejo P1 con material sascab como a los otros tres productos de la competencia, se puede concluir que el material sascab es técnicamente factible para ser utilizado como agregado o materia prima, en la producción de un pegazulejo para baldosas o losetas, utilizando las dosificaciones determinadas en su diseño de fórmula.

Cabe destacar, que el diseño granulométrico del prototipo de pegazulejo con material sascab cumple con los límites permitidos por la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE (2019) y adicionalmente, posee una resistencia a la compresión con una diferencia mínima en comparación con los valores de resistencia de los productos de la competencia, con lo cual, se puede comprobar la factibilidad técnica para su uso de manera comercial. Sin embargo, en la siguiente etapa de este proyecto de innovación se buscará validar la deseabilidad comercial de este prototipo, evaluando su funcionalidad en aplicaciones reales por parte de usuarios finales. Para ello, se empleará la metodología de innovación conocida como Design Thinking o “diseño pensado en el cliente”, para obtener las percepciones cualitativas y necesidades más importantes de los usuarios finales, para posteriormente, realizar ajustes en el diseño de fórmula.

A lo largo de este proyecto se presentaron varios obstáculos como consecuencia de la pandemia de COVID-19, destacando la falta de disponibilidad de los laboratorios externos para realizar las pruebas de resistencia a los especímenes desarrollados, debido al cierre de actividades no esenciales. Asimismo, se presentó una restricción en el número de personas o afluencia para realizar las pruebas en el laboratorio de materiales de la empresa y se suscitaron retrasos en el cronograma de proyecto por el periodo de aislamiento indicado por las autoridades sanitarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán [DOF] (2021, 30 de diciembre). Decreto 441/2021 por el que se emite el Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Yucatán para el Ejercicio Fiscal 2022. https://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2021/2021-12-30_2.pdf
- Estrada-Medina, H., Jiménez-Osornio, J. J., Álvarez-Rivera, O., & Barrientos-Medina, R. C. (2019). El karst de Yucatán: su origen, morfología y biología. *Acta Universitaria*, 29, 1-18. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2292>
- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst Hydrology and Geomorphology*. England: Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Littmann, E. (1958). Ancient Mesoamerican Mortars, Plasters, and Stuccos: The composition and origin of sascab. *American Antiquity*, 24(2), 172-176. <https://doi.org/10.2307/277478>
- Lorenzo, F., & Carrascosa, B. (2019). Influencia de los aditivos orgánicos naturales en la resistencia a la cristalización de sales en morteros tradicionales de cal con distinto árido. Análisis del caso: sitio arqueológico La Blanca, Petén, Guatemala. *Devenir - Revista de Estudios Sobre Patrimonio Edificado*, 6(12), 11-26. <https://doi.org/10.21754/devenir.v6i12.741>
- Martínez, M., & Guerrero, L. (2020). Uso tradicional de morteros con chucum en la península de Yucatán, México. *Journal of Traditional Building*, 1, 498-508. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7667672>
- NMX-C-077-ONNCCE-2019. (2019). NORMA Oficial Mexicana NMX-C-077-ONNCCE-2019, Industria de la construcción-Agregados para concreto-Análisis granulométrico- Método de ensayo. Diario Oficial, Secretaría de Economía.
- NMX-C-083-ONNCCE-2014. (2014). NORMA Oficial Mexicana NMX-C-083-ONNCCE-2014, Industria de la construcción-Concreto-Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes-Método de ensayo. Diario Oficial, Secretaría de Economía.
- NMX-C-111-ONNCCE-2018. (2018). NORMA Oficial Mexicana NMX-C-111-ONNCCE-2018, Industria de la Construcción-Agregados para concreto hidráulico-Especificaciones y métodos de ensayo. Diario Oficial, Secretaría de Economía.
- Pacheco, M., & Alonzo, S. (2003). Caracterización del material calizo de la formación Carrillo Puerto en Yucatán. *Ingeniería*, 7(1), 7-19. Obtenido de <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/caracterizacion.pdf>
- Perry, E., Velazquez-Oliman, G., & Marín, L. (2002). The hydrogeochemistry of the karst aquifer system of the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *International Geology Review*, 44(3), 191-221. <https://doi.org/10.2747/0020-6814.44.3.191>

DIAGNÓSTICO PARA LA GENERACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA EN UN MONTACARGAS GP25N DE UNA EMPRESA FORRAJERA.

¹ Luis Libreros Gómez, a17020014@itsperote.edu.mx

² Daniel Bello Parra, daniel.bello@perote.tecnm.mx

³ Félix Murrieta Domínguez, felix.murrieta@perote.tecnm.mx

RESUMEN

El plan de mantenimiento preventivo es un formato que se ajusta a las necesidades de alguna actividad, componente o máquina, con la intención de prevenir fallas o averías dentro de un sistema. Un diagnóstico es un análisis detallado de aquellas incapacidades localizadas dentro de algún componente enlazado entre sí. Para la elaboración de este plan de mantenimiento preventivo fue necesario partir del reconocimiento de los factores que rodean al montacargas, dentro de su entorno laboral, posteriormente se desplazaron los resultados en una evaluación, un tratamiento, y propuesta de mejora para mantener controlado los sistemas de la máquina. Con la elaboración de este programa inclinado al mantenimiento preventivo se espera reducir los tiempos muertos no planificados, contribuyendo eficazmente al flujo continuo de operaciones, dentro de los procesos tácticos del departamento de logística y atribuir directamente a la preservación del montacargas. En la actualidad las tareas de acción preventiva son el apetito primordial de las pequeñas y grandes organizaciones, ya que la disminución o corte excesivo en la mantenibilidad de sus equipos representa pérdidas financieras. La utilidad de este plan de mantenimiento brinda una planificación mejor ejecutada para la inspección, cambio y corrección de algún componente interno del montacargas, facilitando la inducción para el personal responsable. La ejecución de una herramienta de grado preventiva auxilia a la empresa a mantener su sistema de gestión de mantenimiento mejor administrada y perdurar la cadena de valor siempre en movimiento.

PALABRAS CLAVE

Diagnóstico
Eficaz
Planificación

ABSTRACT

The preventive maintenance plan is a format that adjusts to the needs of any activity, component or machine, with the intention of preventing failures or breakdowns within a system. A diagnosis is a detailed analysis of those disabilities located within some interlinked component. For the elaboration of this preventive maintenance plan, it was necessary to start from the recognition of the factors that surround the forklift, within its work environment, later the results were moved in an evaluation, a treatment, and an improvement proposal to keep the systems controlled. of the machine. With the elaboration of this program inclined to preventive maintenance, it is expected to reduce unplanned downtime, effectively contributing to the continuous flow of operations, within the tactical processes of the logistics department and directly attributing to the preservation of the forklift. Currently, preventive action tasks are the primary appetite of small and large organizations, since the decrease or excessive cut in the maintainability of their equipment represents financial losses. The usefulness of this maintenance plan provides a better executed planning for the inspection, change and correction of some internal component of the forklift, facilitating the induction for the responsible personnel. The execution of a preventive grade tool helps the company to keep its maintenance management system better managed and to keep the value chain always in motion.

KEYWORDS

Diagnosis
Effective
Planning

¹ Instituto Tecnológico Superior de Perote/Estudiante
^{2, 3} Instituto Tecnológico Superior de Perote/Docentes



I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los recursos de abastecimiento, materiales y financieros son catalogados como una estrategia destacada en la industria ya que los beneficios se traducen en una reducción de costos y una mejor calidad en los productos. Teniendo como precedente esta información la mayor parte de las empresas que manufacturan y comercializan productos poseen máquinas que forman parte de sus recursos primordiales, este tipo de maquinaria es sometida a labores intensas y constantes, por eso es necesario considerar que en la mayoría de las empresas sobre todo las de categoría pequeña o mediana en las cuales los recursos físicos exigen labores de preservación y mantenimiento de sus equipos, comúnmente deben ser atendidas por personas de diferentes niveles de conocimientos para prevenir que los componentes mecánicos y eléctricos, sufran daños al transcurrir el tiempo, por lo cual el técnico debe asegurar un chequeo regular de los equipos para garantizar un buen funcionamiento, sin embargo esta tarea no es fácil de ejecutar, ya que un plan de mantenimiento preventivo va a definir la estrategia del mantenimiento más pertinente aplicado sobre un equipo frente a las consecuencias de no aplicarlo.

Por lo general el mantenimiento preventivo funciona de forma eficiente cuando la producción posee una infraestructura bien organizada, es decir, que entre más maquinaria se mantenga en operación, será necesario una planificación preventiva a fin de evitar lo que conocemos como “mantenimiento correctivo” ya que éste último suele ser ocasionado por una falla crítica que incapacita a los equipos y requieren su reparación correspondiente, apoyado con un protocolo que permita llevar un control de rutina como limpieza, suministro de insumos, cambio de piezas, revisión y chequeo de sus componentes mecánicos y eléctricos, entre otros. Esto con el propósito de interrumpir lo menos posible en flujo de producción en una empresa, ocasionada por fallas o defectos en la maquinaria y dependiendo del tipo de operación ya sea manual o automatizado.

El objetivo de este artículo hace mención de la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo, específicamente en una Planta Forrajera de la región del Cofre de Perote, ya que la disponibilidad actual de los equipos presenta un margen de mejora. Esta propuesta elaborada y presentada, tiene como finalidad contribuir significativamente a la empresa mediante la aportación de información valiosa, una metodología de diagnóstico de problemas en el cual los datos

fluyan de forma diaria para la detección de irregularidades e incluso formatos que faciliten el mantenimiento de rutina para el personal operativo, aportando propuestas de mejoramiento por parte del personal responsable que continuamente estará revisando los equipos.

Puesto que los retrasos en el proceso de almacenamiento y traslado de productos representan pérdidas económicas significativas debido a que el mantenimiento correctivo es constante en el equipo de carga, absorbiendo un alto porcentaje de tiempo laboral, tiempo que puede ser aprovechado al máximo con la implementación del mismo; y a su vez proporcionar una mayor seguridad laboral al personal operativo dentro del área de trabajo.

El plan de mantenimiento preventivo ofrece un aporte significativo en los procesos de ejecución dentro del departamento de logística, impactando en los tiempos de almacenamiento, los movimientos de productos y una salud financiera mejor estabilizada, ya que las intervenciones en mantenimientos preventivos serán menos intermitentes, favoreciendo el flujo continuo de operaciones.

II. METODOLOGÍA

El propósito de esta investigación es analizar los elementos que rodean a la unidad de carga, a fin de realizar un diagnóstico de los factores más débiles, enfocado a las necesidades de la planta, a través de un análisis visual, investigación in situ, investigación descriptiva, investigación documental, e investigación cuantitativa, cuyo propósito final es la canalización de la unidad de carga y la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo.

- Los objetivos realizados para el desarrollo de esta investigación son los siguientes:
- Conocer todos los factores que participan dentro del entorno del montacargas Caterpillar GP25N mediante un levantamiento isométrico a través de la herramienta (Factory IO 2022).
- Identificar las estaciones de trabajo que forman parte de las actividades diarias de la unidad de carga a través de diagrama de recorrido.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos mediante la técnica de cronómetro de vuelta a cero que permita el cálculo de tiempos sin planificación de acuerdo a la necesidad requerida y el tiempo aproximado por movimiento de pallet de la unidad de carga.
- Diseñar una propuesta de mejora mediante un plan de mantenimiento preventivo para la unidad de carga ajustado a las necesidades de la planta.

A continuación, se describen las actividades para la metodología aplicada en el desarrollo del presente proyecto:

Etapa 1: Conocer los factores que participan dentro del entorno del montacargas Caterpillar GP25N.

Como primera etapa se llevó a cabo un levantamiento Isométrico del montacargas Caterpillar GP25N con el objetivo de conocer su entorno laboral y tener datos cualitativos de los factores que lo rodean, utilizando (Factory IO 2022) para su representación. La Universidad Politécnica de Valencia a través del autor (Satorres, 2021) hace mención que el programa Factory IO pertenece en la digitalización para la revolución industrial 4.0 y permite la construcción virtual de elementos de una fábrica, utilizando el enfoque de elementos y piezas industriales. El empleo de la industria 4.0 es una metodología para usos tecnológicos inclinado en los procesos de producción., desde el punto de vista científico el autor (Cortés et al., 2017) la industria 4.0 y la manufactura inteligente son parte de una transformación, en la que las tecnologías de fabricación y de la información se han integrado para crear innovadores sistemas de manufactura, gestión y formas de hacer negocios, que permiten optimizar los procesos de fabricación, alcanzar una mayor flexibilidad, eficiencia y generar una propuesta de valor para sus clientes, así como responder de forma oportuna a las necesidades de su mercado.

Etapa 2: Identificar las estaciones de trabajo.

Como segunda etapa se utilizó un diagrama de recorrido para conocer la ruta de trabajo y las secciones que conforman el ambiente laboral de la unidad carga. (Calderón, 2018) menciona que este tipo de herramienta es una representación gráfica, del cual se puede obtener un mejor enfoque de la disposición de instalaciones y actividades realizadas en una línea de proceso.

Etapa 3: Realizar un estudio de tiempos y movimientos

Para la tercera etapa se hizo uso de la técnica de estudio de tiempos y movimientos, la inducción de este instrumento de análisis, permitió conocer de manera más detallada la lectura de tiempos sin planificación de acuerdo a la necesidad requerida y el tiempo aproximado por movimiento de pallet de la unidad de carga. El autor (Andrade, 2019). Define que este tipo de estudio consiste en la determinación del tiempo que requiere completar un proceso, actividad, tarea o paso específico. El diagnóstico se plantó directamente en la unidad de carga con la intención de conocer puntualmente las condiciones en la que opera y poder solventar las incapacidades identificadas, de acuerdo al punto de vista (Huilcapí, et al., 2020) dice que este tipo de herramienta permite conocer cómo funciona un componente dentro de una compañía en el momento actual y recabar la información necesaria para

diseñar las intervenciones para un cambio mejor planificado a partir del diagnóstico.

Etapa 4: Diseñar una propuesta de mejora para la unidad de carga

La cuarta etapa consistió en diseñar una propuesta para el desarrollo de un plan de mantenimiento, así como los formatos enfocados a las necesidades de la unidad de carga divididos por horas predeterminadas y recomendaciones del fabricante. El autor (R. Sacrista, 2014) aporta que “las filosofías tradicionales del mantenimiento preventivo, basadas fundamentalmente en las recomendaciones de los fabricantes, pueden dar lugar a un mantenimiento excesivo, debido a la carencia de unas bases técnicas específicas para cada sistema, equipo o instalación ubicados en una determinada industria, pues el comportamiento, en general, va a ser diferente en cada una de estas aplicaciones. Por tanto, se pretende mejorar la disponibilidad del sistema disminuyendo los costes de mantenimiento asociados”.

III. RESULTADOS

III.1 Dibujo técnico aplicado en levantamiento isométrico.

Se utilizó el dibujo técnico para un levantamiento isométrico de todos los factores que rodean a la unidad de carga, (figura 1) con el propósito de conocer de manera más eficiente, sus comportamientos laborales.

Fue realizado dentro del departamento de logística directamente en el despacho de distribuidores.

Figura 1
Levantamiento isométrico del departamento de Logística en software Factory IO.



Nota: Dibujo Técnico, Fuente: Elaboración propia, basado en Satorres, 2021

El producto obtenido del levantamiento isométrico es fundamental para conocer con mayor puntualización las actividades de la máquina de carga.

III.2 Diagrama de recorrido

Una vez identificado los factores laborales a través de la representación figura 1 de la unidad de carga, se realizó la lectura del periodo determinado (Tabla 1), a través de la herramienta toma de tiempos y movimientos que fue considerada la información del autor (Tejeda, 2017) ya que permitió analizar la ruta (Tabla 2), las estaciones de operación y los tiempos muertos no planificados (Tabla 3, 4), posteriormente se desplazaron los resultados en un Diagrama de recorrido utilizando las aportaciones de (Aquino 2015) una vez comprendido se utiliza Factory IO en calidad de interfaz y el programa Word 2022 como editor, (figura 2) logrando calcular el tiempo de operación, obteniendo un efecto cuantitativo de cinco minutos aproximados por movimiento de pallet. El diagrama de ruta simplifica de manera más precisa los departamentos y secciones que forman parte del sistema de operación.

Tabla 1

Tiempos sin planificación de acuerdo a la necesidad requerida

N.º	TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO
1	30 segundos.
3	3 segundos.
4	25 segundos.
5	5 segundos.
6	8 segundos.
7	4 segundos.
8	5 segundos.
9	145 segundos.
RE.	75 segundos.
=	5 minutos totales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

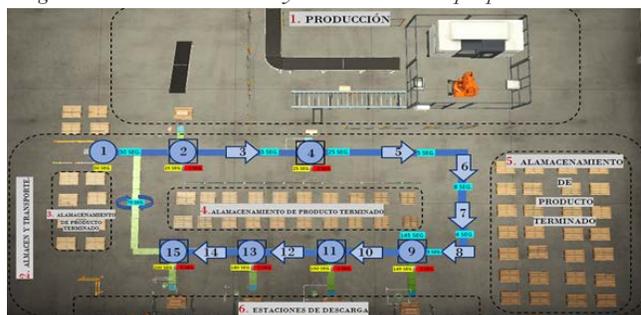
Tiempo aproximado por movimiento de pallet.

N.º	T.M. N. P.
1	30 segundos.
2	(25 SEG) ú (0 SEG).
4	(25 SEG) ú (0 SEG).
9	(25 SEG) ú (0 SEG).
11	(25 SEG) ú (0 SEG).
13	(25 SEG) ú (0 SEG).
15	(25 SEG) ú (0 SEG).

Fuente: Elaboración propia

Figura 2.

Diagrama de recorrido con lectura y cálculos de los tiempos predeterminados



Nota: Departamento de Logística diseñado en software Factory IO.

Fuente: Elaboración propia basado en Aquino 2015

Tabla 3.

Diagrama de recorrido

N.º	Descripción actividad	N.º	Descripción actividad	N.º	Indicador
1	Estación de inicio a operación de la unidad	6	Transporte del producto terminado	11	Estación de carga P.T / Desplazamiento
2	Estación de carga P.T / Desplazamiento	7	Transporte del producto terminado	12	Transporte del producto terminado
3	Desplazamiento	8	Transporte del producto terminado	13	Estación de carga P.T / Desplazamiento
4	Estación de carga P.T / Desplazamiento	9	Estación de carga P.T / Desplazamiento	14	Transporte del producto terminado
5	Transporte del producto terminado	10	Transporte del producto terminado	15	Estación de carga P.T / Desplazamiento

Nota: Descripción de actividades, Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.

Departamentos y Secciones

N.º	NOMBRE
1	Producción
2	Almacén y transporte
3	Almacenamiento de producto terminado
4	Almacenamiento de producto terminado
5	Almacenamiento de producto terminado
6	Estaciones de descarga

Fuente: Elaboración propia

III.3. Diagnóstico

Una vez identificado las variables que conforman la unidad de carga se aplica el diagnóstico, partiendo específicamente en el análisis de los componentes principales del montacargas (figura 3), interpretado los elementos de la unidad, se describen los sistemas.

Sistema mecánico: El montacargas tiene un motor de combustión interna inclinado al fundamento básico de un sistema de cuatro tiempos, utilizando combustible gasolina como primer auxiliar y GLP como en estado de control

Sistema hidráulico: El sistema hidráulico es una pieza fundamental para todos los comportamientos de movimiento, conformado por una bomba hidráulica responsable directa para la compensación de aceite. La distribución que ejerce este componente es atribuida a los motores de accionamiento, bajo el estado operativo del responsable en turno.

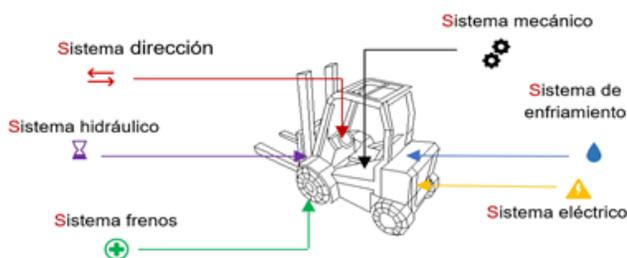
Sistema de frenos: La unidad de carga tiene un sistema de seguridad para cada una de las ruedas, con la finalidad de garantizar la seguridad del operador, el contenido de este grupo es ejecutado a través del depósito, unidad control, unidad pedal operador, cilindro, resortes, pedal de freno, servofreno, bomba de frenos con depósito de frenos, tuberías repartidoras de la presión, pinza de freno, bombines de freno, pastillas de freno, zapatas de freno, tambores, discos y cables de freno de estacionamiento.

Sistema de dirección: es la unidad control piloto para comunicar el movimiento de las ruedas, este conjunto de operación está conformado por: Filtro de alta presión, Múltiple de purga, Acumuladores, Válvula amplificadora de flujo, Múltiple, Cilindros de dirección, Bomba de dirección, Válvula de dirección.

Sistema de enfriamiento: La unidad de enfriamiento es caracterizada por mantener en condiciones deseables la temperatura interna del motor, está conformada por depósito, mangueras, bomba, indicadores, radiador, y termostato.

Sistema eléctrico: Este sistema es el encargado de mantener controlado todos los componentes internos y externos de la máquina, el grupo eléctrico es conformado por indicadores del control, unidades preventivas y de dominio, computadora matriz, batería, entre otros.

Figura 3. Sistemas del montacargas GP25N



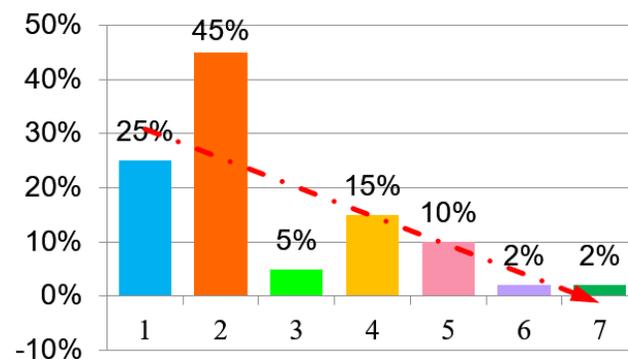
Fuente: Elaboración propia

La traducción de cada uno de los sistemas es vital para el inicio de la evolución ya que permite tener un entendimiento mejor aterrizado.

Comprendidas las similitudes que conforman a la máquina se lleva a cabo el desplazamiento de los resultados, a través de la herramienta hoja de diagnóstico de las condiciones industriales V3.

El diseño de este formato es por el autor Yornandy Martínez (2013) herramienta que se utilizó para detectar averías, tipificar los sistemas, evaluar el daño más relevante, y equiparar el punto más crítico (figuras 4 y 6), los resultados fueron los siguientes:

Figura 4. Diagrama de barras



Fuente: Elaboración propia. Nota: Representación para cada criterio

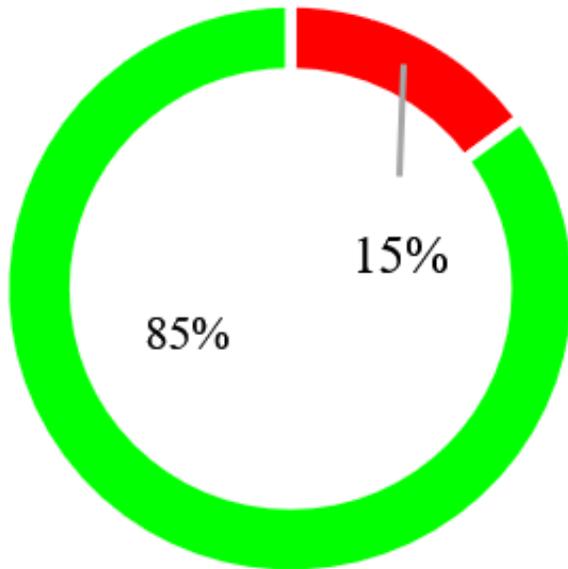
En la evaluación se tuvo el Rankin para cada una de las secciones, el sistema hidráulico presentó un valor nominal de 45% (tabla 5) de deficiencia, su causa raíz problema fue por la ausencia de aceite, considerado como un riesgo antrópico, ya que los responsables no siguieron un protocolo preventivo para la preservación del equipo. Este diagnóstico (Figura 6) permitió identificar las componentes con mayor grado de desgaste y las amenazas para cada uno de los sistemas, cada avería localizada fue solventada por especialistas en mantenimiento.

Tabla 5. Promedio general para cada criterio

1. SISTEMA ELECTRICO	25%
2. SISTEMA HIDRAULICO	45%
3. SISTEMA DE GAS	5%
4. RADIADOR	15%
5. SISTEMA DE FRENOS	10%
6. CHASIS	2%
7. UNIDADES DE PROTECCION	2%
PROMEDIO GENERAL NO CUMPLIMIENTO	15%

Nota: Según daño presentado

Figura 5.
Porcentaje total sobre diagnóstico



Fuente: Elaboración propia

III.4 Propuesta de mejora

Plan de mantenimiento preventivo: Esta herramienta de acción preventiva tiene como finalidad presentar un diseño ajustado a las necesidades del montacargas y requerimientos de la empresa, esta propuesta de mejora aporta significativamente una metodología especializada en la unidad de carga, en esta investigación fue considerada la voz de especialistas y recomendaciones directas del fabricante, la contribución de este artículo radica especialmente en el módulo de gestión de la empresa, programando de manera más eficaz los recursos que se invierten en mantenimiento.

Capacitación: Para el efecto de buenos resultados es recomendable que la empresa certifique de manera externa sus colaboradores que están involucrados en el estado operativo de la unidad de carga, de tal manera es necesario que el operario desarrolle habilidades y conocimientos, mediante la capacitación, mejorando sus destrezas y cualidades con el objetivo, meta de prevenir anomalías en el equipo de trabajo (tabla 6).

Tabla 6.
Currículo para capacitación

Temas para el adiestramiento		
Nº	análisis	Identificación
1	aflojamientos	rodamientos
2	roturas	Orings
3	desgastes y rasgaduras	bujes
4	desalineación	retenedores
5	soldadura deficiente	ejes
6	cableados erróneos	poleas
7	oxidación	tornillos
8	contaminación	bandas
9	salidas de aire	tuercas
10	piezas innecesarias	cadena

Fuente: Elaboración propia

Para poder garantizar un estado de mantenimiento efectivo se recomienda certificar al personal calificado en varios niveles de adiestramiento con el objetivo de formar operadores autónomos inclinados en el mantenimiento preventivo de la unidad.

Estas capacitaciones deben ser tanto teóricas como prácticas (entrenamientos) para obtener resultados de forma eficiente.

Capacitación técnica

El personal deberá contar con formación técnica, para abastecer las necesidades que surjan durante su estado operativo (tabla 7).

Tabla 7.
Capacitación con mayor grado de dificultad

Capacitación técnica	
Nº	Dominio
1	sistema de aire
2	sistema de dirección
3	sistema de suspensión
4	sistema de transmisión
5	sistema de enfriamiento
6	sistema hidráulico
7	sistema eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Objetivo de la capacitación: Formar tecnólogos profesionales en Mecánica Automotriz direccionados en los montacargas, formado conocimientos, habilidades, aptitudes y destrezas para identificar, analizar, diagnosticar y corregir fallas en los diferentes sistemas de los vehículos de carga y sus componentes electrónicos, elaborando programas administrativos y técnicos de mantenimiento preventivo y correctivo. (Sep., CETI 2022).

Objetivos particulares del entrenamiento:

- Manejar las herramientas, maquinaria, equipo de medición, de diagnóstico y de servicio.
- Identificar los diferentes procesos de transformación de los materiales utilizados en la industria, así como sus aplicaciones en el ramo automotriz.
- Identificar el funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores en los diferentes sistemas del automóvil.
- Describir los sistemas de carga, arranque, encendido y alumbrado, comprendiendo su funcionamiento, realizando las correcciones necesarias en cada uno de los sistemas automotrices.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas de dirección hidráulica y transmisiones automáticas para desarrollar procedimientos de diagnóstico y de reparación de fallas.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas de dirección hidráulica y transmisiones automáticas para desarrollar procedimientos de diagnóstico y de reparación de fallas.
- Identificar los diferentes tipos de transmisión de potencia de acuerdo a las normas y las medidas comercialmente existentes.
- Valorar y observar la aplicación de las normas de seguridad y de protección al medio ambiente conociendo la normatividad correspondiente.
- Fomentar el trabajo en equipo con sentido ético y visión emprendedora, en su entorno social y profesional.

Una vez contemplada la información anterior, la mentoría diseña un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo a las necesidades requeridas por la empresa, este plan contendrá formatos diseñados de manera diaria, semanal y por recorrido, la información recolectada estuvo apegada bajo recomendaciones técnicas y especialistas de la rama.

Mantenimiento diario

El mantenimiento da inicio al comienzo del turno laboral. La unidad se encontrará en estado de reposo dentro del departamento almacén. Las actividades estarán representadas en un formato general acompañado de fichas técnicas y tareas a ejecutar, el responsable directo será el operador en turno.

Mantenimiento semanal

Las actividades de mantenimiento semanal serán agregadas a las tareas de cada 24 horas y serán ejecutadas por el operador en turno.

Mantenimiento por recorrido 300 h. -1000 h.

El mantenimiento por recorrido está considerado como inaccesible para un operador común. Estas actividades deberán ser ejecutadas por personal certificado. El objetivo de hacerlo cada 300 horas es para que en el tercer servicio de 300 horas se realice el mantenimiento de 1000 horas con la finalidad de hacer más eficiente el tiempo disponible.

Mantenimiento por recorrido 1000 h.

Este mantenimiento incluye los puntos del servicio de 330 horas más otros adicionales del sostenimiento de motor y sistema de desplazamiento. Estas acciones lo deben realizar personal certificado.

El desarrollo de estas actividades es realizado por el personal certificado, mediante la estructura de formatos:

Descripción:

- Cada uno de los formatos se catalogan en mantenimientos diario, semanal y por recorrido. Ver tabla 8.
- En este apartado se especifica el elemento a verificar. Ver tabla 8.
- En el tercer bloque se describe la tarea a ejecutar. Ver tabla 8.
- En la sección de método se menciona técnica o herramienta para solventar la necesidad. Ver tabla 8.
- La sección de guía se investiga y desarrolla la ficha técnica la cual hace mención de las especificaciones técnicas del componente acompañado de un instructivo más detallado y se cierra con datos del distribuidor.

Tabla 8. Ejemplo de la estructuración de los formatos

(1) REVISIÓN DIARIA DE EQUIPO			
	Equipo:	Montacargas	
	Responsable:	Operario	Turno:
(2) Punto	(3) Actividad	(4) Método	(5) Guía
Indicador de aceite	Verificación de los niveles de aceite, eh inspección fugas y roturas	Inspección visual tacto	Ficha 1

Fuente: Elaboración propia

DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO, RIEGO FOTOVOLTAICO

¹José Felipe Pomares Palerm, pomarespalerm@gmail.com

²José Gonzalo Carrillo Baeza, PhD, jgcb@cicy.mx

³Luis David Patiño López, PhD, luis.patino@cicy.mx

RESUMEN

En nuestros días es una tarea de primer orden hacer uso de la ciencia y la ingeniería para llevar los procesos productivos a los niveles más eficientes, con un menor impacto en los recursos naturales y beneficios significativos. La producción de alimentos es de las necesidades más importantes que se deben priorizar en materia de apoyo a estos sectores, y precisamente es de lo que trata este proyecto de investigación. Se integra a la estrategia de fortalecimiento científico, tecnológico y de innovación para la conservación y revalorización de la milpa Maya, con el cual, se realiza una base metodológica para el diseño y dimensionamiento de sistemas de generación de energía fotovoltaica para el bombeo de agua y riego de la milpa maya en comunidades que dependen de esta actividad agrícola. Se propone un diseño sencillo que integra la generación de energía a partir de paneles solares, bombeo directo de agua y riego por aspersión y goteo, que cumpla con las necesidades de la producción de milpa en localidades de escaso acceso a recursos energéticos e hídricos. La implementación, caracterización y puesta en marcha en el campo experimental, muestran como el riego por goteo hace un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

PALABRAS CLAVE

Bombeo
Fotovoltaico
Riego
Irradiación solar

ABSTRACT

Nowadays it is a first-order task to make use of science and engineering to bring production processes to the most efficient levels, with less impact on natural resources and significant benefits. Food production is one of the most important needs that should be prioritized in terms of support for these sectors, and this is precisely what this research project is about. It is integrated into the strategy of scientific, technological and innovation strengthening for the conservation and revaluation of the Mayan milpa, with which a methodological basis is made for the design and dimensioning of photovoltaic energy generation systems for pumping water and irrigation of the Mayan milpa in communities that depend on this agricultural activity. A simple design is proposed that integrates the generation of energy from solar panels, direct water pumping and sprinkler and drip irrigation, which meets the needs of milpa production in localities with little access to energy and water resources. The implementation, characterization and commissioning in the experimental field show how drip irrigation makes better use of water resources.

KEYWORDS

Pumping
Photovoltaic
Irrigation
Solar irradiation

¹ Centro de Investigación Científica de Yucatán, a.c. Unidad de Energía Renovable /estudiante.

² Centro de Investigación Científica de Yucatán, a.c. Unidad de Materiales Poliméricos /docente.

³ Centro de Investigación Científica de Yucatán, a.c. Unidad de Energía Renovable /docente.

I. INTRODUCCIÓN

La milpa es un sistema agrícola con alto valor histórico y que actualmente representa un sustento para muchas comunidades mayas en la península de Yucatán, México. Se estima que en Yucatán hay alrededor de cien mil campesinos mayas que dependen de la milpa. Aun así, el uso de este tradicional sistema agrícola ha ido disminuyendo en la actualidad, entre otras causas por el bajo rendimiento que ofrece. Además, el 60% de los campesinos que dependen de la milpa, viven en condiciones de pobreza. Esto favorece que abandonen sus actividades agrícolas, para buscar otras fuentes de ingreso.

Es importante revalorizar la milpa maya, ya que representa un eje socio-cultural de gran importancia. La milpa es un sistema que involucra una gran variedad de especies vegetales, que se complementa con diversas actividades de las familias mayas; como la apicultura, aprovechamiento de la fauna y recursos forestales. Por otra parte, la milpa es un sistema de agricultura de temporal, que tradicionalmente aprovecha la época de lluvias para el riego. Sin embargo, esto hace que la producción del cultivo dependa de los niveles de precipitación en la zona y, que no se pueda sacar un mayor provecho de su capacidad real.

En el presente proyecto de investigación se propone el diseño y dimensionamiento de un sistema de riego alimentado con energía solar fotovoltaica para su aplicación en parcelas de milpa maya de la región de Yucatán, a través de la puesta en marcha de un sistema de riego experimental en el Tecnológico Nacional de México en Conkal. La finalidad de la propuesta es aumentar la productividad de una milpa maya mediante un manejo eficiente de los recursos naturales, como lo son la energía solar y el recurso hídrico de la región, y así mejorar la productividad de la milpa.

Los objetivos específicos que se persiguen, a partir de la identificación de las condiciones climatológicas y geográficas de la parcela del campo experimental en el Tecnológico Nacional de México en Conkal, estarían enfocados en el diseño de un sistema de riego fotovoltaico de acuerdo con las necesidades hídricas y energéticas para media hectárea, acorde a la parcela experimental, así como la implementación de la instalación de prueba logrando una caracterización detallada del sistema de riego, para su utilización futura en parcelas de milpa maya. De esta forma se encuentra sentada la base metodológica para el diseño y dimensionamiento de un sistema de riego fotovoltaico, que es de gran utilidad en la capacitación de los productores milperos, y como herramienta para la toma de decisiones en cuestión de políticas públicas del sector agrícola.

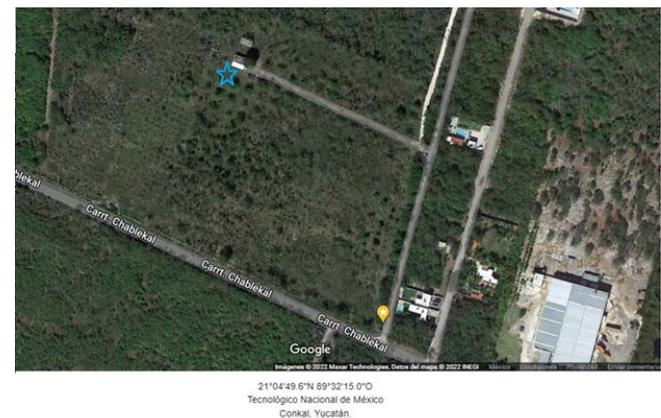
II. METODOLOGÍA

Se definió el área de hortalizas como parcela experimental dentro del Tecnológico Nacional de México en Conkal, donde se aplica el sistema de riego. Se cuenta con un área de 25 m x 40 m, predominantemente llana, con pozo disponible en el sitio de emplazamiento del sistema de riego, con espejo de agua a pocos metros de profundidad.

Las principales características a destacar del lugar son la profundidad aproximada del espejo de agua de 6 m. Suelo predominantemente leptosol, este tipo de suelo tiene la particularidad de ser poco profundo, escasa cantidad de tierra fina y una gran cantidad de piedras. Está compuesto principalmente de caliza muy dura por la solución y precipitación de carbonato de calcio. Zona de escasa maleza, de terrenos explotados anteriormente para el cultivo. En el lugar hay instalaciones que funcionan como bodegas y aulas a las cuales asisten estudiantes regularmente. El pozo se encuentra a menos de 1 m de la rama principal de riego. La distancia máxima entre el pozo y la zona para cultivo más alejada es de 50 m, por lo tanto, el sistema de riego se diseña para utilizar el pozo disponible y en caso de cambiar la zona de aplicación se tenga material suficiente para cubrir la distancia. Además, se aprovechan las condiciones del terreno para definir la dirección del riego y configurar la distribución de los emisores de agua en el diseño del sistema de riego por goteo y por aspersión. Se acordó entonces con el Tecnológico de Conkal realizar pruebas de desempeño en sus instalaciones. Los trabajos empezaron el 19 de enero de 2022, la instalación empezó a probarse el 07 de marzo de 2022 y fue retirada el 16 de junio de 2022.

Figura 1

Ubicación de la parcela experimental en Conkal. Fuente: Google maps.



II.1 Cálculo de la carga dinámica del sistema bombeo-riego.

El correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico de riego, parte de las necesidades hídricas y de las pérdidas del diseño del propio sistema. Se propone un diseño experimental en el cual confluyen dos sistemas de riego, el de cintas de riego por goteo y el de aspersión (ver Figura 4 y 6), para de esta forma, tener un sistema compacto en el cual se lleven a cabo las mediciones pertinentes. El sistema de riego está compuesto por dos ramas principales de 50 m de PE de 1 1/2" de diámetro, por lo que en cualquiera de los casos (goteo y aspersión) la rama más larga a calcular las pérdidas por fricción tendrá 50 m.

El sistema está diseñado para trabajar en parcelas cuatro de 25 m x 40 m por lo que cada rama de riego por goteo y riego por aspersión se controla por medio de válvulas.

La Carga Dinámica de un sistema de bombeo está compuesto por las pérdidas por fricción en tuberías, en válvulas y accesorios, las presiones necesarias de los dispositivos y las adicionales por metros de columna de agua que la bomba debe extraer de un depósito o para bombear a alturas determinadas.

Uno de los métodos indirectos para calcular el requerimiento hidrológico del cultivo es medir la evapotranspiración. Este concepto se refiere a la cantidad de vapor de agua que se despiden a la atmósfera en un cultivo y es el producto de relacionar la evaporación del suelo como consecuencia de la radiación solar incidente y el vapor de agua procedente de la transpiración de las plantas. Esto último se debe a la actividad de la planta y las condiciones ambientales. El valor con el que se trabaja al realizar los cálculos en nuestro experimento 14 (m³/día), se obtuvo de resultados de estudios anteriores en zonas aledañas.

Tabla 1
Datos de partida para el cálculo del sistema de riego fotovoltaico.

Irradiancia diaria	5.32 (kWh/kWp/día)
Rendimiento estimado fuente de agua	50 (m ³ /hora)
Extracción sostenible fuente de agua	50 (%/hora)
Tasa diaria de bombeo de agua	14 (m ³ /día)
Diámetro tubería	1 1/2 "(38.1 mm)
Longitud tubería	8 (m)
Estimación de presión Goteo	8 psi (5.632 mca)
Estimación de presión Aspersor	28 psi (19.712 mca)

Para el cálculo de la carga dinámica de las diferentes configuraciones de sistemas de riego se utilizó el método de Darcy-Weisbach. Podemos ver que hay dos factores fundamentales que tiene en cuenta; el tipo de tubería del conducto, material, acabado, rugosidad; y la velocidad del fluido, ya sea expresado directamente como tal o a través del número de Reynolds (Re) [7].

Para el cálculo de Pérdida de presión total en tuberías de riego se tiene en cuenta las dimensiones del diseño. Para un diseño de riego por goteo de una rama principal de 25 m, 25 cintas de goteo laterales de 40 m, se calculan las pérdidas por presión en tuberías y pérdidas en válvulas y accesorios de acuerdo a los requerimientos técnicos de presión en cada una de las cintas de riego por goteo 8 psi (5.63 mca).

El cálculo de la carga dinámica del sistema bombeo-riego por aspersión se compone de dos aspersores por parcelas de 25 m x 40 m, comandados por válvulas para que puedan rotar el riego en dependencia de los requerimientos, y una rama principal de 1 1/2" de diámetro, de la que se derivan estos aspersores. La rama lateral tiene un largo de 30 m al último aspersor, donde se requiere una presión de trabajo según datos de catálogo de 28 psi (19.71 mca), y para lo cual se calculan las pérdidas.

Adicionalmente se realizaron los cálculos de sistema de riego por gravedad con almacenamiento de agua en tanque elevado, aunque no se llevó a cabo el experimento físicamente, es un ejercicio que nos da una noción de las diferentes soluciones que puede tener un agricultor. El cálculo de altura del tanque para riego por goteo, parte del requerimiento de las cintas de riego según el fabricante, que sería de 8psi (6.632 mca). De la misma forma el fabricante nos da un rango de operación de la cinta entre 5-12 psi, lo que nos daría la posibilidad de brindar una propuesta económica, para un sistema de 5 psi (3.53 mca) lo que reduciría los gastos en la estructura de soporte o elevación del tanque de almacenamiento de agua. Para el suministro de agua al diseño de riego por goteo planteado el tanque de se debe colocar a una altura de 4.66 m aproximadamente, para una presión en la rama principal de 5 psi.

Tabla 2
Resultados de la carga dinámica necesaria para riego por bombeo por goteo y aspersores, y para riego por goteo por gravedad con tanque elevado.

Sistema	Riego Directo	Con Tanque
Riego por Goteo	13.486m	16.026m
Aspersores	27.986 m	No factible

II.2 Cálculo de Potencia Fotovoltaica Requerida.

Debido a que los sistemas fotovoltaicos son una tecnología modular, el dimensionamiento está basado en la idea de tener un sistema fotovoltaico que genera la energía eléctrica necesaria para que una bomba extraiga el volumen de agua requerido para el riego de una milpa ubicada en el campo experimental de Conkal (coordenadas; 21.08, -89.53). Por lo tanto, es necesario realizar el balance energético requerido. Es decir que la energía suministrada por el sistema fotovoltaico (ESFV) debe ser igual a la consumida por el sistema de bombeo (ESB).

$$E_{SFV} = E_{SB}$$

La ESFV dependerá de la capacidad, eficiencia y número de paneles utilizados, orientación, inclinación, sombras cercanas y del recurso solar disponible en la zona.

Para el prototipo de bombeo y riego propuesto se han considerado utilizar paneles fotovoltaicos marca Seraphine con capacidad de 530 W por panel. Estos estarán orientados al sur, (Azimut) $\alpha=0^\circ$, con una inclinación variable en ángulos de $\beta=0^\circ$, $\beta=15^\circ$, $\beta=30^\circ$, $\beta=45^\circ$ (latitud de la región, $\beta=20.97^\circ$), por medio de una bisagra acoplada a la estructura de soporte de los módulos para lograr el mayor rendimiento en las diferentes épocas del año, como se observa en la Figura 2.

Figura 2.

Representación de Inclinación de la estructura que sostiene el sistema FV de ángulo variable.



De acuerdo al predictor de recursos energéticos globales de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/>), Conkal ha recibido un promedio de 5.32 kWh/m²/día desde el 2014 hasta el 2020.

Es decir, el equivalente a 5.32 horas solares pico, irradiancia de referencia ($G_s=1$ kWh/m²/día).

Por otra parte, la ESB será la suma del consumo eléctrico considerando las eficiencias del sistema, transmisión de energía, acondicionamiento energético y la energía hidráulica. La energía hidráulica será determinada por la siguiente expresión.

$$E_H = V * H * d_{agua} * g$$

La expresión anterior representa la energía hidráulica E_H que se requiere para elevar un volumen de agua (V) a cierta altura (H), en dependencia del diseño del sistema de riego, donde d_{agua} es la densidad del agua y g , la gravedad. Para el caso específico de la propuesta se ha calculado que para media hectárea de siembra de milpa se requieren 14 m³ de agua (valor máximo reportado para período de estiaje), al día extraído. Como el sistema de riego se proyectó para dos tipos diferentes de riego, los cuales tienen requerimientos diferentes de carga dinámica, se realizaron los cálculos para la peor condición que es el riego por aspersión, a una carga dinámica máxima de 28 m. Entonces la E_H será:

$$E_H = \frac{14 \text{ m}^3 * 28 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 * 9.8 \text{ m/s}^2}{3600} = 1.067 \text{ kWh}$$

Por lo tanto, la energía que debe generar el sistema fotovoltaico (ESFV) se podrá calcular de la siguiente manera.

$$E_{SFV} = \frac{E_H}{\eta_{SB}\eta_T\eta_{FV}}$$

donde:

E_H Energía hidráulica

η_{SB} Eficiencia del motor (i.e. eficiencia mecánica de la bomba)

η_T Eficiencia de transporte de energía (incluye pérdidas por fricción)

η_{FV} Eficiencia del sistema FV

Este último término es de la mayor importancia y lo describimos en detalle a continuación.

$$\eta_{FV} = (1 - Per_T)(1 - Per_{spec})(1 - Per_{suc})(1 - Per_{ohm})(1 - Per_{cont})$$

donde:

Per_T : pérdidas por exceso de temperatura (10%), Per_{spec} : pérdidas espectrales y angulares (3%), Per_{suc} : pérdidas por suciedad y polvo (4%), Per_{ohm} : pérdidas óhmicas (1%), Per_{cont} : pérdidas en el controlador y seguimiento de máxima potencia (3%).

Considerando valores realistas para la instalación, incluyendo una temperatura de operación por encima de los 50 °C (razonable para Yucatán), la eficiencia del sistema fotovoltaico es aproximadamente:

$$\eta_{FV} = (1 - 0.1)(1 - 0.03)(1 - 0.04)(1 - 0.01)(1 - 0.03) = 0.805$$

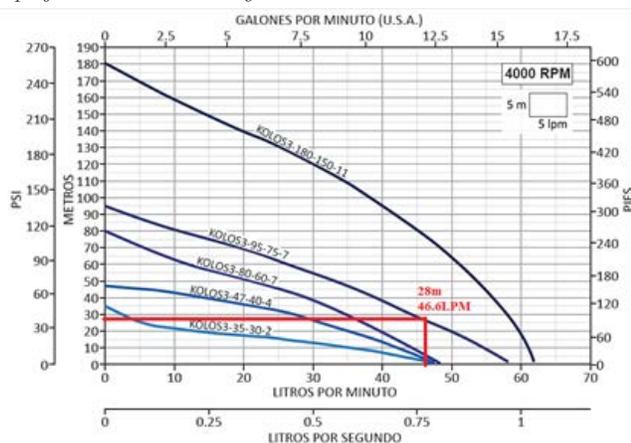
II.3 Criterio de selección de bomba.

Conocida la carga dinámica (profundidad del acuífero, más pérdidas por fricción), es necesario conocer el caudal máximo requerido. Sabiendo que se requieren 14 m³ repartidos en 5.32 horas solares, se obtiene el requerimiento para colmar del agua necesaria en media hectárea por día:

$$Caudal = V/HSP = 14m^3/5.32 h = 43.86 L/min$$

Lo cual será el caudal de diseño del sistema para media hectárea (2,580 LPH). El siguiente paso consiste en buscar un valor cercano en las curvas de los fabricantes de bombas, cruzando carga dinámica vs. caudal en la zona de alta eficiencia de la bomba, que suele estar de la mitad hacia la derecha (valores mayores de LPM) del rango de operación en el eje del caudal. Esto se aclara dado que no siempre proporcionan la curva de eficiencia en la documentación de las bombas.

Figura 3. Especificaciones de caudal de diferentes bombas solares Kolosal.



Tomando como referencia las bombas sumergibles marca Connera modelos KOLOS 3 – 47 – 40 – 4, KOLOS 3 – 80 – 60 – 7 y KOLOS 3 – 95 – 75 – 7 (Figura 3, Tabla 3). Queda claro que la bomba más apropiada es la KOLOS 3 – 95 – 75 – 7, cuyo punto de operación a (28 m, 46.6 LPM) es apropiado para los requerimientos de diseño, con el requerimiento de contar con la bomba más pequeña posible, usando dos paneles fotovoltaicos.

Tabla 3. Bombas tipo bala sumergibles con alimentación FV.

Modelo	Máxima corriente de entrada (A)	Voltaje de entrada nominal (Vod)	Rango de voltaje de operación (Vod)	Máxima potencia de motobomba (W)	Corriente de motobomba (A)	Altura máxima de bombeo (m)	Caudal máximo por minuto (LPM)
KOLOS3 – 47 – 40 – 4	15	48	24 – 72	400	8.3	47	46
KOLOS3 – 80 – 60 – 7	15	72	50 – 115	600	8.3	80	48
KOLOS3 – 95 – 75 – 7	15	72	50 – 115	750	10.4	95	57

Retomando el cálculo del dimensionamiento fotovoltaico, a partir de los valores de diseño recopilados y estimados hasta ahora, estos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de diseño del sistema de bombeo solar.

Parámetro	Valor	Comentarios
Número de horas solares pico (kWh/día/m ²)	5.32	Dato de diseño
Volumen diario (V)	14 m ³	Dato de diseño
Carga dinámica (HTotal)	28 m	Calculado
Energía hidráulica requerida (EH)	1.067 kWh	Calculado
Eficiencia mecánica de la bomba (η_{SB})	0.4	Valor asumido alto
Eficiencia de transporte de energía (incluye pérdidas por fricción) (η_T)	0.9	Valor asumido alto
Pérdidas térmicas (Per_T)	0.1	Valor asumido alto
Pérdidas espectrales y angulares (Per_{spec})	0.03	Valor asumido alto
Pérdidas por suciedad y polvo (Per_{suc})	0.04	Valor asumido alto
Pérdidas en el controlador y seguimiento de máxima potencia (Per_{cont})	0.03	Valor asumido alto
Pérdidas óhmicas (Per_{ohm})	0.01	Valor asumido alto

ESFV será entonces:

$$E_{SFV} = \frac{E_H}{\eta_{SB}\eta_T\eta_{FV}} = \frac{1.067 kWh}{(0.4)(0.9)(0.805)} = 3.68 kWh$$

Se puede observar cómo la energía del sistema casi triplica la energía hidráulica, debido a las pérdidas y las eficiencias menores a la unidad. Así, el número de paneles necesarios para cubrir esta demanda energética se determina:

$$N_{paneles} = \frac{E_{SFV}}{NHP * P_{nom}} = \frac{3.68}{5.32 * 0.530} = 1.3$$

En este caso se consideraron paneles solares de 530 W. Se obtienen 2 paneles para el sistema, de modo que satisfaga las necesidades energéticas del sistema, teniendo en cuenta las pérdidas y el déficit hídrico en el mes más seco.

II.4 Diseño y cálculo del sistema de riego

Una estrategia inicial de cálculo del sistema de riego, consistió en comenzar con la selección de la cinta de goteo, permitiendo identificar el caudal requerido por metro cuadrado de irrigación a cubrir. Partiendo de una distribución de cintas de goteo con una separación de 1 m entre cintas, dispuestas en paralelo; el diseño inicial atractivo es seleccionando la cinta de goteo marca Toro EA5081245, con orificios cada 30

cm, gasto de 1.0 LPH, resultando en una irrigación de 3.33 LPH/m², considerado como irrigación baja, para tiempos de sequía prolongados. Este bajo caudal, es con la intención de poder cubrir más área de irrigación con menor capacidad de bombeo, al igual que beneficiar el suelo kárstico con humectación lenta y prolongada.

Ahora bien, para la selección del motor-bomba se tuvo en cuenta que, para sistemas pequeños, donde las exigencias no sean extremas, como grandes profundidades y caudal elevado, se sugieren los motores de CD, por sus características constructivas. Por lo que se decidió trabajar con la marca Connera por su buena relación costo, beneficio y calidad reconocida, así como datos técnicos disponibles y variedad de sistemas disponibles en el mercado; el cual permite adquirir e implementar el sistema con confianza para un productor que se está iniciando en este ramo de riego solar. En base a la premisa de utilizar una bomba chica con dos paneles FV, se vio que, dada su curva de desempeño, la bomba modelo Kolos 3-95-75-7 (ver Figura 3) resultó la que se ajustó a los requerimientos planteados. Para una carga dinámica de 28 metros necesarios para riego por aspersión, la motobomba nos brinda un caudal de 46.6 LPM de agua. El sistema de riego por goteo diseñado requiere una carga dinámica menor que por aspersión, o sea que para 13 m (carga dinámica), la motobomba nos ofrece un caudal de 53 LPM. El fabricante de la moto-bomba seleccionada sugiere un arreglo fotovoltaico superior a los 1000 Wp.

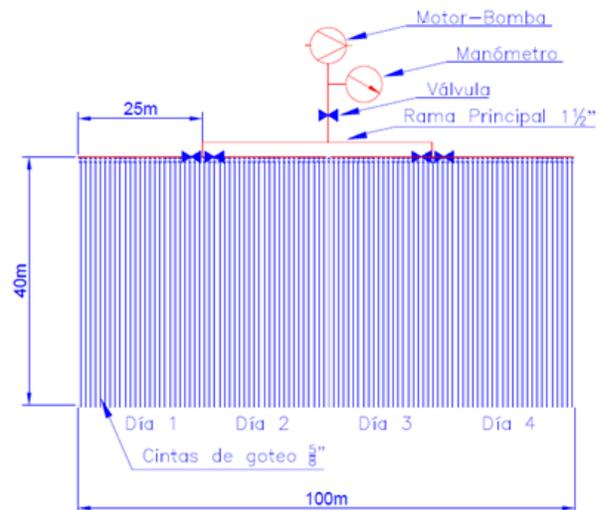
Se identificó la marca Seraphim como sistema monocristalino de calidad y funcional, con respaldo de representante regional para el servicio posventa [seraphim-energy.com], acorde requerimiento de la motobomba, con características de operación de 530 W, 41 V, donde conectando dos paneles en serie, se obtiene 1060 W (a 82 V) en condiciones ideales, cubriendo el requerimiento de la bomba de 750 W que permite trabajar en un rango de voltaje de 50-115 V. El arreglo fotovoltaico debe ser escogido siempre con un excedente que permita al sistema trabajar aun en períodos del día de relativa baja irradiancia (ej. en la mañana, en la tarde y en días nublados), así como tomando en cuenta todas las pérdidas hidráulicas y fotovoltaicas.

II.4.1 Riego por goteo diseñado.

El diseño de irrigación que se plantea es para una parcela de 40 m x 100 m, la cual se subdivide en cuatro pequeños lotes de 40 m x 25 m. El sistema de riego por goteo se basa en dos ramas principales de suministro de agua alimentada desde la mitad de la parcela preferiblemente, o sea tendríamos dos ramas de 50 m para minimizar las pérdidas por fricción.

Cada rama se divide en dos parcelas de 40 m x 25 m independientes entre sí por medio de válvulas que nos permitirán rotar el riego en la parcela en ciclos, según requerimientos del cultivo, y temporada del año (Ver Figura 4).

Figura 4.
Esquema de irrigación por goteo, parcela completa



Para la puesta en marcha de la parcela experimental en Conkal, se tuvo presente un área útil de 25 m x 40 m (1000 m²), (ver Figura 5). Para el cálculo de irrigación por goteo, y ya estipulado un área de cobertura de 1000 m² como objetivo inicial, y planteando una separación de líneas de goteo de 1 m, se requiere 1000 m lineales de cinta de goteo. El modelo de cinta previamente planteado (EA5081245), tiene para esta longitud, 3333 orificios, que requiere 3333 LPH de caudal necesario, lo que es equivalente a 55 LPM, aproximadamente igual a lo que nos aporta la motobomba para el diseño de riego por goteo planteado. Esto es, como primera aproximación de un sistema funcional de irrigación por goteo utilizando una bomba con un gasto de 53 LPM (a 13 m de carga dinámica), es capaz de colmar el déficit hídrico planteado como premisa para nuestros cálculos de 14 m³. Es decir que nuestro sistema de riego por goteo nos va a aportar 17.7 m³ por día (en 5.32 horas solares pico). El recurso hídrico calculado (21% mayor a los 14 m³ de partida) nos daría la oportunidad de almacenar agua o hacer una rotación de cultivos en menor periodo de tiempo (4.2 horas).

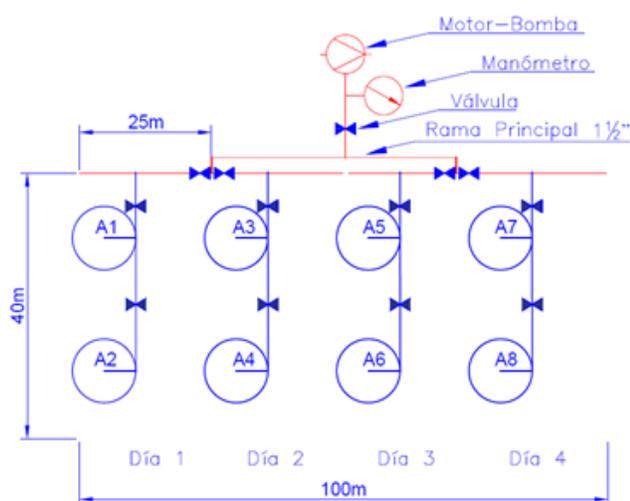
Figura 5.
Esquema de irrigación por lote.



II.4.2 Riego por aspersión diseñado.7

Para el caso de la implementación del sistema de aspersión, se consideró inicialmente, aspersores comerciales Wade-rain WR41F, con radio de cobertura de 16 m, 56 LPM (3,456 LPH), a 28.4 psi. Al considerar el diámetro de cobertura de 32 m, este es adecuado para cubrir medio lote de 1/8 de hectárea, como se representa en la Figura 6, con el aspersor 1 (A1); donde se podrá utilizar un aspersor a la vez, siendo que el área cubierta por aspersor (804 m²), hidrata el suelo a una relación de 4.29 LPH/m². Aquí se estima que, con dos horas continuas de riego, se llegaría a una buena humectación del suelo del lote (una hora por aspersor, A1 y A2), por lo que se podría pasar al segundo lote para aprovechar las horas solares disponibles. Acá vale la pena observar que la recomendación del uso continuo de la bomba está recomendado a dos horas con una hora de descanso, por lo que debe tomarse en cuenta a la hora de escoger la estrategia de riego.

Figura 6.
Esquema de aspersión por lote de 1/8 ha.



III. RESULTADOS.

Se implementó el sistema de riego en el campo experimental de Conkal, diseñado para validar los datos calculados, tanto para el sistema de riego por goteo como por aspersión, así como también ha servido como punto de encuentro, para mostrarle a los productores locales de Milpa las bondades de los sistemas de riego fotovoltaicos, en cuestiones técnicas y económicas.

Para el máximo aprovechamiento de uso energético solar, se implementó un sistema de soporte/sujeción de los paneles FV, que permite el seguimiento solar a dos ángulos de libertad de forma manual, como se representa en la Figura 2, para que el agricultor tenga la posibilidad de rotar manualmente sobre su eje al arreglo FV, y el sistema pueda estar orientado al sol y obtener la máxima energía disponible en las diferentes etapas del año. Por ejemplo, el panel se hace girar hacia el sol de la mañana, proponiendo que se reposicione hasta cuatro veces o cada vez que el agricultor tenga oportunidad. Este giro se logra contemplando dentro del diseño, un arreglo de “poste dentro de poste”, el cual es una propuesta simple, económica y funcional. El segundo grado de movimiento será para el cambio de posición referente al movimiento solar respecto al cenit, siguiendo datos ya conocidos de tablas de posicionamiento solar para la región (ej. ángulo de 44° en invierno o -2° en verano), para ello se construyó un sistema de bisagra que soporta la base de los paneles y les da libertad de inclinación variable en ángulos de $\beta=0^\circ$ (de abril a agosto), $\beta=15^\circ$ (marzo y septiembre), $\beta=30^\circ$ (enero, febrero, octubre y noviembre), $\beta=45^\circ$ (diciembre), por medio de orificios que se hacen coincidir y con un perno quede fija a la estructura de soporte de los módulos. El mástil de sujeción de la estructura de soporte de los paneles está anclado por medio de tornillos y tuercas a una base previamente cimentada en la tierra, de manera tal que, en caso de ser necesario, el desmontaje y traslado del sistema, pueda ser de manera rápida, fácil y segura.

Para el esquema experimental de Conkal y su caracterización, se instalaron 25 cintas de goteo dando como resultado 18.09 m³ al día (ver Tabla 5), de recurso disponible, lo que nos permite regar un lote en solamente 4.12 horas (según requerimiento de 14 m³/día), dando oportunidad a rotar áreas o almacenar el recurso hídrico. La Figura 4 muestra el esquema en el que, por medio de válvulas de control, se puede dar servicio a todos los lotes independientes o incluso en paralelo según se requiera, en base a la disponibilidad energética del sol, a la necesidad del cultivo, a la rotación que se implemente en los lotes. Cada cinta de riego a su vez presenta una válvula, que se puede cerrar según convenga, esto nos da la posibilidad de tener incluso un grupo de cintas irrigando en cada lote, y que en total sumen el máximo caudal que nos brinda la bomba.

Una propuesta similar a la irrigación por goteo se hace aquí para la aspersión, entendiendo de que la hidratación del suelo no es diaria, solo cuando se requiere por días prolongados sin lluvia o períodos de estiaje. Se podría considerar cuatro días para atender los cuatro lotes de 1/8 ha (Figura 6), o incluso hacerlo en dos días de a dos lotes por día, haciendo la distribución correspondiente de horas disponibles de radiación y cantidad de hidratación que se quisiera otorgar al suelo.

Para determinar el correcto funcionamiento del caudal de las cintas se aplicó el método de aforo de emisores. Se puede medir de dos formas, tomar el tiempo en un volumen conocido o bien fijando un tiempo y determinando el volumen recibido en ese tiempo. Para el aforo de goteros se midió el volumen de agua en una probeta en ml, para un minuto. Dividiendo en 1000 el volumen medido y multiplicando por 60 min, nos dará el caudal en litros por hora. Las instalaciones poseen elementos que permiten determinar y verificar fácilmente el volumen aplicado. La presión se mide en el cabezal principal, válvulas de campo y especialmente al final de los laterales de riego.

Se tomaron mediciones en 16, de las 25 cintas de riego, realizando dos mediciones por cada cinta. Se realizaron 8 mediciones por cada hora, en horarios comprendidos entre las 7:30 de la mañana hasta las 4:00 de la tarde en diferentes días. Cada medición se realizó en pares de cintas, midiendo 4 goteros simultáneamente, para un total por cada hora 32 goteros. Las mediciones se hicieron de manera diagonal en la parcela, seleccionando tramos espaciados entre sí cada 5 m (ver Figura 8), de esta forma se pudo tener una muestra amplia en cada tramo de nuestro sistema. En cada medición se tomaban además los datos de presión en el manómetro, además de los valores de potencia en W, velocidad en rpm, voltaje en V, y amperes en A. En cada día de mediciones se promediaron los valores de cada medición y total. Se realizaron mediciones en dos etapas, primero con 16 cintas, y después con 25 cintas, arrojando los siguientes valores promedio.

Tabla 5.
Resultados obtenidos promedio en las mediciones de riego por goteo.

Parámetros	1ra Etapa (16 cintas)	2da etapa (25 cintas)	Valores de Catálogo calculados
Potencia en W	704	757	750
Velocidad en rpm	3046	2939	-
Voltaje en V	79	79	82
Amperes en A	8	9	10.4
Presión PSI	13	6	8
mL/PM (gm)	26	17	16.7
LPH/orificio	1.56	1.02	1.0
m ³ /día	17.70	18.09	17.7
q25	22	15	-
CU	78	85	-



Se puede destacar a partir de los resultados de caudal obtenidos, que la metodología con que se realizaron los cálculos para el diseño del sistema de riego por goteo y aspersión, son acertadas, pues los resultados se acercan en valores decimales a los calculados. En el caso de riego por aspersión las mediciones que se realizaron fueron medir el radio de cobertura, el cual oscilaba alrededor de los 14 m, lo que al comparar con las capacidades de caudal de la bomba instalada tiene lógica pues se queda por debajo de los requerimientos de este.

La metodología planteada para el cálculo de un sistema de riego fotovoltaico tiene un impacto directo en los productores de milpa, pues, por una parte, resuelve la problemática de tener una fuente de abasto de agua en lugares alejados del servicio eléctrico y donde muchas veces dicho riego es efectuado de manera manual o por medio de generadores eléctricos que representan un gasto económico importante en insumos. Por otra parte, el diseño planteado expone las bondades del riego por goteo acorde a las características del suelo de Yucatán, así como maximizar el área de riego a partir de la rotación de lotes controlados por válvulas. Esta metodología es una herramienta para que el productor pueda dimensionar correctamente su instalación fotovoltaica, acorde a las necesidades hídricas de sus cultivos, de manera puntual y controlada.

IV. CONCLUSIONES

A partir de la implementación y análisis del sistema de riego en el campo experimental de Conkal se corroboran los datos obtenidos en cálculos realizados, lo cual valida la metodología diseñada para sistemas de riego fotovoltaicos a pequeña escala de este trabajo.

El sistema FV diseñado muestra las bondades en cuestión de aprovechamiento de los recursos naturales, tanto hídricos como solares muy convenientes para productores de áreas sin servicios de electricidad ni agua públicos.

Se creó un espacio de convergencia para la visita de productores de la zona y estudiantes del instituto de Conkal, lo que favorece directamente la producción de milpa Maya, pues las viejas y nuevas generaciones hacen sinergia entre conocimiento técnico y la experiencia empírica.

También se concluye que el método de riego por goteo realiza un mejor aprovechamiento del recurso hídrico dadas las características arenosas del suelo de Yucatán.

Los costos de las instalaciones propuestas oscilan entre 60000-75000 mxn, cantidades inferiores al gasto anual en gasolina de muchos productores con los que conversamos, y que se podría impulsar con apoyos focalizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- David Arija González, Mónica Chinchilla Sánchez. (2010). Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas. Madrid, España: Centro de estudios Carlos III de Madrid.
- P. E. Demin. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. - 1a. ed. - San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina: Ediciones INTA, 2014.
- LIOTTA Mario (2000) "Superficie con riego presurizado en la Provincia de San Juan". INTA. San Juan. Argentina.
- J. C. Vega de Kuyper, S. Ramirez Morales. (2014). Fuentes de energía, renovables y no renovables. Aplicaciones. Bogotá, Colombia: Revista Escuela de Administración de Negocios, núm. 77, Universidad EAN.
- E. F. K. Michel, C. L. V. Aguilar. (2011). Retos de la gestión de una cuenca construida: la Península de Yucatán en México. AQUALAC - Vol. 3
- Abella M, Romero F. (2005). Sistemas de bombeo fotovoltaico (Tesis de Maestría). España: Escuela de Organización Industrial, Departamento de Energías Renovables.
- Kumar S, Kumar S. (2020). Solar PV powered water pumping system using DC motor drive: A Critical Review. International Journal of Technical Research & Science.
- Pérez Carmona, Rafael. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones / Rafael Pérez Carmona. -- 6ª. ed. -- Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Pérez Franco D. (2002). Evolución histórica de las fórmulas para expresar las pérdidas de carga en tuberías. Segunda parte: Desde los trabajos de Darcy hasta los de Stanton, Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Vol. XXIII, N° 3, ISSN 1680-0338, CIH, Cujaje, La Habana, Cuba.
- Miguel Alonso Abella, Faustino Chenlo Romero. (2014). Sistemas de Bombeo Fotovoltaico. Departamento de energías renovables Ciemat.
- Héctor Antonio Fajardo Menjivar, José Adrián Ordoñez Bonilla, Julio López. (2021). La energía fotovoltaica en el riego agrícola: Revisión de literatura. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Ingeniería Agronómica

APLICACIÓN DE ALGORITMOS BREADTH-FIRST SEARCH Y VISIÓN POR COMPUTADORA APLICADOS AL PROCESO DE CORTE DE CALZADO

¹Dolores Ayala Muñoz, dolores.am@purisima.tecnm.mx

²Daniel Jimenez Mendoza, daniel.jm@purisima.tecnm.mx

³Carlos Daniel Hernández Mojica, lrs19110547@purisima.tecnm.mx

⁴Ángel Alexis González flores, lrs19110749@purisima.tecnm.mx

RESUMEN

En el proceso de fabricación del calzado, el material más importante es la piel o el sintético del exterior del zapato ya que representa alrededor del 70% del costo de todo el producto, por lo que es fundamental desarrollar sistemas que mejoren el control del material utilizado en el corte. Esta propuesta utiliza herramientas de análisis de métodos, procesamiento digital de imágenes y algoritmos de búsqueda para generar un algoritmo que optimice el acomodo de las piezas de calzado para controlar mejor el consumo de material en este proceso. Se obtuvieron los diagramas de flujo del proceso de corte, y a través del procesamiento y tratamiento de imágenes, se obtuvieron los parámetros de áreas necesarios para la propuesta del algoritmo para el acomodo de las piezas en el área de material. Los resultados preliminares muestran la viabilidad en comparación con las técnicas tradicionales de consumo; la propuesta se perfila como una aplicación de impacto en los procesos de fabricación.

PALABRAS CLAVE

Algoritmos de búsqueda
Procesamiento de imágenes
Proceso de corte de calzado.

ABSTRACT

In the footwear manufacturing process, the most important material is the leather or the synthetic outside of the shoe since it represents around 70% of the cost of the entire product, so it is essential to develop systems that improve control of the material used in cutting. This proposal uses method analysis tools, digital image processing and search algorithms to generate an algorithm that optimizes footwear pieces accommodation to better control material consumption in this process. The flow charts for the cutting process were obtained, and through the processing and treatment of images, the parameters of areas required for the proposal of the algorithm for the accommodation of the pieces on the material area were obtained. Preliminary results show feasibility compared to traditional consumption techniques; the proposal is emerging as an impact application in manufacturing processes.

KEYWORDS

Algorithms of search
Processing of images
Cutting process shoe



I. INTRODUCCIÓN

En las empresas de cuero y calzado se lleva a cabo el proceso de corte de cuero y sintético; si se quiere optimizar el proceso, los cortadores deben buscar una disposición adecuada de las piezas para obtener un ahorro en el material; esto depende de la disposición y distribución de las piezas en función de las tiradas de los lotes de producción que se le asignen, así como de las necesidades de los consumidores.

Para mantener su competitividad, los mercados presionan a las empresas para que innoven constantemente sus sistemas de fabricación. Para ello, se deben considerar diseños que permitan una adecuada estimación de las variables del proceso que permitan minimizar el coste de los materiales y su manipulación (Ogunsakin et al., 2021). En general, todos los materiales son elásticos en función de la dirección en la que se cortan.

Los patrones de las cuchillas deben colocarse longitudinalmente en función de la elasticidad del material utilizado y de la zona del zapato que ocupe cada pieza. Dependiendo del origen del cuero, hay una mayor o menor superficie de corte, el grosor del cuero varía y las fibras se compactan.

Se utilizan principalmente tres métodos de corte: el corte manual, que lo realiza una persona especializada con gran experiencia en el manejo de herramientas tradicionales y se aplica a la fabricación de calzado artesanal de alta gama; el corte a máquina o puente con suaje o troquel con el uso de siluetas metálicas; y el corte a máquina con láser (Stepanov et al., 2015), que permite utilizar la piel de forma ideal (Martin, 2016). Aldás et al., (2018), señalan que uno de los principales problemas de las empresas de calzado es que no cuentan con un método de trabajo aceptable en lo que respecta al proceso de corte, lo que provoca retrasos en los procesos posteriores.

Este problema también afecta a las áreas de compras e inventarios, ya que el control de los materiales faltantes o sobrantes provoca pérdidas económicas a la empresa. Las técnicas de procesamiento de imágenes son ampliamente utilizadas en diferentes campos como la medicina, la agricultura o las inspecciones de calidad industrial y se aplican indistintamente en la mayoría de las empresas, incluso en la industrial de la piel, por ejemplo, la identificación de defectos sobre una superficie de cuero utilizando el algoritmo BFS para identificar y marcar cicatrices, arañazos y agujeros de alfiler (Hoang-Quan et al., 2018).

En el caso del cuero sintético, se utilizan diferentes herramientas debido a la falta de defectos, cicatrices y agujeros de alfiler detectados sobre el cuero natural. Estas técnicas pueden ser detecciones de límites utilizadas como marcas en el proceso de corte (Ming-Yi & Ling-Ling, 2008). Los robots son fundamentales para reducir el tiempo del proceso, y la combinación

de técnicas de procesamiento de imágenes puede acelerar el proceso industrial, por ejemplo, la aplicación de cola sobre el límite de un zapato o el corte de piezas de calzado (Pagano et al., 2020).

En nuestro caso, aplicamos técnicas de suavizado, umbralización y morfología para lograr nuestro objetivo. Todos los ejemplos descritos anteriormente se realizaron con algoritmos de procesamiento de imágenes. Actualmente, hemos trabajado con algoritmos de búsqueda BFS para lograr el ajuste de piezas. En la Universidad Autónoma de México se ha trabajado en la problemática del ajuste de calzado irregular sobre superficies irregulares como la piel para resolver los problemas que actualmente presentan las empresas de calzado, utilizando sistemas computacionales y una metodología basada en algoritmos genéticos, redes neuronales y rutas simuladas, dando como resultado la optimización del 70% del tiempo en lo que respecta a los sistemas comerciales y del 5 al 7% en el desarrollo del proceso de corte. (Guevara-Palma et al., 2015). Asimismo, el Centro de Estudios CAD/CAM ha trabajado con algoritmos de ordenación de piezas irregulares en superficies planas mediante la técnica de Nesting, considerando la geometría real de las piezas y utilizando técnicas heurísticas, de inteligencia artificial para optimizar el material.

El método consiste en integrar variables y comparar los resultados obtenidos con otros autores que han trabajado en el problema para mejorar el uso del material y reducir el tiempo (Wen-Chen et al., 2008). La propuesta del proyecto pretende desarrollar un prototipo para generar la opción más eficiente en los patrones de acomodo de las piezas que componen los diferentes modelos de calzado y, de esta manera, minimizar los desperdicios, estimando de manera más adecuada el consumo de materiales sintéticos o pieles.

La integración de técnicas de procesamiento de imágenes (Khanal et al., 2022), dispositivos embebidos de última generación, el desarrollo de algoritmos inteligentes y métodos de búsqueda BFS mediante heurística está enfocada a implementar la industria 4.0 en el proceso de fabricación. Con la aplicación de este sistema se optimiza el proceso de corte, proporcionando al operario una disposición óptima de la pieza, y reduciendo los residuos inherentes al proceso manual, mejorando así el control del proceso y los inventarios de material.

En Purísima del Rincón, Guanajuato, la industria del calzado de piel es el principal sector económico que genera la mayor fuente de empleo para su población. Por esta razón, las empresas buscan optimizar el costo de producción del calzado. Actualmente, en el proceso de corte hay mucho desperdicio; aunque las empresas ofrecen incentivos a sus trabajadores, esto se deriva de las inconsistencias en las tallas reportadas por los proveedores de las pieles en contraste con la talla real del producto recibido.

II. METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación se realizó en los pueblos del Rincón, Guanajuato, considerando una empresa productora de calzado deportivo, en la cual se analizaron una muestra de piezas de zapatos que componen 3 modelos que ellos fabrican. El periodo de desarrollo del proyecto fue de diez meses. La metodología tiene un enfoque cuantitativo, pues al final, se establece un comparativo de cantidad de consumos de material utilizado en el departamento de corte basados en el método Russ & Small y el acomodo proporcionado por el algoritmo que hemos programado, también podemos mencionar que el objeto de estudio es aplicado, al considerar como caso de estudio los métodos actuales utilizados en la industria del calzado y desarrollarse en el algoritmo propuesto.

Las técnica y métodos aplicados se mencionan a continuación:

- Análisis del proceso de corte del calzado sintético.
- Procesamiento de imágenes.
- Diseño preliminar del prototipo.
- Desarrollo de un algoritmo de ajuste de piezas de calzado.

A continuación, se explica cada una de las fases:

II.I Análisis del método de corte

El proceso de fabricación del calzado comienza en el departamento de corte, que utiliza la máquina clicker. El calzado fabricado en la empresa está hecho de materiales sintéticos, que son fabricados con materiales artificiales. Algunas características y ventajas de estos materiales son su resistencia, ligereza, economía, durabilidad, diversidad e impermeabilidad.

El material utilizado se recibe en rollos, pero para la realización de un corte en cada carrera se deben apilar 8 para obtener 4 pares de la pieza a cortar. Un dato importante es que el material sólo se ha estirado hasta el ancho de este, por lo que se debe tener en cuenta la posición de la pieza en función de la posición que va a ocupar en el calzado, ya que esto se considera en los procesos de montaje al unir el corte armado con los avíos y la suela. Los pasos para esta fase fueron:

- Analizamos el área de corte y los departamentos anteriores que se relacionan con este departamento para entender el funcionamiento desde la recepción y manejo de materiales
- Se identificaron los factores críticos que influyen en el proceso de corte del calzado.
- Se analizó el proceso de corte para identificar las variables implicadas y las restricciones para evaluar los elementos relacionados con el consumo y los residuos en el material.

II.II Tratamiento de imágenes

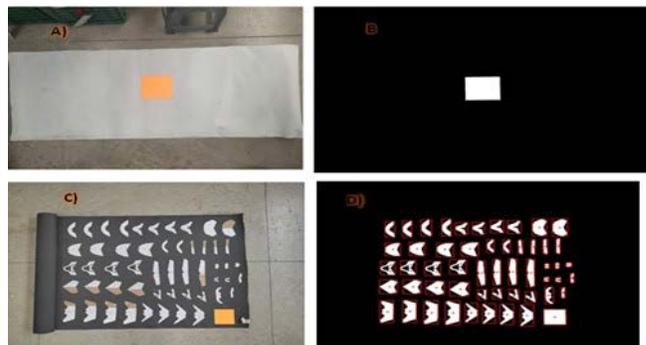
El proceso de segmentación de la imagen comienza calibrando la imagen con un patrón cuadrado de 19x19cm para

determinar el tamaño total de los píxeles. El siguiente paso consiste en segmentar la lámina plegada de la piel; para realizar este proceso, la imagen se suaviza con un filtro gaussiano con un núcleo de 3x3 y una desviación estándar de 2. Aplicamos el método de umbral automático otsu para obtener una imagen binaria (1 y 0's), correspondientes al blanco y al negro, respectivamente. Esta imagen se guarda en formato de matriz en un archivo de texto. Las imágenes se tomaron a 2 metros de altura. En el caso de las piezas de calzado, se aplica un procedimiento similar a la imagen, pero en este caso se calculan los centros de masa de las piezas (centroides) para cortar rectángulos que incluyan los objetos considerando sus coordenadas centrales. Los rectángulos se guardan en un archivo de texto en formato de matriz para utilizarlos en el algoritmo de búsqueda.

La figura 1 muestra la piel sintética, el patrón cuadrado de calibración, el número de piezas de calzado y las imágenes binarizadas en rectángulos.

Figura 1.

a) Piel sintética plegada, b) Patrón cuadrado segmentado, c) Piezas de calzado, d) Piezas de calzado segmentadas

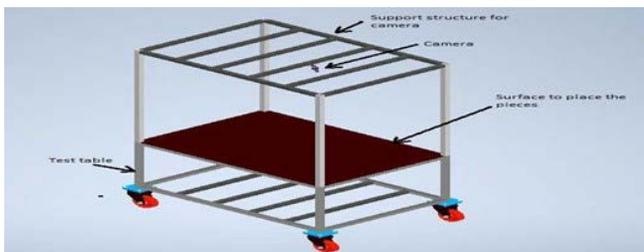


II.III Diseño preliminar del prototipo.

El presente diseño se basó en los requerimientos del cliente, en cuanto a las dimensiones del lugar de trabajo y la aplicación del proyecto, en el que se propuso una mesa de material de acero, y se decidió una estructura superior a la mesa donde se apoya la mesa. La cámara, para las pruebas fotográficas, el diseño se basó en la especificación del cliente, el establecimiento de las estructuras funcionales en términos de la funcionalidad del prototipo y que se estableció utilizando el software CAD especializado para el presente diseño preliminar. (Fig. 2)

Figura 2.

Diseño preliminar de la mesa de pruebas.



II.IV Desarrollo del algoritmo de acomodo de piezas

Para esta fase se utilizaron algoritmos de búsqueda, que permiten realizar el recorrido de los nodos de un grafo que representa los espacios vacíos para el alojamiento de las imágenes y obtener la mejor solución para las piezas. Etapas de la frase:

Identificación de espacios vacíos en la imagen, una vez establecidos los parámetros de medición, se realizó el cálculo de los espacios vacíos en la matriz obtenida a partir de las piezas de calzado estándar, y se verificó el alto y el ancho de las imágenes para identificar cuál de las siguientes imágenes podría acomodarse en los espacios vacíos a partir de sus centroides, en caso de que la imagen seleccionada no cupiera en la imagen, se procede a analizar el siguiente nodo o los vecinos adyacentes hasta recorrer todos los nodos e identificar qué imagen podría acomodarse para finalizar la búsqueda.

Ajuste de las piezas e identificación de los residuos: posteriormente, se identificaron los desperdicios generados con la disposición de las piezas para identificar el tamaño del espacio restante. Cuando se determina una solución, se repite la búsqueda para identificar qué pieza puede optimizar el consumo de material. Para identificar la cantidad de desperdicio de material, se debe validar que el acomodo realizado no exceda el tamaño máximo de la solución anterior y que terminaría la búsqueda de la rama analizada.

Encontrar la mejor solución: Se debe definir la mejor solución de alojamiento, en función del tamaño del alojamiento de la mejor imagen, verificando que la cantidad de residuos o espacios vacíos se optimizan cuando el acomodo y los residuos son menores que el acomodo y los residuos anteriores, se tiene la mejor solución.

III. RESULTADOS O AVANCES

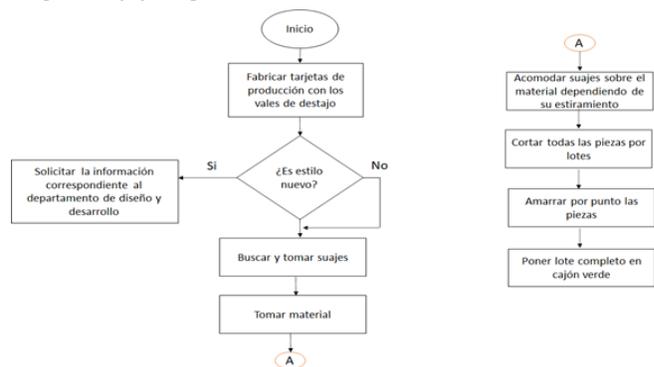
En la siguiente sección se muestran los resultados obtenidos con la aplicación del algoritmo de búsqueda.

III.1 Diagrama de flujo del proceso de corte

La figura 3 muestra el diagrama de flujo del proceso de corte. Los pasos se consideran de forma general. Dentro del proceso, la disposición de las piezas se realiza en función del área disponible para las mismas, considerando las restricciones.

Figura 3.

Diagrama de flujo del proceso de corte.



III.2 Imágenes segmentadas.

Las piezas de calzado segmentadas se muestran en la figura 4, y éstas se guardaron como un archivo de texto en formato de matriz para ser utilizadas en el algoritmo de búsqueda; cada pieza tiene un tamaño diferente según su rectángulo de delimitación centrado en sus coordenadas de centroide.

Las piezas están en vista aumentada para ser observadas en detalle.

Figura 4.

Imagen de piezas de calzado binarizadas y piezas separadas



Imagen de piezas de calzado binarizadas y piezas separadas

A continuación, se muestra el pseudocódigo utilizado para el desarrollo del algoritmo de disposición de piezas que muestra la aplicación de las tres fases definidas en la metodología. Como se puede ver en la figura 5, con el desarrollo del código, se pudo realizar el acomodo de piezas que optimizara el consumo de materiales.

Figura 5. Pseudocódigo del algoritmo.

```

SubProceso espaciosVacios <- CalcularEspaciosVacios (matrizPiezasAcomodadas, anchoABto)
espaciosVacios <- 0;
Para posicionXY <- 0 hasta anchoABto Hacer
    Si matrizPiezasAcomodadas[posicionXY] Entonces
        espaciosVacios <- espaciosVacios + 1;
FinPara
FinSubProceso

SubProceso acomodoYDesperdicio <- Acomodar (acomodo, acomodoSize, restantes, restanteSize)
Si restantesSize < 0 Entonces
    pieza <- restantes[restanteSize];
    espaciosVacios <- CalcularEspaciosVacios (acomodo, acomodoSize);
    Si espaciosVacios >= pieza Entonces
        acomodo[acomodoSize] <- acomodo[acomodoSize] + pieza;
        acomodoYDesperdicio <- acomodoYDesperdicio + Acomodar (acomodo, acomodoSize + restantes, restanteSize - 1);
    Si No
        acomodoSizeNuevo <- acomodoSize + 1;
        acomodoYDesperdicio <- acomodoYDesperdicio + Acomodar (acomodo, acomodoSizeNuevo, restantes, restanteSize - 1);
    FinSi
FinSi
FinSubProceso

Proceso Buscar_solucion
Dimension piezas[20];
Definir mejorAcomodoYDesperdicio Como Numerico;
Definir acomodoYDesperdicio Como Numerico;
Definir pieza Como Numerico;
//piezas = {1,1,1,1,1};
mejorAcomodoYDesperdicio <- 9999999999999999;
Para Cada pieza de piezas Hacer
    acomodoYDesperdicio <- Acomodar (pieza, L, piezas, 0);
    Si acomodoYDesperdicio < mejorAcomodoYDesperdicio Entonces
        mejorAcomodoYDesperdicio <- acomodoYDesperdicio;
    FinSi
FinPara
Escribir "La mejor solución para el conjunto de piezas es:"
Escribir mejorAcomodoYDesperdicio;
FinProceso
    
```

III.IV Alojamiento de las piezas procesadas

Una vez ejecutado, se muestra el resultado del primer ajuste de las piezas, que se utiliza para calcular el consumo de material utilizado en el proceso de corte. (Figura 6).

Figura 6. Colocación de las piezas del calzado



III.V Comparativo de consumos obtenidos con el algoritmo de acomodo de piezas

En la figura 7 podemos observar los consumos obtenidos con el algoritmo desarrollado de acomodo de piezas.

Figura 7. consumos mediante algoritmo acomodo de piezas.

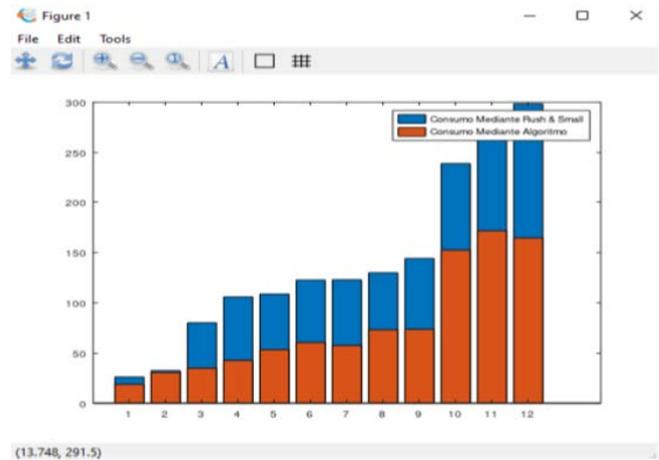
```

b2 = -42.987
X Y Maj min Area Rect
Tabla3 =
3.9913e+03 2.0950e+03 1.8229e+02 7.1220e+01 1.0043e+04 3.8995e+03 2.0585e+03 1.8500e+02 7.1000e+01
1.2979e+03 2.3643e+03 2.5058e+02 9.4318e+01 1.6379e+04 1.1685e+03 2.2945e+03 2.5800e+02 1.3900e+02
3.3506e+03 2.4327e+03 3.3953e+02 2.0397e+02 1.9387e+04 3.2055e+03 2.3405e+03 3.0000e+02 1.7500e+02
3.3631e+03 2.0387e+03 2.9995e+02 2.6712e+02 2.2768e+04 3.2605e+03 1.8985e+03 2.1300e+02 2.6700e+02
1.3156e+03 2.0171e+03 6.2374e+02 6.0735e+01 1.0375e+03 1.0375e+03 1.9725e+03 5.6000e+02 8.9000e+01
4.0695e+03 1.5838e+03 4.9469e+02 1.4738e+02 3.4388e+04 3.8475e+03 1.4815e+03 4.5700e+02 1.7300e+02
2.7519e+03 2.0159e+03 2.7218e+02 1.8256e+02 3.4944e+04 2.6655e+03 1.8865e+03 1.7700e+02 2.5900e+02
2.0914e+03 2.1706e+03 2.7225e+02 1.9462e+02 4.0950e+04 1.9485e+03 2.0465e+03 2.6800e+02 2.0900e+02
2.7935e+03 1.5631e+03 3.2975e+02 1.9884e+02 4.1166e+04 2.5945e+03 1.4455e+03 3.9600e+02 1.9500e+02
2.0747e+03 1.5465e+03 3.6135e+02 2.0194e+02 4.1646e+04 1.9345e+03 1.3745e+03 3.9000e+02 2.7700e+02
3.4105e+03 1.5451e+03 2.8637e+02 2.1833e+02 4.7391e+04 3.3035e+03 1.4225e+03 2.1800e+02 2.6900e+02
1.2988e+03 1.5274e+03 6.6508e+02 2.7774e+02 8.8173e+04 9.7750e+02 1.3825e+03 6.4100e+02 2.8100e+02

Objetos encontrados
Ans = 12
Area Pliego = 1.1639e+04
Cx Cy Major Menor Area Boundingbox
Tabla9 =
2.8861e+03 2.2457e+03 6.0866e+03 2.7305e+03 1.2453e+07 2.5050e+02 9.4550e+02 5.3150e+03 2.5510e+03

Pliego_Largo = 186.07
Pliego_Ancho = 83.474
    
```

Figura 8. gráfica de comparativo de consumos de material.



En la figura 8 podemos observar el comparativo de los consumos obtenidos calculándolos mediante el método Russ & Small y el consumo obtenido con el algoritmo desarrollado de acomodo de piezas. Como podemos ver los consumos varían muy poco, pero se pueden optimizar con el algoritmo, aplicando métodos de inteligencia artificial, que será el siguiente paso aplicar en este proyecto.

IV. CONCLUSIONES

En este artículo se propuso utilizar técnicas de procesamiento digital de imágenes, análisis de métodos, diseño mecánico y algoritmos BFS para optimizar el consumo de materiales en el proceso de corte de calzado. Con los resultados obtenidos, podemos concluir que, al utilizar algoritmos de búsqueda basados en heurísticas, aplicados en el método de acomodo de piezas utilizadas en el proceso de corte de sintético, se puede optimizar el consumo, así como reducir la cantidad de desperdicio de material, que es un factor esencial para las empresas de calzado, comparando con los consumos obtenidos al aplicar el método actual Russ & Small.

Por consiguiente, se puede lograr optimizar tiempos y costos de impacto en el proceso de corte, lo que puede mejorar la productividad y competitividad de las empresas, con una ventaja en los tiempos de ejecución. En futuras investigaciones, se integran técnicas de inteligencia artificial para mejorar los tiempos de búsqueda en los alojamientos utilizando técnicas de reconocimiento de patrones para reducir los tiempos de búsqueda.

La metodología propuesta permitió obtener y simular alojamientos que mejoran la estimación del consumo de materiales en el corte. Esta información puede ser utilizada para planificar las compras y los almacenes, evitando el desperdicio/falta de materiales, ya que los métodos utilizados actualmente carecen de buena precisión, lo que reduce el control en las empresas. Actualmente existe software comercial que permite hacer optimización de este tipo de materiales, pero se requiere una máquina especial que se conecta al programa para realizar el procesamiento del corte, en nuestro caso nuestro software es totalmente flexible puesto que nos entrega un acomodo con la información necesaria para ser procesada en cualquier máquina de corte manual.

Se recomienda para futuras investigaciones referentes al uso de algoritmos BFS, contemplar los requerimientos tecnológicos para la ejecución del algoritmo, pues pudiera llegar a ser una limitante en el tiempo de ejecución del algoritmo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldás, D. S., Portalanza Molina, N. de J., Tierra Pérez, L. P., & Barrionuevo Zurita, M. P. (2018). Análisis de los tiempos de preparación para la reducción de desperdicios en el proceso de troquelado. Caso aplicado industria de calzado. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 149-160. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n10.2018.649>.
- Guevara-Palma, L., Santillán-Gutiérrez, S.D., Tang-Yu, X., Dorador-González, J.M., & Lara-Jiménez, C.I. (2015). Acomodo de Figuras irregulares en áreas irregulares para el corte de cuero. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(1), 25-34. [https://doi.org/10.1016/s1405-7743\(15\)72104-9](https://doi.org/10.1016/s1405-7743(15)72104-9)
- Hoang-Quan, B., Quoc-Bao, T., Huu-Cuong, N., & Minh-Triet, N. (2018). Vision-based inspection system for leather surface defect detection and classification. 2018 5th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS). 300-304, <https://doi.org/10.1109/nics.2018.8606836>
- Khanal, S.M., Silva, J., Magalhães, L., Soares, J., Garcia-Gonzalez, D., Chavez-Castilla, Y., & Ferreira, M.J. (2022). Leather defect detection using semantic segmentation: A hardware platform and software prototype. *Procedia Computer Science*, 204, 573-580. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.070>.
- Martín, N. (2016). Patronaje y Confección de Calzado. GG Editorial.
- Ming-Yi, L., & Ling-Ling, W. (2008). Automatic shoe-pattern boundary extraction by image processing techniques. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24(2), 217-227. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2006.10.005>
- Ogunsakin, R., Marin, C. A., & Mehandjiev, N. (2021). Towards Engineering Manufacturing Systems for mass personalisation: A stigmergic approach. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34(4), 341-369. <https://doi.org/10.1080/0951192x.2020.1858508>
- Pagano, S., Russo, R., & Savino, S. (2020). A Vision guided robotic system for flexible gluing process in the footwear industry. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 65, 101965. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.101965>
- Stepanov, A., Manninen, M., Pärnänen, I., Hirvimäki, M., & Salminen, A. (2015). Laser cutting of leather: Tool for industry or designers?. *Physics Procedia*, 78, 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2015.11.028>.
- Wen-Chen, L., Heng, M., & Bor-Wen, C. (2008). A heuristic for nesting problems of irregular shapes. *Computer-Aided Design*, 40(5), 625-633. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2008.02.008>

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD EN LAS DIMENSIONES DE BLOCK DE TEPEZIL EN UNA EMPRESA DE LA REGIÓN DE PEROTE, VERACRUZ

¹Christiane Areli Hernández Hidalgo, a19020023@itsperote.edu.mx

² Daniel Bello Parra, daniel.bello@perote.tecnm.mx

³ Félix Murrieta Domínguez, felix.murrieta@perote.tecnm.mx

RESUMEN

La presente investigación tiene la finalidad de analizar la variabilidad de dimensión del producto terminado de block de tepezil específicamente en la bloquera Hermanos Campos, empresa ubicada en la región de Perote, Veracruz, mediante el uso de herramientas básicas de calidad para la obtención de una propuesta de mejora que permita la disminución de desperdicios.

La empresa tiene como actividad principal la fabricación de bloques de tepezil en distintas presentaciones, esta investigación se enfoca específicamente en los bloques con las dimensiones 18.5x39.5x14 centímetros. Se observa que elementos ocupados en la fabricación varían de acuerdo con las medidas estandarizadas por la empresa generando mucha variabilidad de dimensiones en el proceso del producto terminado. Para ello se identifican los procesos mediante un enfoque basado en procesos, la cual es una técnica holística adoptada por organizaciones que implementan un sistema de gestión de la calidad y definen las actividades que se tienen que llevar a cabo en orden para lograr convertir una cierta entrada en alguna salida deseable tanto por el cliente como por la organización. Además, se realizó un diagnóstico del proceso utilizando herramientas básicas de calidad que permiten planificar y determinar cuándo un proceso está fuera de control y ayuda en la toma de decisiones, facilitando procesos de mejora continua de una empresa.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the variability of dimension of the finished product of Tepezil block specifically in Hermanos Campos, a company located in the Perote region in Veracruz, through the use of basic quality tools to obtain an improvement proposal that allows the reduction of waste. The company has as a main activity the fabrication of tepezil blocks in different presentations, this research is specifically focused on the blocks with the dimensions 7.3x16x5.5 inches. It is observed that the elements occupied in manufacturing vary according to standardized measures by the company generating a lot of variability of dimensions in the process of the finished product. To do this, processes are identified through a process-based approach, which is a holistic technique adopted by organizations that implement a quality management system and define the activities that have to be carried out in order to convert a certain entry into some output desirable by both the client and the organization. In addition, a diagnosis of the process was made using the statistical control tools that allow to plan and determine when a process is out of control and help in decision making, easing the continuous improvement processes of a company.

PALABRAS CLAVE

Calidad
Control
Mejora
Proceso

KEY WORDS

Quality
Control
Improvement
Processes

1 Tecnológico Nacional de México. Campus Perote/Estudiante

2,3 Tecnológico Nacional de México. Campus Perote/Docentes



I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la calidad de los productos es lo más importante que permite a cualquier empresa mantenerse y trascender ante un entorno competitivo y dinámico. Es por ello que la calidad brinda satisfacción hacia los clientes con los productos adquiridos, además de que surgen recomendaciones que generan en las organizaciones un crecimiento de ventas en el mercado.

La siguiente sección encierra el marco teórico en el cual se definen conceptos básicos del área de estudio de trabajo. Lo anterior para profundizar en conocimientos teóricos y familiarizar al lector con el lenguaje del área de estudio, y con esto evitar ideas inconclusas o interrogantes durante la lectura del presente documento.

Block de tepezil: se produce de manera mecánica y moldes a base de viro compactación y es curado en cámaras de inyección y vapor, manteniendo la uniformidad en la apariencia de las piezas. (Industria bloquera, 2002).

Mampuesto: Piedra sin labrar que se puede colocar en obra con la mano (Industria bloquera, 2002).

Variabilidad: es la dispersión de los valores de una variable en una distribución retórica o en una muestra. Puede ser conocida o desconocida y deriva de factores biológicos o de errores en la medición “(Altman DG y Bland JM, 1999).

Enfoque basado en procesos: este enfoque basado en procesos parte de la premisa de que un resultado que se desea alcanzar se consigue de forma más eficiente cuando las actividades a realizar y los recursos necesarios se gestionan como un proceso. (González, 2006).

Desperdicio: Se conoce como desperdicio aquellas actividades que consumen recursos pero que no agregan valor al producto o servicio que está generando dentro de una empresa (Jeffrey K, 2020).

Mejora continua: La mejora continua es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando las causas o restricciones, creando nuevas ideas y proyectos de mejora, llevándolos a cabo, estudiando y aprendiendo los resultados obtenidos y estandarizado los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño (Gutiérrez, 2010).

Control de calidad: cuando se fabrica una cosa mal, el control de calidad evita que ese producto llegue al cliente. Consiste en: Evaluar el desempeño actual del proceso. Comparar el desempeño actual con las metas de calidad (real frente a estándar). Actuar sobre la diferencia. (Gutiérrez, 2010).

Herramientas de control: Las herramientas de control de calidad se utilizan para determinar, medir, analizar y proponer soluciones a los problemas identificados que interfieren con el rendimiento de los procesos de la organización, ayudando a mejorar los indicadores de calidad (Gutiérrez, 2010).

La empresa bloquera Hermanos Campos, tiene como actividad principal la fabricación de bloques de tepezil en distintas presentaciones, este estudio se enfoca específicamente en los bloques con las dimensiones 18.5x39.5x14 cm. Se observa que elementos ocupados en la fabricación varían de acuerdo con las medidas estandarizadas por la empresa.

El objetivo es analizar la variabilidad de dimensión del producto terminado mediante el uso de herramientas de control estadístico y que permita la obtención de una propuesta de mejora continua y la disminución de desperdicios.

Para generar procesos y servicios de calidad es necesario reducir la variabilidad en todos sus ámbitos lo que permite tener controlados los métodos de trabajo y sobre todo enfocarlos hacia una mejora continua que requiere de esfuerzo y técnicas de control estadístico para su perfeccionamiento.

II. METODOLOGÍA

La empresa bloquera Hermanos Campos se encuentra ubicada en la región de Perote, Veracruz, tiene como actividad principal la fabricación de block de tepezil en distintas presentaciones, este análisis se enfoca específicamente en los block con las dimensiones 18.5x39.5x14 centímetros, mediante un estudio cuantitativo de nivel descriptivo e in situ siguiendo los pasos que se presentan:

1. Identificar el proceso de producción de block mediante un mapeo de procesos.
2. Diagnosticar la variabilidad del proceso de producción mediante herramientas básicas de control estadístico de calidad.
3. Desarrollar un diagrama de causa y efecto con la finalidad de identificar la raíz problema del producto terminado.
4. Realizar una propuesta de mejora que permita la disminución de desperdicios en la obtención del producto terminado.

Identificación del proceso: Se realizó un recorrido in situ en la empresa Hermanos Campos para saber el proceso de producción de block y presentar un diagrama de flujo y un mapeo de procesos (Vancevich, 2000).

Diagnóstico del proceso: Se diagnosticó la variabilidad que existe en el proceso de producción final de block 18.5x39.5x14 cm. Como principal paso se tomaron medidas de una muestra de 322 piezas de block, con la finalidad de

evaluar la variabilidad que existe en el proceso de producción, con base en ello se evaluaron los resultados mediante herramientas básicas de calidad como Minitad (2018).

Diagrama de causa y efecto: se elaboró un diagrama de causa y efecto (Vancevich2000), donde se analizó los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan.

Propuesta de mejora: Como propuesta de mejora se entregan recomendaciones referente a los procesos fundamentados en la N-CMT-2-01-002/02 E. Transporte y Almacenamiento.

Cálculo de tamaño de muestra finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{2000 * 1.960^2 * 50 * 50}{5^2 * (2000 - 1) + 1.960^2 * 50 * 50}$$

$$n = 322.40$$

Tabla 1
Parámetros

Parámetro	Insertar Valor
N	2,000
Z	1.960
P	50.00%
Q	50.00%
e	5.00%

De acuerdo al resultado de la fórmula, se tomó como parámetro para la determinación de los datos estadísticos basado en un muestreo aleatorio.

Para realizar el diagnóstico de los procesos se consideró las especificaciones técnicas de la norma N-CMT-2-01-002/02 E. Transporte y Almacenamiento (Tabla 1), así como las tolerancias en las dimensiones de los bloques de cemento, tabique y tabicónes (Tabla 2)

Tabla 2
Especificaciones de la norma N-CMT-2-01-002/02

TIPO	Largo*	Ancho*	Altura*
Bloques de cemento	>30	10 a 30	10 a 30
Tabiques y tabicónes	24 a 30	10 a 30	6 a 15

Nota: Incluyendo la junta de albañilería de 1 cm, con una tolerancia de ±2mm.

Tabla
Tolerancias en las dimensiones de los bloques de cemento, tabique y tabicónes

Dimensión	Tolerancia
Largo	±2
Ancho	±2
Altura o peralte	±3

Nota: Las dimensiones nominales se basarán preferentemente en mm.

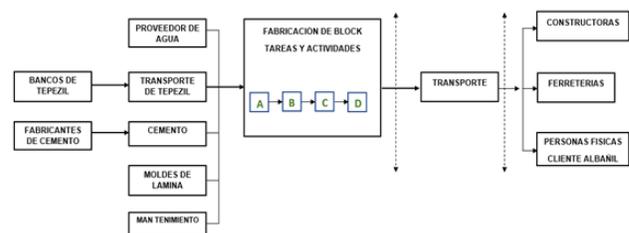
III. RESULTADOS O AVANCES

3.1 Identificación del proceso

El mapa de procesos es una herramienta que ofrece una representación gráfica de los distintos departamentos que intervienen con el proceso para darnos una visión clara de la información que corre a través de la cadena, se debe elaborar de tal forma que se puedan observar las interacciones entre departamentos y procesos productivos.

Para conocer los procesos se realizó un mapa de procesos (Figura 1), de las actividades que se tienen que llevar a cabo en orden para lograr convertir una cierta entrada en alguna salida deseable tanto por el cliente como por la organización en relación a la producción de block de tepezil en la bloquera Hermanos Campos.

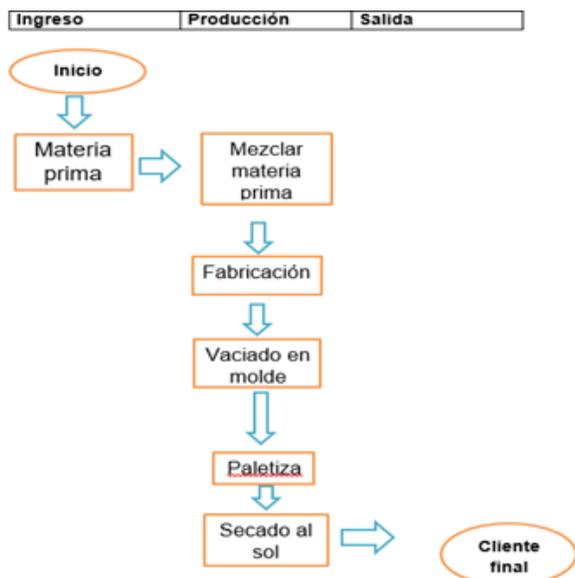
Figura 1
Mapa de procesos
Bloquera Hermanos Campos



Nota: Elaboración propia

Así mismo se conoció el proceso de producción de block dentro de las instalaciones de la bloquera. (Figura 2)

Figura 2
Diagrama de flujo
Elaboración de block

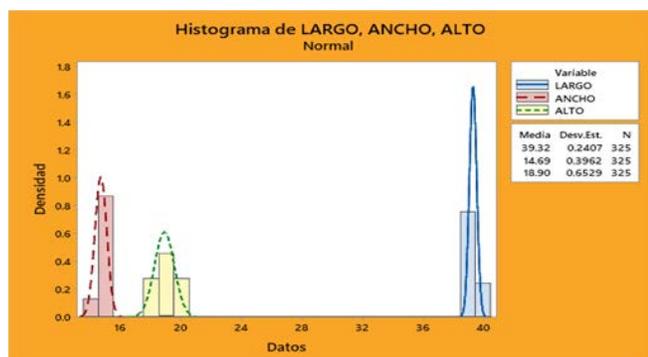


Nota: Elaboración propia

3.2 Diagnóstico de proceso

De acuerdo al histograma (Figura 3) se puede observar que la frecuencia se encuentra inestable debido a que no se ajusta con las especificaciones establecidas por la norma por lo que el proceso es inestable o se encuentra fuera de control.

Figura 3
Histograma
Especificaciones de block



Nota: Elaboración propia, basado en Gutiérrez 2010

De acuerdo al diagrama de causa y efecto para la detección de la variabilidad en la dimensión en el largo de block de tepezil (Figura 4), se observa que el problema que pueda afectar la variabilidad en lo largo puede ser personal, debido a que las personas pueden perder el compromiso en la hora del proceso, o tal vez no estén capacitados en el proceso o existe la posibilidad de que están fatigados con las cargas de trabajo, se tendrá que buscar una solución para reducir la variabilidad y mejorar la calidad del producto terminado. También por las condiciones de medio ambiente se genera una falta de limpieza a la hora de paletizar el producto terminado, otra consecuencia factible que genera problemas son los moldes, esto genera que la vibración los moldes se deforme.

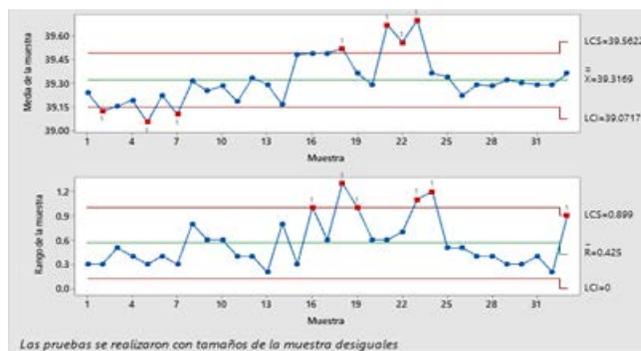
Figura 4
Diagrama de causa y efecto
Variabilidad de dimensión en el largo de block de Tepezil



Nota: Elaboración propia

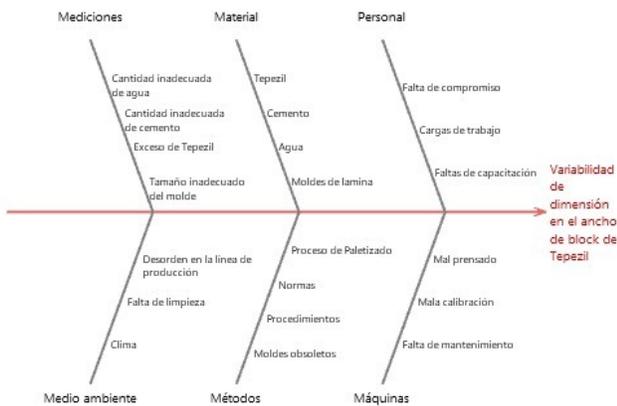
De acuerdo a las especificaciones por la norma, una media de 39.5 con tolerancia de ± 2 . Se observa que el proceso se encuentra fuera de control mediante la ejecución de una gráfica de variables por subgrupos XR (Figura 5), debido a que los datos fluctúan por debajo y por arriba de la media, sobre pasando los límites de control, lo que afecta que el producto sobre pasa de la medida nominal y requiere un ajuste.

Figura 5
Gráfica Xbarra-R
Proceso de block



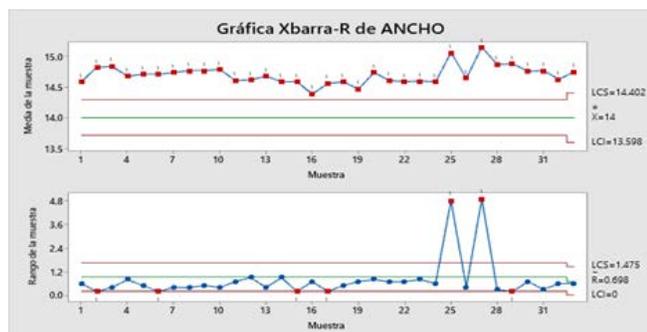
De acuerdo al diagrama de causa y efecto (Figura 6) se observa que el problema que pueda afectar la variabilidad en lo ancho, puede ser personal debido a que las personas pierden el compromiso en la hora del proceso, no están bien capacitados en el proceso o están fatigados con las cargas de trabajo, por lo que se tendría que buscar una solución para reducir la variabilidad y mejorar la calidad del producto terminado.

Figura 6
Diagrama de causa y efecto
Variabilidad de dimensión en el ancho del block de Tepezil



De acuerdo a las especificaciones por la norma, una media de 14 con tolerancia de ± 2 se puede observar que proceso se encuentra fuera de control debido a que los datos fluctúan por arriba de la media sobre pasando los límites de control lo que afecta que el producto sobre pasa de la medida nominal por lo cual se requiere un ajuste. (Figura 7)

Figura 7
Gráfica Xbarra-R
Proceso de block



Nota: Gráfica Ancho con Especificaciones

De acuerdo a las especificaciones por la norma, una media de 18.5 con tolerancia de ± 3 se puede observar que proceso se encuentra fuera de control debido a que los datos fluctúan por debajo y por arriba de la media sobre pasando los límites de control. (Figura 8)

Figura 8
Gráfica Xbarra-R
Proceso de block



Nota: Gráfica del alto con especificaciones en la norma

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación se realizó un análisis estadístico mediante herramientas básicas calidad, con lo que se determinó que el proceso de producto terminado de block, en la bloquera Hermanos Campos, se encuentra con alta variabilidad conforme a las especificaciones de la norma N-CMT-2-01-002/02 y se deberá realizar propuestas para determinar la mejora en la calidad del block para la satisfacción de cliente y la reducción de desperdicios de materiales utilizados en la transformación del proceso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen al Br. Alejandro Canché y al Br. Randy Castro por su colaboración en el desarrollo de la aplicación BOTER, a los estudiantes que participaron en la evaluación de usabilidad del software y a la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán por las facilidades otorgadas para la realización del proyecto registrado en el SISTPROY con la clave FMAT-2020-0005, del cual forma parte la aplicación. También se agradece al profesor de Lengua y Cultura maya Gerónimo Can por el apoyo con la traducción del resumen en lengua maya.

Se determinó una propuesta de mejora fundamentada en la N-CMT-2-01-002/02 E. Transporte y Almacenamiento. Con el propósito de evitar la alteración de las características de los bloques de cemento tabique y tabicón antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos

1. El material se almacenará en un sitio con una superficie firme uniforme y limpia específicamente destinado para tal propósito. Cuando en dicho sitio no se cuente con esas condiciones se requerirá remover la materia vegetal, nivelar y compactar la superficie dejando una sección transversal uniforme que permite el drenaje de los blocks formados para su secado.

2. Los bloques de cemento, tabiques y tabicones se cargarán y transportarán con el debido cuidado para evitar roturas y despostilla duras, en el vehículo que impida la caída del material. (N-CMT-2-01-002/02)

Como propuesta de mejora se pretende acatar el artículo 17.

La arena a usarse deberá ser natural, limpia y libre de cantidades dañinas de sustancias salinas, alcalinas y orgánicas. La arena deberá pasar toda por la malla de ocho huecos por cada 2.5cms. Lineales (1 pulgada). La arcilla y las materias muy finas son toleradas hasta en un 3 por ciento del peso del agregado.

El agua a usarse deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, alcalina o de materias orgánicas". Por lo consiguiente al obtener mezcla contaminada, se someterá a un tratado de limpieza para su reutilización. (Decreto, 1973)

Se recomienda la realización de un manual de procedimientos e instructivos de trabajo, que aporten soluciones, descripción de actividades, responsabilidades para lograr en primer lugar la estandarización de procesos, evitar tiempos ociosos por desconocimiento de actividades por parte del operador, así como las especificaciones técnicas que permitan el logro de productos de calidad y a su vez la satisfacción del cliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman Douglas, G. y Martín Bland, J. (1999). Métodos estadísticos para evaluar la concordancia entre dos métodos de medición clínica. *Revista Ciencia Directa* 318(7199). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)
- González, C. T. (2006). *Gestión del Calidad*. México: Ed. Pearson Educación.
- Gutiérrez., P. H. (2010). *Control estadístico de calidad*. México: Ed. Limusa,
- Industria Bloquera. (2022). *Ficha técnica Block ligero de concreto*. <https://www.industrialbloquera.com.mx/>
- Jeffrey K. L. (2020). *El modelo Toyota para la mejora continua*. España: Ed. Profit.
- Mongomery, D. (2015). *Control de calidad*. México: Ed. Mc Graw Hill.
- Meli, R. (1992) *Comentarios y ejemplos de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería*. DDE [PDF]. <https://normas.imt.mx › normativa › N-CMT-2-01-002/02>
- Norma Mexicana N-CMT-2-01-002/02, *Característica de los materiales, Bloques de cemento, tabiques y tabicones*. DOF. 2002
- Norma Mexicana NMX-C-010-1986, *Industria de la construcción-concreto- bloques, ladrillos o tabiques y tabicones*. DOF. 1986
- Norma Mexicana NMX-C-404-1997-ONCE, *Industria de la construcción-Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural- Especificaciones y método de prueba*.
- Vancevich, John; Lorenzi, Peter; Skinner, Steven. (2000). *Gestión, Calidad y Competitividad*. Madrid: Editores Irvin

NÍQUEL INCREMENTA EL NÚMERO DE FLORES Y HOJAS DE PLANTAS DE FRESA CV. FESTIVAL

¹Jaqueline Guadalupe Hidalgo-Moreno, all7112516@chapingo.mx

²Sara Monzerrat Ramírez-Olvera, ramirez.sara@colpos.mx

³Disraeli Eron Moreno-Guerrero, moreno.disraeli@colpos.mx

⁴Ivan Rodrigo Galarza-Vidal, Ivanroy23ing@gmail.com

⁵Omar Solis-Mendoza, all7125744@chapingo.mx

RESUMEN

El níquel (Ni), es un micronutriente esencial en el crecimiento vegetal. Por lo que es de suma importancia el estudio de su efecto a diferentes dosis en cultivos de interés alimenticio. El objetivo de esta investigación, fue evaluar la aplicación vía raíz de 0, 50, 100 y 200 μM Ni, a plantas de fresa cv. Festival. Plantas de fresa se colocaron en macetas de polietileno negro, en cuyo interior contenían tezontle, posteriormente se adicionaron al sustrato 200 mL de cada tratamiento, cada siete días durante 70 días. A los 35 y 70 días después del inicio de tratamientos se registró la altura de planta, el diámetro de corona, número de hojas y flores. La adición de Ni a plantas de fresa, no modificó la altura de planta, ni el diámetro de corona a los 35 días de aplicación, de forma similar que el número de flores. En tanto que, el níquel aumentó el número de hojas a los 35 y 70 días después de la aplicación, y flores a los 35 días después del inicio de tratamientos. Por otro lado, la altura de planta y el diámetro de corona se redujo a los 70 días después del inicio de tratamientos. El níquel modifica el crecimiento de plantas de fresa cv. Festival.

PALABRAS CLAVE

Dosis respuesta
Hormesis
Fragaria×ananassa

ABSTRACT

Nickel (Ni), is an essential micronutrient in plant growth. Therefore, it is very important to study its effect at different doses in crops of food interest. The objective of this research was to evaluate the application via root of 0, 50, 100 and 200 μM Ni to strawberry plants cv. Festival. Strawberry plants were placed in black polyethylene pots, inside which they contained tezontle, later 200 mL of each treatment were added to the substrate, every seven days for 70 days. At 35 and 70 days after the start of treatments, plant height, crown diameter, number of leaves and flowers were recorded. The addition of Ni to strawberry plants did not modify plant height or crown diameter at 35 days of application, similarly to the number of flowers. Meanwhile, nickel increased the number of leaves at 35 and 70 days after application, and flowers at 35 days after the start of treatments. On the other hand, plant height and crown diameter were reduced 70 days after the start of treatments. Nickel modifies the growth of strawberry plants cv. Festival.

KEYWORDS

Dose response
Hormesis
Fragaria×ananassa

1,5 Universidad Autónoma Chapingo/Estudiante

2 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo/Docente

3 Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, estudiante de doctorado/Docente

4 Tecnológico de Estudios Superiores de Chicoloapan (estudiante).

I. INTRODUCCIÓN

El níquel (Ni), es un micronutriente esencial en el metabolismo vegetal, a concentraciones de 0.05 a 10 mg kg⁻¹ de peso seco (Nieminen et al., 2007). Es constituyente de enzimas de importancia en la asimilación de nitrógeno, además de participar en procesos fisiológicos como la fotosíntesis, germinación de semillas, el crecimiento vegetativo y reproductivo (Shahzad et al., 2018). No obstante, altas concentraciones pueden generar estrés a nivel celular, reducir la estabilidad de la membrana, la turgencia celular y el cierre de estomas, alterar la concentración de pigmentos fotosintéticos y generar clorosis en las hojas (Khoshgoftarmanesh et al., 2011; Flem et al., 2022).

El Ni, se encuentra en el suelo, agua y aire a bajas concentraciones, el cual puede ser absorbido y acumulado por las plantas (Shahzad et al., 2018). De manera natural en el suelo y agua, se encuentra a concentraciones inferiores a 100 mg kg⁻¹ y 0.005 mg L⁻¹, respectivamente (McGrath, 1995). Por tanto es de suma importancia su evaluación a diferentes concentraciones, en plantas de interés alimenticio.

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), es un cultivo de importancia en para el consumo humano, al ser fuente de compuestos bioactivos como flavonoides y polifenoles vitamina A, C, los carotenoides luteína y zeaxantina (Giampieri et al., 2013; Dávalos-González et al., 2022). Además de contener altas concentraciones de vitamina C, y ácido fólico (Battino et al., 2009). Actualmente se cultiva en 76 países, desde climas templados, subtropicales y tropicales (Hancock et al., 2008).

Debido a su versatilidad, las fresas, tienen amplio mercado, y pueden ser comercializadas frescas o en alimentos preparados, como jugos, mermeladas, jaleas, helados, chocolates, tartas, jarabes, pasteles y muchas bebidas (Oğuz et al., 2022). Poseen una amplia diversidad genética que le atribuye diferentes colores y sabores, encontrando tonos desde albino a rojos en algunas especies (Prohens et al., 2008).

Por lo que la demanda de este fruto ha incrementado en los últimos años, de aquí la importancia de buscar mejorar en el rendimiento. El objetivo de esta investigación fue evaluar la aspersión de níquel a dosis crecientes a plantas de fresa cv. Festival.

II. METODOLOGÍA

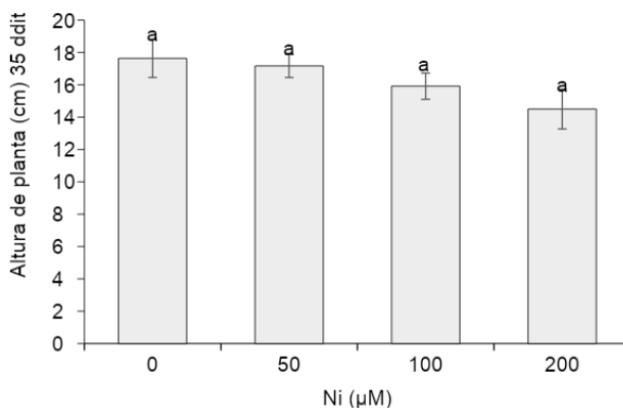
Estolones de plantas de fresa cv. Festival se colocaron dentro de macetas de polietileno negro en cuyo interior contenía tezontle. Después se adicionó al sustrato solución nutritiva universal Steiner, por 20 días. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos de níquel al sustrato que consistieron en 0, 50, 100 y 200 μM Ni, cada siete días durante 70 días. A los 35 días después del inicio de tratamientos se registró la altura de planta, diámetro de corona, número de hojas flores.

Con los datos obtenidos, se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el paquete estadístico SAS 9.1.

III. RESULTADOS

Se ha informado que el níquel influye en el crecimiento de diversas especies vegetales, al modificar la morfología y anatomía de plantas (Sreekanth et al., 2013). La altura de planta no se modificó significativamente bajo ninguna concentración de níquel evaluada, a los 35 días después de la aplicación (Figura 1).

Figura 1
Altura de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 35 días.

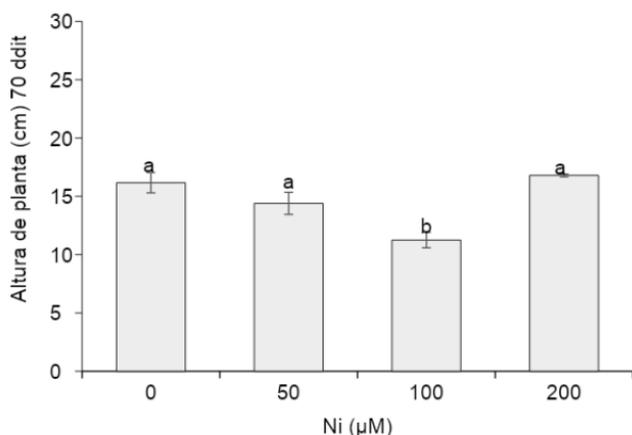


Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

La aplicación de 100 μM Ni redujo significativamente en 30.41%, la altura de planta a los 70 días después de inicio de tratamientos, en relación al tratamiento testigo (Figura 2). Al respecto se ha informado que el Ni puede inhibir el crecimiento, debido a su efecto en la fotosíntesis, dado que puede alterar la tasa de fotosíntesis, la estructura y funcionamiento de los cloroplastos, así como la actividad de las enzimas implicadas en el ciclo de Calvin (Seregin y Ivanov 2001).

Figura 2

Altura de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 70 días.

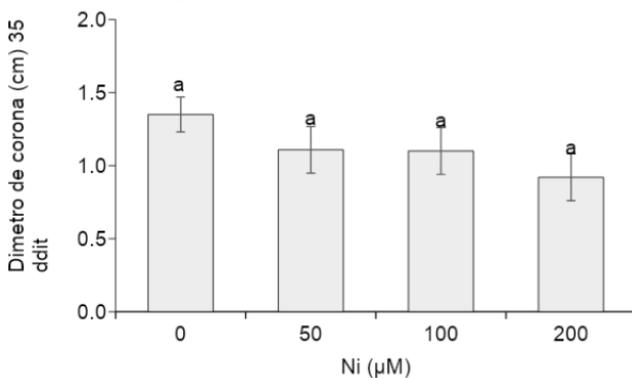


Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

A los 35 días después de la aplicación de tratamientos, el diámetro de corona no se modificó bajo ninguna dosis evaluada (Figura 3).

Figura 3

Diámetro de corona de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 35 días.

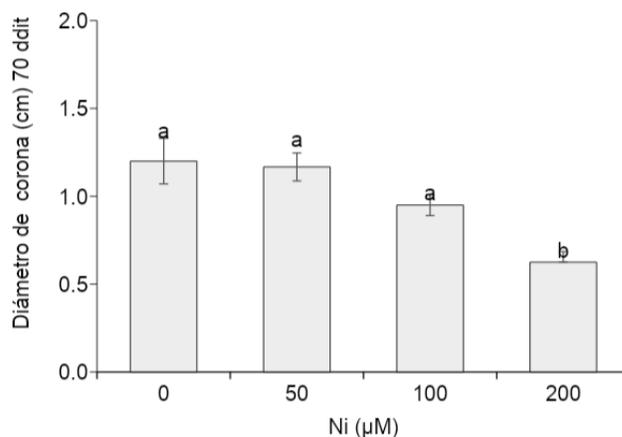


Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

La aplicación de 200 μM Ni, redujo significativamente el diámetro de corona en 47.92% en relación al tratamiento testigo, a los 70 días después del inicio de la aplicación (Figura

Figura 4

Diámetro de corona de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 70 días.

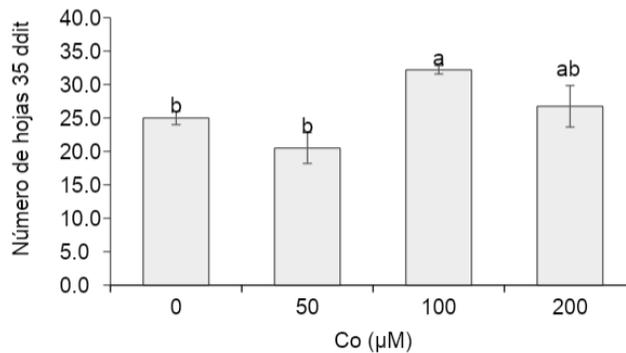


Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

El número de hojas de plantas de fresa tratadas con 100 μM Ni, aumento significativamente en 28.80%, respecto al tratamiento testigo (Figura 5).

Figura 5

Número de hojas de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 35 días.

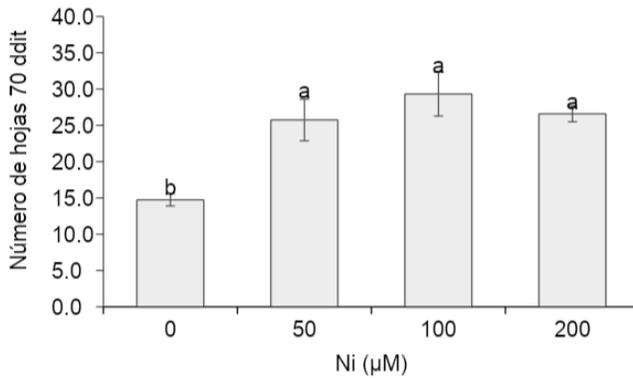


Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

Por otro lado, el número de hojas a los 70 días después de la aplicación de 50, 100 y 200 μM Ni, aumentó significativamente en 74.58, 98.85 y 80.34% respectivamente, en relación al tratamiento testigo (Figura 6).

Figura 6

Número de hojas de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 70 días.

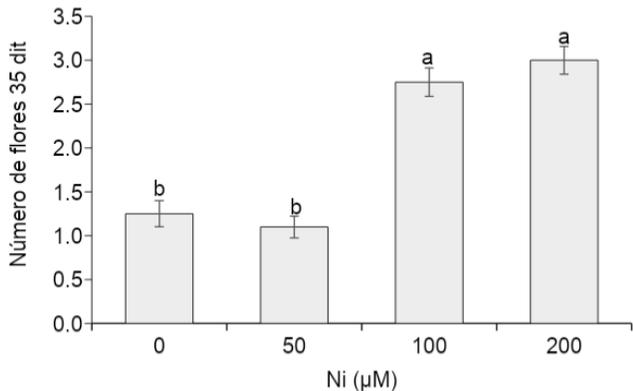


Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

De manera similar, el número de flores incrementó significativamente en más del 100% con la aplicación de 100 y 200 μ M Ni, en relación al tratamiento testigo (Figura 7). Sin mostrar efectos significativos a los 70 días de tratamiento (Figura 8).

Figura 7

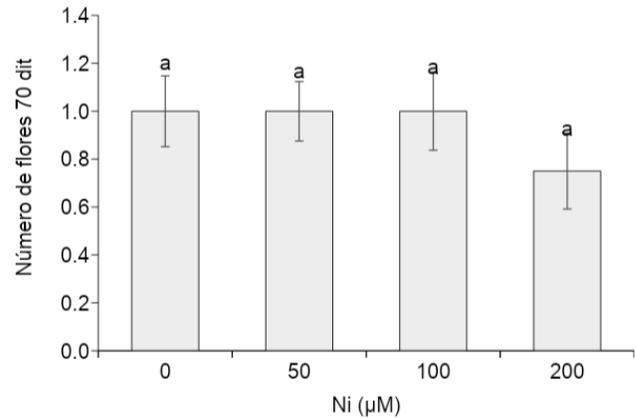
Número de flores de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 35 días.



Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

Figura 8

Número de flores de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 70 días.



Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aplicación de níquel a plantas de fresa cv. Festival, modifica la altura de planta, el número de hojas, diámetro de tallo y número de flores, en función de la dosis y el tiempo de aplicación.

Retos que se afrontaron durante la Pandemia por el COVID-19

A pesar de las dificultades generadas por la pandemia del COVID-19 en la investigación científica como en la experimentación en campo, se lograron establecer criterios y normas en las cuales se pudieran converger a fin de poder desarrollar este proyecto de la mejor manera y sin perder el objetivo principal, planteándose así un método de trabajo conjunto que disminuyera riesgos haciendo uso de las diferentes herramientas digitales que se usaron, así se logró completar esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bao, Q., Liu, Y., He, R., ang, Q. (2021). The effect of strawberry-like nickel-decorated flame retardant for enhancing the fire safety and smoke suppression of epoxy resin. *Polymer Degradation And Stability*, 193, 109740. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2021.109740
- Bertioli, D. (2019). The origin and evolution of a favorite fruit. *Nature Genetics*, 51(3), 372-373. doi: 10.1038/s41588-019-0365-3
- Flem, B., Reimann, C., Fabian, K. (2022). Excess Cr and Ni in top soil: Comparing the effect of geology, diffuse contamination, and biogenic influence. *Science of The Total Environment*, 843, 157059.
- Flórez Faura Ra, Mora Cabeza Ra. (2010). Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) Producción y Manejo Poscosecha, Corredor Tecnológico Agroindustrial, Cámara de Comercio de Bogotá, Universidad Nacional De Colombia; Bogotá.
- Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., Mazzoni, L., Romandini, S., Bompadre, S., Diamanti, J., Battino, M. (2013). The potential impact of strawberry on human health. *Natural product research*, 27(4-5), 448-455.
- Hassan, M. U., Chattha, M. U., Khan, I., Chattha, M. B., Aamer, M., Nawaz, M., Khan, T. A. (2019). Nickel toxicity in plants: reasons, toxic effects, tolerance mechanisms, and remediation possibilities—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 12673-12688.
- Khoshgoftarmanesh, A. H., Hosseini, F., Afyuni, M. (2011). Nickel supplementation effect on the growth, urease activity and urea and nitrate concentrations in lettuce supplied with different nitrogen sources. *Scientia horticultrae*, 130(2), 381-385.
- Nieminen, T. M., Ukonmaanaho, L., Rausch, N., Shoty, W. (2007). Biogeochemistry of nickel and its release into the environment. *Metal ions in life sciences*, 2, 1-30.
- McGrath, S. P., & Smith, S. (1995). Chromium and nickel. *Heavy metals in soils*, 152-178.
- Rubio, S. A. (2014). «Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel», *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 67-79. doi: 10.17584/rcch.2014v8i1.2801.
- Shahzad, B., Tanveer, M., Rehman, A., Cheema, S. A., Fahad, S., Rehman, S., Sharma, A. (2018). Nickel; whether toxic or essential for plants and environment-A review. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132, 641-651.
- Seregin, I. V., Kozhevnikova, A. D. (2006). Physiological Role of Nickel and Its Toxic Effects on Higher Plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2006, 53(2), 257-27.
- Seregin, I. V., Ivanov, V. B. (2001). Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants. *Russian journal of plant physiology*, 48(4), 523-544.
- SIAP (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Retrieved 2 April 2022, from <https://nube.siap.gob.mx/cierre-agricola/>

Sreekanth, T. V. M., Nagajyothi, P. C., Lee, K. D., Prasad, T. N. V. K. V. (2013). Occurrence, physiological responses and toxicity of nickel in plants. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10(5), 1129-1140.

Yusuf, M., Fariduddin, Q., Hayat, S. And Ahmad, A. (2011). Nickel: An Overview of Uptake, Essentiality and Toxicity in Plants *Bull Environ Contam Toxicol* (2011) 86:1-17

ANEXOS



Ilustración 1
estolones de plantas de fresa cv.



Ilustración 2
Preparación de solución nutritiva universal Steiner



Ilustración 3
medición de altura, diámetro de corona, número de hojas y coronas a los 35 días



Ilustración 4
Registro de variables



Ilustración 5
aplicación de tratamientos de Ni

PROPAGACIÓN IN VITRO DE SEMILLAS HORTÍCOLAS A TRAVÉS DE UN PROTOTIPO

¹Citlali Cárcamo Juárez, Citlali_carcamo1234@hotmail.com

²Ximena Valera Romero, ximenavr_4@hotmail.com

³Aarón Comunidad Villa, acv_comunidad@hotmail.com

⁴Martin Palafox Rodríguez, martinpalafox@msn.com

RESUMEN

La germinación in vitro actualmente es un método eficaz para la propagación de especies vegetales, sin embargo, es un procedimiento costoso. El implementar modelos de germinadoras permite realizar esta práctica con materiales accesibles y abajo costo. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la germinación in vitro de semillas de importancia agrícola en medios de cultivo Murashige & Skoog (MS) a través de un prototipo. Se utilizaron semillas comerciales. Se realizaron dos ensayos con variación en las especies de semillas utilizadas, en el primer ensayo se utilizaron semillas de rábano (*Raphanus sativus*), zanahoria (*Daucus carota*), pepino (*Cucumis sativus*), y jitomate (*Solanum lycopersicum*). En el segundo ensayo se utilizaron semillas únicamente de rábano (*Raphanus sativus*). Para la desinfección, se realizaron inmersiones, en etanol al 10% durante 5 minutos; posteriormente se aplicó hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% durante 5 minutos en constante agitación y, finalmente tween 20 al 3% durante 5 minutos. Se evaluó la germinación de las semillas en dos germinadoras comerciales y un prototipo de germinadora automatizado, a través de un análisis morfométrico. Las semillas comenzaron a mostrar cambios a partir de los 5 días posteriores de la siembra. Se obtuvo desarrollo de radícula, hipocotileo y cotiledón. Los cultivos de rábano (*Raphanus sativus*) presentaron proliferación en todas las muestras experimentales, a diferencia de las semillas de zanahoria (*Daucus carota*), y jitomate (*Solanum lycopersicum*). Se concluye que el prototipo es viable para germinar semillas de rábano, sin embargo, aún requiere de grandes mejoras para cumplir con su propósito. Por otra parte, en comparación con la germinadora 1 y el prototipo, la germinadora que obtuvo un mejor rendimiento en cuanto a tiempo de germinación, tamaño y desarrollo de las plántulas fue la germinadora 2, en comparación con las semillas y plántulas de las dos cámaras de germinación.

ABSTRACT

In vitro germination is currently an effective method for the propagation of plant species, however, it is a costly procedure. The implementation of germination models allows this practice to be carried out with accessible materials and at low cost. The present work had the objective of evaluating the in vitro germination of seeds of agricultural importance in Murashige & Skoog (MS) culture media through a prototype. Commercial seeds were used. Two trials were conducted with variation in the seed species used, in the first trial seeds of radish (*Raphanus sativus*), carrot (*Daucus carota*), cucumber (*Cucumis sativus*), and tomato (*Solanum lycopersicum*) were used. In the second trial, only radish (*Raphanus sativus*) seeds were used. For disinfection, seeds were immersed in 10% ethanol for 5 minutes, then 5% sodium hypochlorite (NaClO) was applied for 5 minutes under constant agitation, and finally 3% tween 20 was applied for 5 minutes. Seed germination was evaluated in two commercial germinators and a prototype of an automated germinator, through a morphometric analysis. Radicle, hypocotyl and cotyledon development was obtained. The cultures of radish (*Raphanus sativus*) showed proliferation in all experimental samples, unlike the seeds of carrot (*Daucus carota*) and tomato (*Solanum lycopersicum*). It is concluded that the prototype is viable for germinating radish seeds, however, it still requires major improvements to fulfill its purpose. On the other hand, in comparison with germinator 1 and the prototype, the germinator that obtained a better performance in terms of germination time, size and development of the seedlings was germinator 2, in comparison with the seeds and seedlings of the two germination chambers.

PALABRAS CLAVE

Cultivo
Agricultura
Biotecnología

KEYWORDS

Crop
Agriculture
Biotechnology

1,2 Instituto Tecnológico Superior de Zacafoaxtla/Estudiantes

3,4 Instituto Tecnológico Superior de Zacafoaxtla /Docentes

I. INTRODUCCIÓN

La producción masiva de plantas de manera convencional, no ha resultado eficiente en los últimos años, debido al incremento de sequías, desarrollo de nuevas plagas, falta de nutrientes, entre otros factores. Una solución que se ha implementado es la micropropagación, específicamente la germinación in vitro de semillas de importancia agrícola. El término propagación in vitro, hace referencia al cultivo de semillas, dentro de un frasco de vidrio enriquecido con medio de cultivo MS (Murashige & Skoog). Entre los parámetros que deben controlarse se encuentran: la asepsia, el pH, la temperatura y la humedad principalmente (Castillo, 2004).

La técnica de propagación in vitro permite una rápida propagación de plantas en cualquier época del año, además puede ser una alternativa para la conservación de plantas en peligro de extinción (Pizarro, 2012). El éxito depende en gran medida del medio adecuado complementado con fitorreguladores (Rodríguez et al., 2004). La técnica requiere de un ambiente en condiciones controladas que solo se pueden obtener dentro de una germinadora o en un cuarto de crecimiento con luz artificial, a una temperatura promedio de 25°C, una intensidad de 25 a 35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ seg}$ con un fotoperiodo de 12 a 16 horas de luz (Garciglia, 2019).

Aunado a lo anterior, las condiciones que se requieren para mantener los especímenes en condiciones de calidad y de asepsia, se realiza en equipos especializados, con costos muy elevados, requieren de mantenimiento constante, en muchos de los casos las reparaciones tardan mucho tiempo, debido a que las piezas se tienen que adquirir fuera del país; consumen gran cantidad de luz, además ocupan gran volumen, dificultan su transporte y limpieza. Por otra parte, se presentan situaciones de que no existe almacenamiento de datos obtenidos en un lapso de tiempo; el investigador tiene que realizar monitoreo de manera directa y continua, lo cual conlleva a que interrumpa otras actividades. Para el desarrollo de cultivos in vitro, se puede poner en práctica la biotecnología, con el propósito de mejorar diversas variedades, recurriendo a métodos más sencillos, como el uso de un prototipo automatizado para los cultivos in vitro y germinación de semillas hortícolas, debido a que no requiere de costos elevados para su mantenimiento, además los materiales necesarios son de fácil acceso e inclusive se pueden reciclar. En este contexto, para el prototipo se diseñó un programa en el que investigador pueda obtener datos de ciertas variables desde cualquier dispositivo móvil y sin importar el lugar donde se encuentre. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo de investigación fue la evaluación de la germinación in vitro de semillas de importancia agrícola en medios de cultivo Murashige & Skoog (MS) a través de un prototipo.

II. METODOLOGÍA

El proyecto de investigación se desarrolló en el laboratorio de bioquímica y biotecnología, ubicado en la unidad de prácticas del Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla. El municipio de Zacapoaxtla, está ubicado Entre los paralelos 19° 43' y 19° 58' de latitud norte; los meridianos 97° 31' y 97° 39' de longitud oeste; altitud entre 900 y 2 800 m. en la Sierra Nororiental del estado de Puebla. (INEGI 2010).

Material vegetal

La cantidad de semilla de rábano (*Raphanus sativus*), pepino (*Cucumis sativus* L.), jitomate (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*) utilizada fue de 2.8 gr.

Preparación de medios de cultivo líquido:

Se pesaron 1.05 gramos de Medio Murashige & Skoog (MS), 3.7 gramos de sacarosa, 0.024 gramos de Kinetina y 0.245 gramos de Tiamina; para ello se utilizó una balanza analítica. Posteriormente, se midieron 245 ml de agua destilada en una probeta de 500 ml para diluir los reactivos sólidos, se colocaron en un Matraz Erlenmeyer de 250 ml, después se le añadió el agua destilada. La solución se homogenizó en una plancha de calentamiento a una temperatura 22.5 °C a 300 rpm durante 15 minutos. Se midió el pH, para verificar que estuviera en un rango de 5.6 a 5.8. Para evitar la contaminación por hongos o bacterias que pudieran afectar al medio se agregó 1 microlitro de antibiótico de eritromicina a cada frasco de vidrio, además para que la semilla tuviera un buen desarrollo, se le agregó 0.5 mililitros de benciloaminapurina. Se lavaron los frascos con jabón y agua, desinfectándolos con hipoclorito de sodio (NaClO). Se agregaron 20 ml del medio a cada frasco. Para cada unidad experimental se le colocó un puente de papel filtro de aproximadamente 7 cm de diámetro, para retener las semillas, con la finalidad de que estos pudieran estar en contacto con el medio de cultivo. Se cerraron los frascos con las tapas para cultivo in vitro; posteriormente se procedió a la esterilización en autoclave durante 20 minutos. La campana de flujo laminar se desinfectó 20 minutos antes de iniciar la siembra con alcohol etílico al 70%, para eliminar residuos y algunos contaminantes. Posteriormente, se encendió el UV durante 15 minutos, en seguida se encendieron los mecheros, así como el flujo y la luz.

Figura 1

Preparación de medios de cultivo líquido con MS.



Figura 2

Medios de cultivo líquido con puentes de papel filtro.



Desinfestación y siembra de semillas

Para iniciar esta fase fue indispensable estimular la semilla mediante un ligero lijado. Posteriormente, se colocaron las semillas con agua destilada durante la noche anterior a la realización de la siembra in vitro.

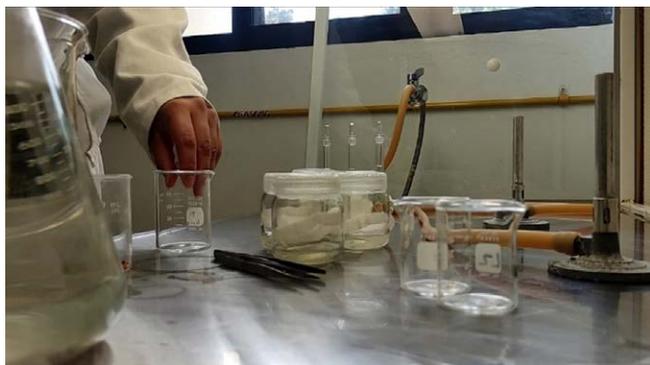
Para la desinfección de las semillas, se utilizaron 3 matraces de aforación de 50 ml, en donde el primero de ellos se agregó 25 ml de hipoclorito de sodio (NaClO), en el segundo se hizo una preparación agregando 3 ml de Tween (Polisorbato 20) y en el último de ellos 10 ml de alcohol, los cuales fueron aforados con agua destilada. Se vertió cada solución en un vaso de precipitado de 50 ml y en cada uno de ellas se realizó un lavado de las 48 semillas de rábano (*Raphanus sativus*) durante 5 minutos.

Se pusieron 4 semillas por cada frasco de forma espaciada. De igual forma en condiciones de asepsia se cerraron los frascos, cuidando que el medio no tuviera contacto con el ambiente.

Finalmente, se Identificó el lote de medio de cultivo preparado indicando el nombre de la especie, además se agregaron los nombres de las estudiantes y fecha de preparación.

Figura 3

Siembra de semillas en condiciones de asepsia.



Establecimiento de cultivo

Se distribuyeron las muestras experimentales en cada una de las germinadoras, dentro de laboratorio de botánica (germinadora 1 y 2), y el laboratorio de electrónica analógica se colocó el prototipo. En la cámara de germinación 1, se pusieron 3 unidades experimentales a una temperatura de 25°C , en la germinadora 2 el mismo valor de unidades a evaluar, a una temperatura de 27°C , por último, en el prototipo se colocaron un total de 6 unidades experimentales, se distribuyeron en 3 niveles, con un rango de temperatura de 25°C - 28°C . Se realizaron 2 réplicas del mismo experimento, cada una de ellas evaluada a los 7 días.

Figura 4

Germinadora 1



Figura 5

Germinadora 2



Figura 6
Desarrollo de prototipo para la germinación de semillas hortícolas.



III. RESULTADOS

De acuerdo a las dos pruebas realizadas a partir de la investigación, en la primera repetición se sembraron semillas de rábano (*Raphanus sativus*), zanahoria (*Daucus carota*), pepino (*Cucumis sativus*), y jitomate (*Solanum lycopersicum*), de las cuales solamente las semillas de rábano germinaron. En donde se observó que en las 3 características morfológicas (Tabla 1) creció en un rango promedio de 0.6 a 0.8 cm de longitud en radícula, desarrollo de 1.08 a 1.3 cm promedio correspondiente a hipocótilo y un rango entre 0.4 a 0.5 cm de longitud del cotiledón.

En la germinadora 1 y 2 crecieron del mismo tamaño, en el prototipo se observó crecimiento inferior al obtenido en las cámaras de germinación.

En la segunda repetición se realizó solamente con semillas de rábano (*Raphanus sativus*) durante una semana se observó que en las 3 características morfológicas (Tabla 2) la radícula creció en un rango de 0.5 a 1.6 cm promedio, el hipocótilo creció en promedio de 0.1 a 1.9 cm y el cotiledón creció en un rango de 0.3 a 1.7 cm, en las 3 para las germinadoras que se utilizaron durante el experimento. En la germinadora 1 hubo variación de crecimiento en los ejemplares con color verde intenso y se percató que una semilla no se logró germinar. En la germinadora 2 hubo variabilidad de crecimiento, mismo color verde intenso y el grosor de radícula fue la misma.

En el prototipo hubo gran variación en crecimiento, destacando un aspecto de color amarillento en las plantas y la

mayoría de las semillas no lograron germinar dentro de los 3 niveles colocados, por lo tanto, en el nivel 2 se observó que la mayoría de plántulas no germinaron y solo hubo escaso desarrollo en los niveles 1 y 3.

Tabla 1

Resultados de medidas morfológicas de los ejemplares de semilla de rábano (*Raphanus sativus*), zanahoria (*Daucus carota*), pepino (*Cucumis sativus*), y jitomate (*Solanum lycopersicum*) de cada germinadora

Nº de germinadora	Nº de muestra	Descripción	Radícula (cm)	Longitud de hipocótilo (cm)	Longitud de cotiledón (cm)	Observaciones
1	Frasco 1	Medio líquido al 100%. Rábano	0.8	1.3	0.4	Verde intenso, radícula ancha.
1	Frasco 2	Medio líquido al 100%. Pepino	0	0	0	Semillas sin germinar
1	Frasco 3	Medio líquido al 100%. Zanahoria	0	0	0	Semillas sin germinar
1	Frasco 4	Medio líquido al 100%. Rábano	0.8	1.2	0.5	Verde intenso, radícula ancha.
2	Frasco 5	Medio líquido al 100%. Jitomate	0	0	0	Semillas sin germinar
Prototipo	Frasco 6	Medio líquido al 100%. Jitomate	0	0	0	Nivel 1. Semillas sin germinar
Prototipo	Frasco 7	Medio líquido al 100%. Pepino	0	0	0	Nivel 2. Semillas sin germinar
Prototipo	Frasco 8	Medio líquido al 100%. Rábano	0.6	1.08	0.4	Nivel 3. Verde intenso, radícula ancha.

Tabla 2

Resultados de medidas morfológicas de los ejemplares de semilla de rábano (*Raphanus sativus*) de cada germinadora.

Nº de germinadora	Nº de muestra	Descripción	Radícula (cm)	Longitud de hipocótilo (cm)	Longitud de cotiledón (cm)	Observaciones
1	Frasco 1	Medio líquido al 100%. Rábano	1.3	0.6	0.5	Verde intenso, radícula ancha.
1	Frasco 2	Medio líquido al 100%. Rábano	1.6	0.1	0.7	Verde intenso, radícula ancha, 1 semilla sin germinar
1	Frasco 3	Medio líquido al 100%. Rábano	1.2	0.5	0.6	Verde intenso, radícula ancha
2	Frasco 4	Medio líquido al 100%. Rábano	0.9	1.5	0.6	Verde intenso, radícula ancha
2	Frasco 5	Medio líquido al 100%. Rábano	0.5	1.7	0.7	Verde intenso, radícula ancha
2	Frasco 6	Medio líquido al 100%. Rábano	0.6	1.9	0.8	Verde intenso, radícula ancha
Prototipo	Frasco 7	Medio líquido al 100%. Rábano	0.5	0.7	0.8	Nivel 1, color amarillo, 2 semillas sin germinar
Prototipo	Frasco 8	Medio líquido al 100%. Rábano	0.6	1.08	1.05	Nivel 1, color amarillo, radícula ancha 3 semillas sin germinar
Prototipo	Frasco 9	Medio líquido al 100%. Rábano	0	0	0	Nivel 2, no germinó ni una semilla
Prototipo	Frasco 10	Medio líquido al 100%. Rábano	0.7	1.6	1.7	Nivel 2, color amarillo, radícula delgada 3 semillas sin germinar
Prototipo	Frasco 11	Medio líquido al 100%. Rábano	0.5	0.5	0.4	Nivel 3, color amarillo pálido, radícula delgada, 1 semilla sin germinar
Prototipo	Frasco 12	Medio líquido al 100%. Rábano	0.6	0.5	0.4	Nivel 3, color verde claro, radícula ancha, 2 semillas sin germinar.



Figura 7
Ejemplares de la germinadora 1. Segundo ensayo



Figura 8
Ejemplares de la germinadora 2. Segundo ensayo



Figura 9
Ejemplares de la germinadora 3. Segundo ensayo

IV. CONCLUSIONES

En el primer ensayo lograron germinar 4 plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) de un total de 12 plántulas, a base de cultivo líquido, en un frasco de los 3 colocados en la germinadora 3 (prototipo); Se lograron germinar semillas de rábano, esto debido a que el tiempo de germinación de esta semilla es menor al de las demás. Se logró evaluar la germinación in vitro de semillas de importancia agrícola en medios de cultivo Murashige & Skoog (MS) a través de un prototipo. El prototipo cuenta con las características necesarias para germinar in vitro semillas de rábano en medios de cultivo Murashige & Skoog (MS), el equipo se encuentra en proceso de automatización para factores de temperatura y humedad, para lo cual, se está desarrollando un software que permita controlar las variables anteriormente mencionadas.

En comparación con la germinadora 1 y el prototipo, la germinadora que obtuvo un mejor rendimiento en cuanto a tiempo de germinación, tamaño y desarrollo de las plántulas fue la germinadora 2, en comparación con las semillas y plántulas de las dos cámaras de germinación. Durante la pandemia por el COVID-19, uno de los principales problemas a los que se enfrentó durante la investigación; fue que en las primeras reuniones con los docentes se llevaron a cabo en línea, para tal motivo la comunicación no era fluida, debido a problemas con la red; además de tener medidas un poco más restrictivas en cuanto al acceso a laboratorios, esto debido a que se buscaba evitar aglomeraciones de maestros y alumnos. Por otra parte, las semillas y algunos materiales de laboratorio no se encontraban fácilmente disponibles, debido a que los distribuidores tuvieron inconvenientes en ventas o envíos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baron, J., Vanegas, S. C. y Rocha, C. E. (2020). Gestión del ambiente del invernadero mediante un microcontrolador electrónico para el cultivo de vegetales. *Revista ESPACIOS*, ISSN, 798, 1015. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n19/a20v41n19p01.pdf>
- Barragan, S. G., Ramos, O.H., Villalobos, G.L.L., Llamas, S.Z., Ortega, C.A., y Garibay, J.M. (2006). Diseño mecánico de un prototipo de sembradora de semillas de maíz. *Revista Chilena de Ingeniería*, 14(2), 130-134.
- Castillo, A. (2004). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. INIA, Uruguay. Disponible en: <http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf>
- Díaz, A. (2014). Biotecnología en todos lados: En los alimentos, en la medicina, la agricultura, la química... ¡y esto recién empieza! Disponible en: <https://books.google.es/books?id=XN-DwAAQBA-J&pg=PT5&ots=423oZNBcGs&dq=biotecnolog%C3%ADa%20en%20la%20agricultura&hl=es&pg=PT15#v=onepage&q&f=false>
- Flores, L.A., Robledo, A.P. y Jimenez, M.J. (2017). Medio de cultivo y sustitutos del agar en el crecimiento in vitro de orquídeas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6), 1315-1328.
- Garciglia, S.R. (2019). La propagación de plantas in vitro, un éxito biotecnológico. *Saber Más*. Disponible en: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/75-numero-10/153-la-propagacion-de-plantas-in-vitro-un-exito-biotecnologico.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010, Zacapoaxtla, Puebla. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexico-cifras/datos_geograficos/21/21207.pdf
- Izquierdo, A. (2014). *Biotecnología*. Ciudad de México, México: ProMéxico
- Lozada, W. R. (2016). Diseño y construcción de un germinador de semillas para consumo humano (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Mecánica). Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71399377.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2010) *Boletín Estadístico Tecnológico* (4). Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bet_biotecnologia.pdf
- Muñoz, M.A. (2012). *Biotecnología*. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Perea, M. (2009). *Manual de cultivo de tejidos vegetales in vitro*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Pizarro, C. F. (2012). *Micropropagación. Manual de prácticas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Edo. México. Disponible en: http://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/micropropagacion_manualprac.pdf
- ProMéxico. (2017). *Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México*. Disponible en: <https://ethic.com.mx/docs/estudios/Panorama-Biotecnologia-Mexico.pdf>
- Rodríguez, Ana J., Rodríguez, Arlene., Quintero, S., Torres, María de los A., y Fundora, Zoila. (2004). Influencia de los medios de cultivo en la micropropagación de plátano (*Musa spp.*) y malanga (*Xanthosoma sagittifolium* Schott.). *Cultivos Tropicales*, 25(1), 23-26.
- Terry Alfonso, E., Ruiz Padrón, J., Tejeda Peraza, T., y Reynaldo Escobar, I. (2014). Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(2), 105-111. Recuperado en 26 de julio de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200014&lng=es&tlng=en
- Wilches, A. (2010). La biotecnología en un mundo globalizado. *Revista colombiana de Bioética*. 5(2), 164-169.
- Zurita, W.V., Gómez, J.E., Mendoza, E.A., Hernández, A.G., Granados, M.E., y García, J.J. (2014). Establecimiento de un método eficiente de germinación in vitro y micropropagación del cirimo (*Tilia mexicana* Schlecht.) (Tiliaceae). *Polibotánica*, 1(38), 129-144.

The background of the entire page is a repeating geometric pattern in shades of green. The pattern consists of interlocking squares and diamonds, creating a complex, woven texture. The colors range from a light, pale green to a slightly darker, more vibrant green.

EJE TEMÁTICO:
Investigación

LA LECTURA Y CREATIVIDAD CON LA PLATAFORMA WATTPAD

¹ Citlali Alexia Arzeta Almontes, L19320707@acapulco.tecnm.mx

² Sharon Denisse Colon Corona, L19320737@acapulco.tecnm.mx

³ Yared Zarate Liquidano, yaredzarliq21@hotmail.com

RESUMEN

Con el paso de los años las formas de lectura han ido evolucionando, comenzando desde la creación de pergaminos, periódicos y revistas, hasta lecturas intensas en libros empastados y que recientemente, tras el surgimiento de la tecnología y el internet, llegaron a un nivel significativo.

En internet se puede encontrar diversidad de páginas y plataformas con diferentes contenidos como: juegos, deportes, entretenimiento, redes sociales y más, en donde los jóvenes dedican la mayor parte de su tiempo, originando que se vuelva indispensable en la vida cotidiana, así como el uso de celulares y computadoras. Por consiguiente, la lectura en los jóvenes se ha vuelto escasa, debido al interés en otros campos, sin embargo, con la ayuda de las tecnologías surgen plataformas de lectura, que permiten a los usuarios leer una gran variedad de contenidos y expresarse al hacer públicos escritos independientes y sin restricciones.

El presente trabajo de investigación tiene por objeto principal aplicar la plataforma Wattpad como una herramienta para mejorar los niveles de lectura e interés de los jóvenes, así como proporcionar un espacio para expresarse sin limitaciones.

Su importancia radica en la falta de interés que presentan los jóvenes en cuanto a la lectura y las dificultades que presentan ante ésta, siendo la incorporación de una herramienta que puedan portar desde sus celulares o computadoras, los cuales se han vuelto vitales en su día a día, y de esta manera presentar una forma más cómoda con aplicaciones extras como el uso de medios audiovisuales para el disfrute de una mejor experiencia al momento de leer.

ABSTRACT

Over the years, the forms of reading have evolved, starting from the creation of parchments, newspapers and magazines, to intense reading in hardcover books and that recently, after the emergence of technology and the internet, reached a significant level.

On the internet you can find a diversity of pages and platforms with different content such as: games, sports, entertainment, social networks and more, where young people spend most of their time, causing it to become indispensable in daily life, as well as the use of cell phones and computers. Consequently, reading in young people has become scarce, due to interest in other fields, however, with the help of technologies, reading platforms emerge, which allow users to read a wide variety of content and express themselves by making public Independent and unrestricted writing.

The main objective of this research work is to apply the Wattpad platform as a tool to improve the reading and interest levels of young people, as well as to provide a space to express themselves without limitations.

Its importance lies in the lack of interest that young people present in terms of reading and the difficulties they present before it, being the incorporation of a tool that they can carry from their cell phones or computers, which have become vital in their day to day, and in this way present a more comfortable way with extra applications such as the use of audiovisual media for the enjoyment of a better experience when reading.

PALABRAS CLAVE

Wattpad
Plataforma
Lectura
Creatividad

KEYWORDS

Wattpad
Platform
Read
Creativity

¹ Instituto Tecnológico de Acapulco, estudiante.

² Instituto Tecnológico de Acapulco, estudiante.

³ Instituto Tecnológico de Acapulco, docente.



I. INTRODUCCIÓN

La falta de lectura es más evidente entre los jóvenes debido a las nuevas tecnologías como: videojuegos, redes sociales, diversas ofertas de streaming, entre otras, dejando en el olvido grandes obras literarias, lo que provoca un aumento significativo de errores gramaticales, ortográficos y de redacción, limitando las habilidades comunicativas y creativas.

En la actualidad existe una gran variedad de plataformas online de lectura y escritura, de las cuales la mayoría se dedican a uno de los dos ámbitos, es decir, ofrecen libros registrados o permiten la redacción de pequeñas obras, algunas son de paga, otras dan oportunidad al usuario de llegar a crear sus propias historias y publicarlas en la misma plataforma para que el público pueda leerlo y dar su opinión. Una de estas plataformas es la aplicación de Wattpad que puede funcionar como una herramienta de motivación de la lectura juvenil ya que cuenta con gran variedad de categorías, los usuarios que se registran pueden escribir y publicar novelas, relatos, artículos, poemas, blogs, fanfics, y muchos otros géneros literarios, motivando el hábito de la lectura.

Muchos jóvenes tienen la creatividad y capacidad de crear obras literarias, sin embargo, debido al miedo, críticas o falta de recursos, pierden interés en plasmar sus ideas y dejar su marca, provocando el desperdicio de talentos y el sentimiento de frustración al no poder expresar sus ideas.

Wattpad brinda la oportunidad de compartir una voz única en una historia original y ofrece los recursos necesarios de escritura para elaborar una historia por lo que al finalizarlas pueden llegar a ser muy populares entre los más de 80 millones de usuarios y en algunos casos ser publicadas en libros físicos o adaptadas en cines o televisión con Wattpad Studios y Wattpad Books, gracias a las diferentes asociaciones con las que cuenta la plataforma de lectoescritura.

En la actualidad es poco común ver a un joven leyendo, de acuerdo con INEGI el 25.1% de los jóvenes lo hace por la demanda de algún trabajo escolar o estudio. El 17.9% comprende poco o solo la mitad de lo que leen y solo el 58% comprende la mayoría, la situación es alarmante por lo que surge la necesidad de motivar la lectoescritura en los jóvenes a través de plataformas. Entre 2016 y 2021, el porcentaje de población lectora en formato digital pasó de 6,8% a 21,5% debido al surgimiento de plataformas de lectoescritura como lo es Wattpad que incentivan la creatividad y expresión de los jóvenes.

Justificación

El proceso de la lectura a lo largo del tiempo se ha visto influenciado por el desarrollo de la tecnología, alterándola de una manera considerable provocando que los jóvenes se vean sumergidos en los distintos programas y aplicaciones que afectan dicho proceso, es por esto por lo que la presente investigación pretende dar a conocer una fuente de creatividad y fomento a la lectura para los jóvenes por medio de una plataforma de lectoescritura llamada Wattpad la cual posee múltiples beneficios que van desde escribir todo tipo de historias, fomentar la redacción y mejorar la ortografía, de esta manera dando a conocer una valiosa herramienta que por medio de las distintas categorías consiga capturar la atención del lectoescritor.

A través del progreso de la investigación se pretende generar conciencia acerca de la utilidad de la plataforma, la cual consigue un desarrollo de la creatividad a tal grado que los jóvenes logren alcanzar el crecimiento personal y el éxito al publicar historias que pueden tener un reconocimiento dentro y fuera de la plataforma, teniendo una oportunidad de que los pequeños proyectos se conviertan en un posible best seller de la literatura como es el caso de la novela *After* la cual fue traducida a 35 idiomas, iniciando como un fanfic del famoso cantante Harry Style, batiendo récords de ventas y llegando hasta tener una adaptación en cines.

Es por ello, que este proyecto resulta importante puesto que ofrece la oportunidad de hacer uso de esta herramienta que motiva a jóvenes a desarrollar su hábito de lectura permitiendo descubrir el sentido de la lengua escrita y aprovechar una fuente de creatividad para expresar ideas.

Objetivo General

Aplicar la herramienta de la plataforma Wattpad para fomentar la lectura y creatividad de los jóvenes.

Objetivos Específicos

Identificar qué factores generan interés en la lectura.

Comparar la lectura tradicional con el uso de plataformas digitales como la plataforma Wattpad.

Implementar la plataforma Wattpad para crear un hábito de lectura y desarrollo de la creatividad en los jóvenes.

Hipótesis

El uso de Wattpad mejora el hábito de lectura y escritura en los jóvenes.

II. METODOLOGÍA

Enfoque Metodológico

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo ya que mediante la integración de técnicas de recolección de datos, análisis e interpretación se proporciona una comprensión generalizada sobre la lectura y creatividad con la Plataforma Wattpad.

“El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (Hernández S. 2003). Según explica Sampieri (1991) la recolección de datos prueba hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Con la metodología cuantitativa se buscará probar la hipótesis establecida en la presente investigación en relación con la información obtenida utilizando cuestionarios y datos estadísticos para conocer la aplicación de la biblioteca virtual Wattpad y como ayudará a aumentar el interés por leer, ampliar la creatividad y ofrecer una innovación en la lectura de los jóvenes.

Tipo de investigación

El tipo de estudio que caracteriza la presente investigación es de carácter exploratorio. Al respecto Hernández Sampieri (2011), señala que este tipo de estudios investigan problemas poco estudiados, indagan desde una perspectiva innovadora, ayudan a identificar conceptos promisorios y preparan el terreno para nuevos estudios. Por lo tanto, investigar sobre el uso de la plataforma Wattpad, resulta novedoso y constituye una propuesta que permite evidenciar las formas en que la tecnología puede ser aplicada para apoyar el crecimiento de la lectura y creatividad en los jóvenes.

Según Fidias (2006), la investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir un nivel superficial de conocimiento. Si bien la falta de lectura es un problema ya conocido, no se ha abordado desde una perspectiva moderna y tecnológica como es la implementación de la plataforma Wattpad como un recurso para motivar a los jóvenes a leer más y ampliar su creatividad, por lo que este tipo de investigación se adecua a las necesidades del presente estudio.

Universo y muestra

Carrasco (2009) señala que universo es el conjunto de elementos: personas, objetos, sistemas, sucesos, entre otras; finitos e infinitos, a los que pertenece la población y la muestra de estudio en estrecha relación con las variables y el fragmento problemático de la realidad, que es materia de investigación,

el universo de esta investigación son los jóvenes de México que se encuentran entre los 15 y 29 años de edad y que comparten el gusto por las plataformas de lectura.

Para determinar la muestra de estudio se realizó un muestreo no probabilístico en la cual la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador; la muestra constó de 100 sujetos de estudio que comparten relación con la sustentante o con conocidos de la misma, siendo este un muestreo deliberado.

Técnicas e instrumentos de medición

Para llevar a cabo la presente investigación se decidió trabajar con un cuestionario ya que según Debois S. (2017) permiten obtener información sobre un número considerable de personas, posibilitando la exploración de la opinión pública, los valores vigentes de una sociedad, temas de significación científica y de importancia en las sociedades democráticas, además siendo estos una de las formas más económicas de obtener datos cuantitativos. La razón por la cual se opta por este instrumento de investigación es debido a su alcance, su costo relativamente bajo, su capacidad para proporcionar información sobre un mayor número de personas en un periodo bastante breve y la facilidad de obtener, cuantificar, analizar e interpretar los datos obtenidos del cuestionario.

El cuestionario consta de 15 preguntas de opción múltiple, para su elaboración y aplicación se utilizó la herramienta Microsoft Forms que permite crear cuestionarios, sondeos y encuestas en línea con diversos tipos de pregunta, asimismo se seleccionó por su facilidad de compartir el formulario y accesibilidad por medio de cualquier navegador web o incluso desde el móvil. Además, a medida que se van respondiendo los formularios, los resultados se van mostrando en tiempo real con estadísticas detalladas en forma de gráficos con la información referente a cada pregunta. Los resultados pueden descargarse en Excel para realizar un análisis más avanzado lo que facilita la creación de una base de datos y un mejor estudio de la muestra.

III. RESULTADOS:

Tabla 1

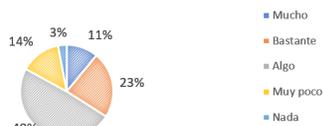
Población nacional		
México	32 hombres y 68 mujeres	Jóvenes de diferentes estados de la república mexicana de los cuales 25 están entre los 15 y 18 años, 59 entre los 19 y 22 años, 11 de ellos entre 23 y 26 años, y 5 pertenecen al grupo de 27 a 29 años.
100 jóvenes		

Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Población

Se aplicaron un total de 100 cuestionarios a jóvenes de diferentes estados de la república mexicana de los cuales el 32% representan el género masculino y el 68% el género femenino, con una predominancia de jóvenes de entre 19 y 22 años quienes representan el 59%.

NIVEL DE GUSTO POR LECTURA

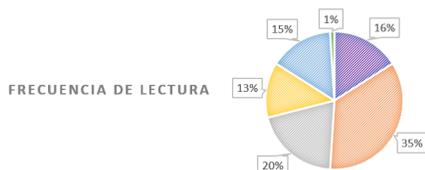


Gráfica 1. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Nivel de gusto por la lectura

El cuestionario se realizó con la intención de analizar qué tan interesados están los jóvenes por la lectura, en la gráfica 1 se puede observar que el 49% de los encuestados tiene una media en el gusto por la lectura contrario al 23% que mostró bastante interés en la misma, seguido de un 25% con poca o nulo interés por la lectura y un 11% presentando gusto por esta. Por lo tanto, el 97% de los jóvenes presentan interés o gusto por la lectura.

FRECUENCIA DE LECTURA



Gráfica 2. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Frecuencia de lectura

Para saber con qué regularidad tienen lectura los jóvenes encuestados, se puede observar la gráfica 2 que muestra al 35% que leen 1 o 2 veces por semana, 20% algunas veces por mes, 16% todos los días, 15% casi nunca, 13% algunas veces por trimestre. Si bien el 71% está entre los que leen diario o alguna vez al mes, son candidatos para aplicar la plataforma Wattpad e incrementar su nivel de lectura.

FACTORES QUE AYUDAN A LEER

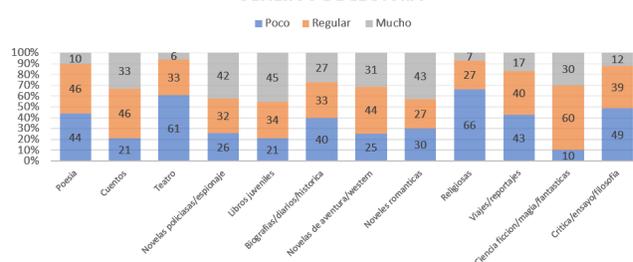


Gráfica 3. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Factores o aspectos que ayudan para leer

En la gráfica 3 se muestran los porcentajes correspondientes a cada factor o aspecto que impulsa a los jóvenes a leer, el 50% guiado por el deseo propio, el 37% por la diversión que los jóvenes encuentran en la lectura y el 13% influenciados por factores externos; demostrando el impulso que sienten los jóvenes para leer por voluntad personal; razón por la que la plataforma se considera un propulsor debido a la diversidad de contenidos y a las constantes recomendaciones que tratan de captar el interés del usuario.

GENEROS DE LECTURA



Gráfica 4. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Géneros de lectura

La gráfica 4 muestra diversos géneros literarios de los cuales se observan los porcentajes de preferencia que tiene cada encuestado sobre ellos, con el objetivo de conocer qué tipo de lectura atrae más a los jóvenes y qué nivel de interés tienen por cada género; se ubica en la media con un 60% los textos de ciencia ficción/magia/fantásticos y en la categoría alta se encuentran los libros juveniles con un 45% debido a que poseen contenidos actuales y un léxico adecuado para los jóvenes.

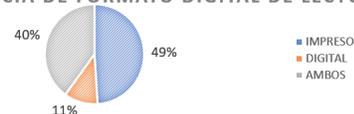
	¿Crees que leer te ha ayudado a tener la mente abierta?	¿Consideras que la lectura estimula tu creatividad?	¿Cuándo lees sientes que tu imaginación se activa y puedes recrear los escenarios plasmados en tu lectura?
SI	94%	97%	99%
NO	6%	3%	1%

Tabla 2. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

La lectura y la creatividad

En la tabla 2 se presenta la lectura como un estímulo para una mente abierta, creatividad e imaginación, aspectos respaldados por más del 90% de votos por los participantes; se tiene la oportunidad de implementar Wattpad, que contiene diversos géneros de lectura para expresar ideas u opiniones ya sea escribiendo sus propias historias o comentando.

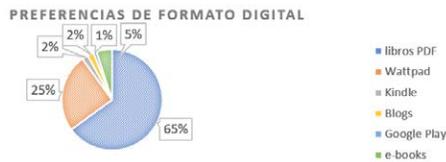
PREFERENCIA DE FORMATO DIGITAL DE LECTURA



Gráfica 5. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Preferencia de formato de lectura

En la gráfica 5 se expone el favoritismo de los sujetos con respecto al formato de lectura digital, el 49% tiene una preferencia por el formato impreso, el 40% por ambos y el 11% por el formato digital. Si bien el 51% prefiere el formato digital o ambos, favorece al hecho de aplicar una estrategia moderna e innovadora para el aumento de la lectura. El libro físico y el digital con atención y cuidado, se pueden aprovechar con la plataforma Wattpad ya que cuenta con un programa donde las mejores historias pueden tener un formato físico.



Gráfica 6. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Preferencia de formato digital

Para conocer qué tipo de formatos digitales utilizan los sujetos, en la gráfica 6 se presentan formas de lectura digital, los libros PDF tienen un porcentaje del 65% siendo la forma predominante de formato digital, seguido por la plataforma Wattpad con un 25%, Kindle, Google Play, e-books y blogs con un 10%.

	Amistad	Casualidad (buscando lecturas, buscando aplicaciones)	redes sociales	otras webs	TOTAL
Si	25	21	13	1	60
He escuchado de ella	8	1	13	0	22
No					18
	33	22	26	1	100

Tabla 3. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Conocimiento sobre la plataforma Wattpad

En la tabla 3 se presenta la cantidad de participantes que conocen la plataforma Wattpad y cómo llegaron a saber de ella, 60% conoce la plataforma, la mayoría debido a sus amistades o por casualidad buscando aplicaciones o lecturas; 22% solo ha escuchado sobre ella por medio de redes sociales.

Aspectos por los cuales les gusta la plataforma Wattpad	Total		Masculino	Femenino
	Total	Masculino		
Entorno	17	4	13	
Interacción	24	4	20	
Crear tus propias historias	31	9	22	
Gratuita	59	16	43	
Variedad de contenido	45	9	36	
Guardar historias favoritas	25	5	20	
Personalización de la plataforma	13	3	10	
Recomendaciones de historias	15	3	12	
Clasificación por etiquetas	15	1	14	

Tabla 4. Fuente de elaboración propia (abril, 2022)

Aspectos por los que prefieren Wattpad

En la tabla 4 se observan varios aspectos por los que la gente puede tener gusto por Wattpad, 82% conocen la plataforma y cada sujeto seleccionó una o varias opciones por las cuales considera que la plataforma es de su agrado teniendo como resultados que el 59% la prefieren por ser gratuita, 45% por la variedad de contenidos, 31% por la personalización de la plataforma, 25% por que permite guardar historias, 24% por su interacción, 15% por las recomendaciones, al igual que la clasificación de etiquetas y 13% por la personalización de la plataforma. La mayoría de los sujetos tiene preferencia

a Wattpad debido a que es gratuita, aspecto por el que se le considera como estrategia para fomentar el hábito de la lectura en los jóvenes pues presenta gran contenido de lecturas sin costo.

De acuerdo con los resultados se concluye que la plataforma Wattpad es de utilidad para mejorar el hábito de lectura y escritura en los jóvenes, ya que al ser una plataforma gratuita, con muchas facilidades, permite que se tenga mejor experiencia y vivencia a la hora de leer y a su vez nutrir el nivel de escritura, incrementar la creatividad debido a la variedad de contenidos y las oportunidades que ofrece para expresarse así como el anonimato para publicar historias, lo cual aprueba la hipótesis planteada.

IV. CONCLUSIONES

El uso de esta aplicación como herramienta para fomentar la lectura, escritura y creatividad representa una transformación innovadora para acercar la literatura a los jóvenes, puesto que en la actualidad pasan más tiempo en los celulares, tabletas o computadoras interactuando en redes sociales; Wattpad representa una combinación de esto, siendo una plataforma de interacción social con personas de diversos países y con un gran catálogo de historias de distintas categorías y temáticas lo que propicia el aumento del interés propio de cada usuario.

A pesar de las facilidades que representa leer de manera digital, no se tiene la misma experiencia de un formato impreso o físico, sin embargo, para aquellas personas que sienten una pasión por la lectura y no cuentan con los recursos necesarios para seguir con este hábito, el tener una opción para leer una gran variedad de contenido de forma gratuita por medio de una herramienta digital que ofrece múltiples facilidades dentro de su biblioteca virtual como es el almacenamiento de libros para visualizarlos con internet o guardarlos temporalmente para leer sin necesidad de conexión a una red, listas de lectura, recomendaciones por categorías; representa una comunidad que permite interactuar y acercarse entre los usuarios rompiendo las barreras entre escritores y lectores, esto sirve como factor motivacional entre los jóvenes alentándolos a crear y compartir sus propias historias; Wattpad es una red social que demuestra que hay jóvenes con gran interés en tener un hábito de lectoescritura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco, S. (2009). Metodología de investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.
- Debois, S. (2021). 9 principales ventajas y desventajas de los cuestionarios. Survey Anyplace. <https://surveyanyplace.com/es/blog/9-ventajas-y-desventajas-de-los-cuestionarios/>
- Fidias (2006) Tipos de investigación. Fase II
- Hernández S. (1997) Metodología de la investigación. McGraw-Hill interamericana, México.
- Hernández S. (2011) Metodología de la investigación. capítulo V: Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa.
- Varela, M. (2021) México pierde lectores, pero los que quedan leen cada vez más. El País México. Recuperado de: <https://elpais.com/mexico/2021-04-22/mexico-pierde-lectores-pero-los-que-quedan-leen-cada-vez-mas.html>
- INEGI (2021) La lectura en formato digital de libros, revistas y periódicos registra los incrementos más altos desde 2016: MOLEC 2021.
- Wattpad - Where stories live. (s. f.). <https://www.wattpad.com/>
- Augusto, R. (2021). ¿Qué es Wattpad y para qué sirve? Editorial Letra Minúscula. Recuperado de: <https://www.letraminuscula.com/que-es-wattpad-y-para-que-sirve/>
- López A. (2020) La Interactividad en Wattpad una experiencia de Narrativa Digital en diálogo con la Didáctica del Lenguaje. Trabajo de grado para optar al título de: Magíster en Comunicación Educación
- Muñoz M. (2019) Análisis de la influencia de la aplicación Wattpad en el hábito de la lectoescritura con los estudiantes que cursan el séptimo semestre de la jornada matutina de la carrera de Comunicación en la Facultad de Comunicación Social de la Universidad de Guayaquil. Trabajo de Titulación previo a obtener el título de: Licenciada en Ciencias de la Comunicación Social.

ANEXOS

Cuestionario

1. Sexo:
 - oFemenino.
 - oMasculino.
2. Edad:
 - o15 a 18 años.
 - o19 a 22 años.
 - o23 a 26 años.
 - o27 a 30 años.
3. ¿Te gusta leer?
 - oNada.
 - oMuy poco.
 - oAlgo.
 - oBastante.
 - oMucho.
4. ¿Qué tan frecuente acostumbras a leer en tu tiempo libre?
 - oTodos los días.
 - oUna o dos veces por semana.
 - oAlgunas veces por mes.
 - oAlgunas veces por trimestre.
 - oCasi nunca.
 - oNunca.
5. ¿Cuántos libros leíste aproximadamente el año pasado?
 - oUn libro.
 - oDe 2 a 4 libros.
 - oDe 5 a 8 libros.
 - oDe 9 a 12 libros.
 - oMás de 12 libros.
 - oNinguno.
6. ¿Qué factores o aspectos ayudan para que leas?
 - oDeseo propio por conocer cosas nuevas y adquirir conocimientos.
 - oLa diversión que encuentro en la lectura
 - oLa influencia de profesores
 - oLa influencia de amigos
 - oInfluencia de padres.
7. Indica qué tanto te gustan los géneros siguientes:

	Mucho	Regular	Poco
Poesía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teatro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Novelas policíacas / Espionaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libros juveniles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biografías / Diarios / Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Novelas de Aventuras / Western	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Novelas Románticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Religiosas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viajes / Reportajes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ciencia ficción / Historias de magia / fantásticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Crítica / Ensayo / Política / Filosófica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿Consideras que la lectura estimula tu creatividad?
 - oSi.
 - oNo.
9. ¿Crees que leer te ha ayudado a tener la mente abierta?
 - oSi.
 - oNo.
10. ¿Cuándo lees sientes que tu imaginación se activa y puedes recrear los escenarios plasmados en tu lectura?
 - oSiempre.
 - oAlgunas veces.
 - oNunca.
11. ¿Prefieres el contenido literario en formato impreso o digital?
 - oImpreso.
 - oDigital.
 - oAmbos.
12. ¿Qué tipo de texto o plataformas frecuentas cuando lees en formato digital?
 - oLibros en PDF.
 - oEn Wattpad.
 - oKindle
 - oBlogs.
 - oGoogle play libros.
 - oe-books
13. ¿Conoces la plataforma de lectura Wattpad?
 - o Si.
 - oNo.
 - oHe escuchado de ella.
14. ¿Cómo conociste Wattpad?
 - oCasualidad (buscando lecturas, buscando aplicaciones).
 - oAmistades.
 - oRedes sociales.
 - oOtros webs similares.
15. ¿Si la plataforma Wattpad es de tu preferencia, marca cuáles son los aspectos por los cuáles te gusta, puedes marcar más de 1
 - oPor el entorno.
 - oPor la interacción.
 - oPuedes crear tus propias historias.
 - oEs gratuita.
 - oLa variedad en el contenido.
 - oPuedes guardar tus historias favoritas.
 - oPersonalizar la plataforma.
 - oRecomendaciones de los mejores libros de la plataforma.
 - oClasificación por etiquetas.

LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE ESCÁRCEGA

¹José Adriel Burgos Rangel, 200205023@itsescarcega.edu.mx

²Sagrario María Quijano Gutiérrez, sagrario_quijano@itsescarcega.edu.mx

³Maximiliano Vanoye Eligio, maxvanoye@itsescarcega.edu.mx

RESUMEN

La agricultura es la actividad de mayor importancia en el desarrollo del ser humano y en la economía de los países. Dicha actividad contribuye con distintas materias para el desarrollo de la agroindustria para la asignación del valor agregado a los distintos cultivos agrícolas. Con base a lo anterior, el principal objetivo de este trabajo de investigación es, identificar, a través de una revisión bibliográfica, los principales cultivos agrícolas en el municipio de Escárcega, Campeche, México y su aprovechamiento como subproductos como parte del valor agregado comercial. Para el logro del trabajo se visitaron distintas páginas del gobierno en internet, de igual forma distintos artículos científicos relacionados con el tema. Los resultados indican que en el municipio de Escárcega se producen nueve cultivos agrícolas de los 15 que se han registrado para el estado. De los nueve presentes en el municipio, el arroz palay y maíz grano representan el 97% que se siembran en el área. A ambos productos agrícolas se les da un valor agregado de forma industrial y artesanal (arroz palay y maíz grano respectivamente). Los pequeños agricultores con su aporte en la siembra y cosecha del maíz grano representan la cifra de hectáreas cosechadas en la localidad, mientras que con el arroz palay, el mayor productor por hectáreas es la arrocera “Tollocan” la cual supera por mucho a los demás agricultores dedicados a este cultivo.

PALABRAS CLAVE

Agricultura
Comercialización
Valor agregado.

ABSTRACT

Agriculture is the most important activity in the development of the human being and in the economy of the countries. This activity contributes with different materials for the development of agribusiness for the allocation of added value to the different agricultural crops. Based on the above, the main objective of this research work is to identify, through a bibliographic review, the main agricultural crops in the municipality of Escárcega, Campeche, Mexico and their use as by-products as part of the commercial added value. To achieve the work, different government pages were visited on the internet, as well as different scientific articles related to the subject. The results indicate that in the municipality of Escárcega nine agricultural crops of the 15 that have been registered for the state are produced. Of the nine present in the municipality, palay rice and grain corn represent 97% that are planted in the area. Both agricultural products are given added value in an industrial and artisanal way (palay rice and grain corn, respectively). Small farmers with their contribution in planting and harvesting grain corn represent the number of hectares harvested in the locality, while with palay rice, the largest producer per hectare is the “Tollocan” rice farm, which far exceeds the others. farmers dedicated to this crop.

KEYWORDS

Agriculture
Commercialization
Value added

1 Estudiante de la carrera licenciatura en administración en el Instituto Tecnológico Superior de Escárcega

2 Docente-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega

3 Docente-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega



I. INTRODUCCIÓN

La agricultura se considera una actividad de suma importancia en la economía en muchos países para su desarrollo y su aporte significativo en la producción interna y en el empleo, así como por su aporte a la seguridad alimentaria, esencial para los países con menor industrialización (García, 2006; García Álvarez y Anaya Cruz, 2015), observándose que la participación de mujeres es fundamental en el desarrollo y crecimiento de esta actividad (García, 2006; Ballara et al., 2010; Corredor, 2014). Sin embargo, las repercusiones de la liberalización que se presentan dentro del comercio en estos sectores no son iguales, ya que sus efectos sobre mujeres y hombres también son diferentes; pudiendo ampliar o reducir las disparidades de género existentes. Por otra parte, dado que a menudo la formación y aptitudes de mujeres y hombres, así como sus ingresos son distintos, también difiere su capacidad de respuesta ante los cambios en las políticas, a pesar de lo mencionado anteriormente, a la agricultura se le considera como la base de la seguridad alimentaria, ingresos de exportación y del desarrollo rural en casi todos los países en el mundo (FAO, 2004). Por otro lado, distintas investigaciones coinciden en que la agricultura es la fuente básica de suministro de alimentos de todos los países del mundo indistintamente del nivel de desarrollo del país (Bula, 2020), siendo una actividad que cumple un rol esencial para los seres humanos por ser proveedora de necesidades básicas para la vida en el planeta (Sarandón, 2020). De igual forma, dicho autor, menciona que la agricultura de una región se caracteriza por la concentración de la tierra y la producción y por la especialización en sus productos, así mismo citando textualmente:

A nivel subregional, América del Sur basa su perfil exportador en cultivos extensivos, fundamentalmente cereales, oleaginosas y carne vacuna. La estructura productiva de pocas y grandes explotaciones orientadas al mercado externo tiene, como contracara, una gran cantidad de pequeños agricultores que, en general, producen de manera diversificada, con el objetivo de autoconsumo y venta de excedentes en el mercado interno. Hablar de la actividad agrícola es automáticamente entrar en tema con las actividades primarias, estas mismas actividades son esenciales y se requieren de un trabajo constante ya que son actividades económicas que mantienen en pleno desarrollo a un país, ciudad o comunidad (Sarandón, 2020, pp. 5-6).

Así pues, se observa que las actividades económicas independientemente de su clasificación, son la base fundamental del intercambio y activación económica de cualquier lugar,

citando a (SEDEMA, 2022), en la cual se menciona que las actividades económicas como cualquier actividad relacionada con la producción, el intercambio y el consumo de bienes o servicios e incluso información. Son parte importante de la identidad de una población y contribuyen fuertemente a la economía de ella. El sector primario es parte de la economía debido a que comprende las actividades productivas de la extracción y obtención de materias primas, como la agricultura, la ganadería, la apicultura, la acuicultura, la pesca, la minería, la silvicultura y la explotación forestal. La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (SMACM, 2022) ha declarado que la agricultura es una de las actividades del sector primario de cada nación, siendo el recurso más importante con el que cuenta el hombre para su subsistencia; una porción de los productos agrícolas es consumida de manera directa y otra es proporcionada a la industria para obtención de alimentos derivados, materiales textiles, químicos o manufactureros, es decir, dar el valor agregado a distintos productos del sector primario.

Según el Fideicomiso de Riesgo Compartido (2017):

El sector de la agroindustria implica la agregación de valor a productos de la industria agropecuaria, la silvicultura y la pesca. Esta facilita la durabilidad y disponibilidad del producto de una época a otra, sobre todo aquellos que son más perecederos. El proceso de la agricultura hacia la agroindustria se le conoce como la categoría de agroindustria alimentaria ya que esta se encarga de la transformación de los productos de la agricultura, ganadería, riqueza forestal y pesca, en productos de elaboración para el consumo alimenticio, en esta transformación se incluye los procesos de selección de calidad, clasificación, embalaje-empaque y almacenamiento de la producción agrícola, a pesar que no haya transformación en sí y también las transformaciones posteriores de los productos y subproductos obtenidos de la primera transformación de la materia prima agrícola.

La agroindustria es el motor principal de muchos países en desarrollo, moviliza al sector rural y alimenta a las naciones, generando un entorno de bienestar y equilibrio tal y como lo menciona de igual forma la CEPAL (1994)

Las agroindustrias son el conjunto de piezas en equilibrio, partiendo desde la fase de producción agrícola propiamente dicha hasta pasar por las labores de tratamiento post-cosecha, procesamiento y comercialización nacional e internacional y en el trayecto que recorren los productos del campo hasta llegar al consumidor. Cuando se habla de las agroindustrias, se está observando con un enfoque de sistemas a la actividad agraria que tiene que ver con la obtención de un determinado bien, de este modo, por ejemplo, una planta procesadora de pulpa de mango es una agroindustria, al igual que la empresa que los cultiva y cosecha (pp. 151-154).

Sin lugar a dudas la producción agrícola genera una economía en sí misma, sin embargo, no se puede omitir lo fundamental de la comercialización que para (Arango Correa & Barbutin Díaz, 2018) implica una transformación que de valor y proporción o mejor dicho un costo a un producto para su venta, así mismo este el valor agregado o valor añadido según Aimareti et. al (2016) en el sector agropecuario consiste en la transformación de la materia prima a un producto con el fin de darle un mayor valor comercial, sin perder de vista la calidad de su origen; generalmente se trata de características poco comunes, o poco usado por los competidores y que aporta cierta diferenciación al producto.

El valor agregado está encaminado a satisfacer y en el mejor de los casos, superar las expectativas de los consumidores con respecto a distintos productos. Con base a lo antes mencionado, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA,

2020) define al valor agregado como el “incremento del valor de un producto agroalimentario alcanzado durante las etapas de adecuación, conservación, procesamiento, empaque, valorización de atributos específicos y la comercialización”. En otra definición aproximada hacia la economía, el Diccionario de Oxford (Diccionario de Oxford, s.f.) nos dice que el valor agregado es “el monto por el cual el valor de un producto se incrementa en cada etapa de su producción, excluyendo los costos iniciales”, y que además esta definición resalta como aspectos importantes, el valor monetario de un producto y el proceso productivo. Finalmente, esta última definición, aunque con cierta imprecisión referente sobre el valor agregado nos menciona sobre dos factores importantes en donde entra en relación, la calidad del producto y la percepción y disposición de compra del consumidor, en donde la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2004) describe que “el valor agregado proviene de la diferencia entre lo que cuesta poner un producto de determinadas características en el mercado y lo que el cliente está dispuesto a pagar por él, o lo que éste percibe como valor”.

Si bien los factores agroindustriales y la generación del valor se centran en los beneficios para el consumidor final, es relevante resaltar que de la misma manera busca impulsar la economía del sector mejorando la vida de los agricultores y del país a través de productos de primera calidad para su consumo nacional e internacional.

El municipio de Escárcega, se ubica geográficamente entre los paralelos 18°51' y 18° 09' de latitud norte y los paralelos 90°20' y 91° 33' de longitud oeste Greenwich. Colinda: al norte con el municipio de Champotón, al este con el municipio de Calakmul, al sur con el municipio de Candelaria, al suroeste con el margen derecho del río Chumpan, al oeste con territorio que corresponde al municipio del Carmen y al noroeste con la sección municipal de Sabancuy. Es un im-

portante nudo de comunicaciones, tanto de carreteras como de ferrocarril. Su origen se dio como estación de ferrocarril y campamento de explotación chiclera y de palo de tinte. Es cabecera del Municipio de Escárcega. Se considera lugar de los chicleros además de ser la principal ciudad de paso hacia las capitales del sureste mexicano.

Es relevante señalar que parte del territorio que comprende la península de Yucatán se podrá beneficiar del proyecto turístico “Tren Maya” el cual recorrerá una distancia de 1,500 km aproximadamente y pasará por los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

El tramo que corresponde a la zona de Escárcega es el Tramo II Golfo: Escárcega-Calkiní (235 Km. Aprox.) así mismo en la localidad es el punto de encuentro del tren entre Campeche y Mérida en el Golfo de México, así como entre Calakmul y Bacalar en el mar Caribe. La estación se ubica en terrenos del Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec a un costado de la arrocera. Su demanda será de carácter social y logístico, contará con tres vías y dos andenes. Lo anterior puede representar una ventaja para agilizar la distribución de los principales cultivos agrícolas del municipio. El objetivo de esta investigación documental es identificar a través de una revisión bibliográfica los principales cultivos agrícolas en el municipio de Escárcega, Campeche y su aprovechamiento como subproductos como parte del valor agregado comercial.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación consistió en una revisión de literatura exhaustiva de los cultivos agrícolas en el sur del estado de Campeche, México. Se Consultaron libros y revistas especializadas indizadas en la base de datos de Latindex, Scielo entre otras. Los resultados que se muestran son aquellos disponibles en base de datos de instituciones del gobierno mexicano, cualquier omisión de datos no es intención del autor.

III. RESULTADOS

De acuerdo a la revisión de literatura (SIAP, 2020), los resultados indican que en el sur del estado de Campeche los principales cultivos agrícolas anuales son 15 cómo puede observarse en la Tabla 1, mientras que los principales frutales, son ocho. De total de cultivos anuales que se siembran en el estado, en el municipio de Escárcega se producen 11 (Arroz palay, Calabacita, Chile verde, Frijol, Maíz forrajero en verde, Maíz grano, Papaya, Pepino, Sandía, Sandía y Sorgo grano).

Tabla 1
Cultivos anuales y temporales en el Estado de Campeche

Producto	Tipo de Cultivo	Periodicidad
Arroz palay	Cereales	Cultivo anual
Calabacita		
Chile verde		
Maíz forrajero en verde	Verduras y hortalizas	
Maíz grano		
Tomate rojo (jitomate)		
Tomate verde		
Frijol	Leguminosas	
Soya		
Sorgo grano	Gramíneas	
Caña de azúcar		
Papaya		
Pepino	Frutas	
Piña		
Sandía		
Aguacate		
Limón		
Mandarina		
Copra		Cultivo de temporada
Mango	Árboles frutales	
Naranja		
Plátano		
Toronja (pomelo)		

Nota: Autoría propia

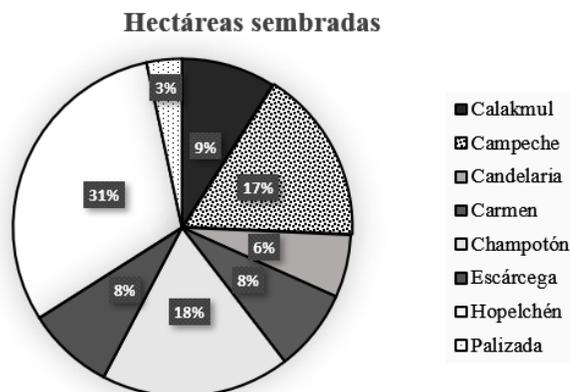
Respecto a las hectáreas sembradas por municipio, se puede observar que el municipio de Hopelchén fue el que presentó un mayor número de hectáreas sembradas (79,014 ha.), mientras que en el municipio de Escárcega solo se sembró el 8% (21,482 ha.) de hectáreas sembradas en todo el estado cómo se representa en la Tabla 2 y Figura 1.

Tabla 2
Hectáreas anuales sembradas en los municipios del Estado de Campeche

Municipio	Número de hectáreas sembradas	Porcentaje %
Hopelchén	79,014	31%
Chamotón	46,644	18%
Campeche	43,053	17%
Calakmul	23,242	9%
Escárcega	21,482	8%
Carmen	20,320.5	8%
Candelaria	15,511.5	6%
Palizada	8,707	3%

Nota: Autoría propia

Figura 1
Porcentaje del número de hectáreas sembradas por municipio.



Nota: Autoría propia

Por otro lado, en el municipio de Escárcega se sembraron 21,482 hectáreas de cultivos anuales, de las cuales se cosecharon 21,390 es decir que el 99.57% de las cosechas fueron exitosas mientras que el 0.43% de las cosechas restantes representan las pérdidas o no cosechadas (siniestrada).

Con base a lo anterior y como puede apreciarse en la Tabla 3, en el municipio de Escárcega, los dos cultivos donde se presentó una mayor cosecha por hectáreas fueron el maíz grano, contando con 17,963 hectáreas cosechadas y el arroz palay con 2,807 hectáreas cosechadas. Los cultivos agrícolas donde se presentó una mayor producción en cuanto a hectáreas anuales fueron el maíz grano y el arroz palay.

Tabla 3
Número de hectáreas sembradas y cosechadas de los cultivos de Escárcega

Producto (Cultivos)	Número de hectáreas sembradas	Número de hectáreas cosechadas
Arroz palay	2,815	2,807
Calabacita	9	8
Chile verde	122	119
Frijol	376	376
Limón	27	3
Maíz forrajero en verde	5	5
Maíz grano	18,019	17,963
Papaya	20	20
Pepino	1	1
Sandía	13	13
Sorgo grano	75	75

Nota: Autoría propia

En particular en la comunidad de Escárcega, Campeche anualmente y con normalidad se cultivan estos tipos de cultivos agrícolas.

Mediante observaciones y exploración en el campo, en primer lugar, se encontró con el maíz grano donde se siembran distintas especies de maíz, pero en particular se cultivan el maíz criollo y el maíz híbrido. En relación a la comercialización del maíz, en Escárcega los campesinos siembran y cosechan este cultivo, pero mayormente no miran como negocio la comercialización y exportación de maíz más allá del municipio por factores de tiempo, cuidados, tiempo de desarrollo, escasez de recursos y materiales, ya que la mayoría son agricultores pequeños con cosechas obtenidas anualmente de entre 2 y 5 toneladas por hectárea, eso dependiendo si la cosecha fue óptima; ahora, el resto de los agricultores productores de este cultivo con recursos suficientes (maquinaria agrícola, sistema de riego, control de plagas y malezas con herbicidas, entre otros), para su comercio suelen exportar aproximadamente entre 15 y 30 toneladas anuales dependiendo el número de hectáreas sembradas y cosechadas, así entrando en procesos de transformación de materia prima dentro de las agroempresas, sin embargo, los pequeños agricultores a diferencia de los agricultores productores, sacan provecho a las pocas toneladas que cosechan con la venta dentro de la comunidad (mercado local) por kilogramo con un precio de \$12 cuando la producción es baja y de \$10 pesos mexicanos cuando es alta, todo esto sin comercializar más allá como para llegar a las agroempresas. También no solo la venta por kilo es comercializada, sino que de igual manera se elaboran subproductos y alimentos para el consumo humano donde de alguna u otra forma se fomenta el pequeño emprendimiento, agronegocio y transformaciones mediante la combinación de materias primas, esto hace a los nuevos subproductos derivados del maíz grano que obtengan un valor agregado para su posterior consumo y comercialización. En la Tabla 4 se enlistan los subproductos del maíz grano mayormente comercializados y consumidos por los habitantes del municipio de Escárcega.

Por otra parte, el siguiente cultivo agrícola solo por detrás de maíz grano, es el arroz palay, siendo el segundo cultivo principal del municipio de Escárcega. Este cultivo es similar que el caso anterior de los pequeños agricultores con el maíz, ya que el cultivo de arroz lo siembran aquellos agricultores con los recursos suficientes y maquinaria, partiendo desde su siembra hasta su proceso de transformación para posteriormente su comercialización hacia el mercado local, estatal y

Tabla 4

Subproductos derivados del maíz grano y sus precios

Subproductos	Unidad de medida (Pieza, Kg o L)	Precio (pesos MXN)
Masa	1 KG	\$12
Empanadas de queso, carne, pollo, etc.	Pieza	\$15
Tamales de elote	Pieza	\$15
Tortilla a mano	1 KG	\$26
Esquite	½ L	\$35
	1L	\$65
Elote preparado	Pieza	\$20
Maíz nuevo (Atole)	½ L	\$12.50
	1L	\$25
Champurrado	½ L	\$16
	1L	\$35
Pibipollos	Pieza	\$60
Tamales	Pieza	\$12
Tamales colados	Pieza	\$25

Nota: Autoría propia

regional. Existen muy pocos productores de arroz, pero la razón por la cual este cultivo se encuentra por detrás del maíz es que Escárcega a largo de los años se ha caracterizado como un municipio que produce y comercializa a nivel local hasta nacional arroz blanco, esto es gracias a la Arrocería ubicada en el mismo municipio. La empresa Arrocería “Tollocan” está dedicada únicamente a la transformación del arroz palay a arroz blanco, pasando por múltiples procesos dentro de la fábrica desde la siembra, cosecha, riego por aspersión aérea en los cultivos arrozales ubicadas a pocos kilómetros del ejido de Justicia Social, hasta terminar con el empaquetado del arroz ya procesado en las instalaciones de la fábrica.

Con base a lo anterior, al producto final se asigna un valor monetario debido a todos los procesos de transformación de materia prima, por lo tanto, el precio del arroz ya embolsado en una presentación de 900g cuesta \$15.60 pesos mexicanos, y con esto se cumple con la seguridad alimenticia y la calidad del producto para su comercialización total.

Como se puede observar los subproductos del maíz incentivan la actividad comercial de elaboración de alimentos y fomentan la creación de emprendimientos sin embargo el potencial para generar la escalabilidad de estos es corta en comparación del arroz, el cual podría aprovechar la logística del Tren Maya para ampliar su estrategia de distribución comercial.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el transcurso de la investigación se reconocieron 15 cultivos agrícolas anuales de los cuales nueve se producen en el municipio de Escárcega. Es importante mencionar que el municipio de Escárcega ocupa el cuarto lugar en la siembra de estos cultivos agrícolas, siendo Hopelchén quien ocupa el primer lugar a nivel estatal. Respecto al valor agregado se seleccionaron dos de los cultivos que se producen con mayor frecuencia y con mayor superficie sembrada, en conjunto representan el 97% en el municipio. En ambos productos agrícolas se detectó que existe un valor agregado de forma industrial y artesanal para el arroz palay y maíz de grano, respectivamente. En el caso del arroz palay se detectó que en el municipio su venta es empaquetado en bolsas de 900 g, y en el caso del maíz grano su valor agregado consiste en elaborar distintos alimentos, por lo que se detectaron 11 productos elaborados de forma artesanal, en los cuales la materia prima principal es el maíz grano.

Como se puede observar los subproductos del maíz incentivan la actividad comercial de elaboración de alimentos y fomentan la creación de emprendimientos sin embargo el potencial para generar la escalabilidad de estos es corta en comparación del arroz, el cual podría aprovechar la logística del Tren Maya para ampliar su estrategia de distribución comercial.

Durante la contingencia por COVID-19 la seguridad alimentaria del mundo se vio mermada por las restricciones de confinamiento sanitario, especialmente para la población de bajos recursos económicos, principalmente de los países subdesarrollados, en lo referente a la disponibilidad y accesibilidad de los diferentes alimentos. Las actividades industriales y comerciales relacionadas al arroz y el maíz vieron afectadas su cadena de suministro básico debido a las interrupciones de la producción agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aimaretti, N., Diruscio, M., Martins, I., Calcha, L., Soressi, J., Terán, M., . . . Lauxmann, A. (Junio de 2016). Agregado de un valor: Un diagnóstico preliminar. *redalyc.org*, 19(36). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=8774590010>
- Arango Correa, A., & Barbutin Díaz, H. (2018). Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá. *Línea de Investigación: Gestión de la tecnología y la innovación*. Obtenido de https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/4451/Rep_Itm_mae_Arango.pdf?sequence=1
- Ballara, M., Damianović, N., & Parada, S. (Julio de 2010). Aporte de ingreso económico de las mujeres rurales a sus hogares. Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer. Obtenido de https://ipdrs.org/images/en_papel/archivos/aportes_ingreso_economico_mujeres_rurales.pdf
- Bula, A. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. *Observatorio Económico Social*, 5. Obtenido de <http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/bitstream/handle/2133/18616/Importancia%20de%20la%20agricultura%20en%20el%20desarrollo%20socio-econ%C3%B3mico.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- CEPAL. (1994). Agroindustria y transformación productiva de la pequeña agricultura. *Revista de la Cepal* (53), 151-154. doi:https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11955/053147157_es.pdf?sequence=1
- CORREDOR, M.S.M. (2014). La participación de las mujeres en la seguridad alimentaria y el cambio climático. *REVISTA CIENTÍFICA*, 122-153.
- Diccionario de Oxford . (s.f). Oxford Dictionary . Obtenido de Value added/Valor añadido: <http://oxforddictionaries.com/definition/english/value%2Badded>
- FAO. (2004). Agricultura, expansión del comercio y equidad de género. División de Género y Población de la FAO. Obtenido de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/recursos/224844/Contenido/K%20documentos%20de%20analisis/43%20Agricultura,%20expansion%20del%20comercio.pdf>
- FAO. (2004). Las buenas prácticas agrícolas. Proyecto Regional de FAO en BPA, 20-21. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ai010s/ai010s.pdf>
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. (18 de Enero de 2017). <https://www.gob.mx>. Obtenido de Valor agregado en el sector agropecuario: <https://www.gob.mx/firco/es/articulos/valor-agregado-en-el-sector-agropecuario?idiom=es>
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. (08 de Mayo de 2017). <https://www.gob.mx/>. Obtenido de Agroindustria en México: <https://www.gob.mx/firco/articulos/agroindustria-en-mexico?idiom=e>
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. (08 de Mayo de 2017). <https://www.gob.mx/>. Obtenido de Agroindustria en México: <https://www.gob.mx/firco/articulos/agroindustria-en-mexico?idiom=e>
- García Álvarez, A., & Anaya Cruz, B. (2015). Dinamismo del sector agropecuario: condición necesaria para el desarrollo cubano. *Economía y Desarrollo*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425541211010>
- IICA. (2020). <https://www.iica.int/>. Obtenido de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <https://www.iica.int/programas/Agronegocios/pages/agregacionValor.aspx>
- Sarandón, S. (2020). El papel de la agricultura. *Friedrich-Ebert-Stiftung*, 5-6. Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/16550.pdf>
- Secretaría del Medio Ambiente. (2022). <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx/>. Obtenido de <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/glosario-definicion/Agricultura>
- SEDEMA. (2022). Actividades económicas. Obtenido de Actividades: <http://www.claraboya.com.mx/glosario-definicion/Actividades%20econ%C3%B3micas>
- SIAP (2020). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

“PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE VALLADOLID, YUCATÁN”

¹Lillian Noemi Poot Torres, 119030028@valladolid.tecnm.mx

²Grisel Anahí Cervantes Cocom, grisel.cc@valladolid.tecnm.mx

³Camilo Gabriel Chan Ceh, camilo.cc@valladolid.tecnm.mx

RESUMEN

La contaminación por metales pesados y otros compuestos en los ecosistemas acuáticos es cada vez mayor a nivel mundial, dicho esto son los que afectan la estabilidad del medio y la biodiversidad, debido a que son compuestos tóxicos y pueden ser un factor de propagación de enfermedades a mediano o largo plazo, tanto en los organismos acuáticos como en los seres vivos que lo consumen, ocasionando problemas crónicos o agudos a la salud incluyendo la modificación del material genético e incluso la muerte.

En esta investigación se plantea un proyecto para determinar concentraciones de metales pesados (Pb, Cd, Zn y Hg) en cenotes de interés turístico y puntos de suministro en Valladolid, Yucatán. Así, este proyecto es un estudio de tipo puro debido a que se desea plantear de forma descriptiva y exploratoria información reciente. Además, es cualitativo pues se indaga acerca de información de muestreos y cuantitativo debido a los análisis descriptivos e interpretativos de datos que se realizarán al finalizar los muestreos. También, es no experimental ya que no se modificarán variables para observación de respuesta y longitudinal debido al periodo de ejecución de un año. En cuanto a la metodología se realizará con base a la NMX-AA-051-SCFI-2001, sobre la determinación de metales pesados por medio de absorción atómica. También, se medirán parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad ($\mu\text{mho/cm}$), Sólidos disueltos totales (mg/L), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y algunos nutrientes. Para el procesamiento de resultados se empleará Microsoft Excel 2016 se espera que las concentraciones arrojen datos que no rebasen los límites permisibles de acuerdo a las normas establecidas, que exista una relación con los parámetros fisicoquímicos y por ende se conozca su efecto en el medio ambiente.

ABSTRACT

Pollution by heavy metals and other compounds in aquatic ecosystems is increasing worldwide, that being said, they are the ones that collide with the stability of the environment and biodiversity, because they are toxic compounds and can be a propagation factor of diseases in the medium or long term, both in aquatic organisms and in living beings that consume it, causing chronic or acute health problems including the modification of genetic material and even death. This research proposes a project to determine concentrations of heavy metals (Pb, Cd, Zn and Hg) in cenotes of tourist interest and supply points in Valladolid, Yucatan. Thus, this project is a pure type study because it is desired to present recent information in a descriptive and exploratory manner. In addition, it is qualitative because it inquires about the information of the demonstrations and quantitative due to the descriptive and interpretive analyzes of the data that will be carried out at the end of the demonstrations. Also, it is not experimental since variables for response and longitudinal observation will not be modified due to the execution period of one year. Regarding the methodology, it was carried out based on the NMX-AA-051-SCFI-2001, on the determination of heavy metals by means of atomic absorption. Also, physicochemical parameters such as pH, conductivity ($\mu\text{mho/cm}$), total dissolved solids (mg/L), temperature ($^{\circ}\text{C}$) and some nutrients will be measured. For the processing of results, Microsoft Excel 2016 will be used. It is expected that the concentrations yield data that do not exceed the permissible limits according to the established norms, that there is a relationship with the physicochemical parameters and therefore their effect on the environment is known.

PALABRAS CLAVE

Acuático
Contaminación
Metales Tóxicos

KEYWORDS

Aquatic
Pollution
Toxic Metals

¹Tecnológico Nacional de México campus Valladolid/Estudiante

²Tecnológico Nacional de México campus Valladolid/Estudiante

³Tecnológico Nacional de México campus Valladolid/Estudiante



I. INTRODUCCIÓN

Existe un verdadero problema debido a la falta de información actualizada sobre las concentraciones presentes de los principales metales pesados en cenotes de uso turístico en el oriente de Yucatán.

La industrialización produce efluentes que transportan compuestos tóxicos, entre los que se encuentran los metales, cuyas descargas a cuerpos de agua son las fuentes principales de contaminación y, como consecuencia, de diversas enfermedades (ATSDR, 2012).

Los metales pesados son contaminantes que por su persistencia y transporte a grandes distancias alcanzan con cierta facilidad los cuerpos de aguas superficiales, manifestando un riesgo potencial para la biota. Estos contaminantes pueden provenir de diversas fuentes, como actividades petroleras, agrícolas, metalúrgicas, azucareras, e incluso urbanas y sanitarias (herbicidas e insecticidas). La elevada toxicidad de metales tiende a bioacumularse en la biota e ingresar a la cadena trófica al biomagnificarse hasta llegar a los organismos superiores, incluyendo al hombre (Herrera, Rodríguez, Coto, Salgado, & Borbón, 2012). En la Península de Yucatán (PY) la única fuente de agua proviene de una capa de agua dulce del acuífero. El suelo de la región posee características geológicas como alta porosidad y permeabilidad (Bauer et al. 2011) y en combinación con factores antropogénicos que se acrecientan debido a las altas tasas de crecimiento de la población local, este acuífero es vulnerable a la contaminación por diversas sustancias tóxicas (Rodríguez et al., 2017) entre estas los metales pesados.

Debido a las características de desarrollo económico en el estado de Yucatán es sabido que la contaminación de las aguas subterráneas es principalmente debido a actividades agrícolas y turísticas. Por ejemplo, Cobos-Gasca et al., (2014) realizaron un estudio en ocho pozos ubicados en el anillo de cenotes, los municipios que abarcaron son: Celestún, Abalá y Buctzotz, así como en el cenote de Xlaká en Dzibilchaltun, dichas muestras fueron recolectadas de manera superficial. Su cuantificación de contaminantes fue por cromatografía de gases. Y estos resultados arrojaron la presencia de ocho tipos de plaguicidas: Aldrin, Clordano, HCH, Endosulfan, Endrin, Heptacloro, Metoxcloro, DDT y sus metabolitos. Otro estudio de Polanco-Rodríguez et al., (2017) en el que se realizó una recopilación de la contaminación por COP's en Yucatán, se menciona que, en la época de lluvias y secas, se colectaron muestras de agua y en sus resultados se indicaron la presencia de 324 detecciones en 14 tipos de plaguicidas organoclorados

y sus metabolitos (Endrin aldehído, Endosulfán sulfato, Heptacloro, Lindano).

Con respecto a la presencia de metales pesados la información es escasa, pero Pacheco et al., (2011) determinaron cadmio en el agua subterránea de Yucatán, en Valladolid se realizaron cuatro muestreos con los resultados siguientes 2.31, 2.31, 2.82 y 2.48 $\mu\text{g/L}$, que no sobrepasaron los 5 $\mu\text{g/L}$ límite permisible que marca la NOM-127-SSA1-1994. Sin embargo, el cadmio se detectó en las 45 localidades muestreadas, destacando la importancia de continuar con monitoreos. La alteración de la calidad del agua debido a la presencia de metales pesados y por ende los efectos que suelen tener, demuestra probabilidad daños a la salud de las personas y al ambiente acuático.

De esta forma, este plan es un análisis de tipo puro ya que se quiere proponer de manera detallada y exploratoria información presente. Además, es cualitativo puesto que se indaga sobre información de muestreos y cuantitativo gracias a los exámenes descriptivos e interpretativos de datos. En suma, es no empírico debido a que no se modificarán variables para observación de cambios en los resultados y longitudinal debido al lapso de ejecución de un año. Referente a la metodología se realizará con base a la NMX-AA-051-SCFI-2001, sobre la determinación de metales pesados mediante absorción atómica, considerando además los Métodos estandarizados para el análisis de aguas y aguas residuales (APHA, AWWA, WEF 1992) para los análisis fisicoquímicos.

Por esta razón se realizará el estudio de dos cenotes y tres fuentes de suministro dentro de la ciudad, en materia de concentraciones de metales pesados, con la finalidad de verificar y estudiar las concentraciones de Pb, Cd, Zn y Hg. Los cenotes Zaci y Oxman debido a su uso turístico son relevantes y se propusieron para análisis. También, se medirán parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad ($\mu\text{mho/cm}$), Sólidos disueltos totales (mg/L), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), cloro (mg/L), fósforo (mg/L) y nitrito (mg/L).

II. METODOLOGÍA

La población de estudio se enfoca en los cenotes de Valladolid que es la tercera ciudad más poblada del estado de Yucatán, en México, así como la cabecera del municipio homónimo. (Yucatán, 2022). Se ubica al sureste del país, en la región oriente del estado, a 169 km de Mérida, la capital de la entidad. Los cenotes fueron seleccionados de acuerdo al mayor impacto turístico de la región y por lo tanto existe mayor cantidad de bañistas, y algunos de los criterios para la selección es que este publicitado en más de tres direcciones web al analizar los primeros resultados utilizando palabras clave como “Cenotes Turísticos Yucatán”, por lo cual constituirán a los resultados de la determinación de metales pesados y de

la calidad que arrojen los parámetros fisicoquímicos del cenote Zaci y Oxman en el periodo Enero- diciembre 2023. También, se seleccionaron de manera aleatoria tres zonas (colonias) dentro de Valladolid para analizar aguas de suministro (Figura 1).

Figura 1. Valladolid, Yucatán



Fuente Google Maps, (2022)

Se pretende recabar los resultados de los muestreos correspondientes a las dos cohortes de estudio correspondientes al año 2023. Los instrumentos que se utilizarán son la observación, encuesta, formatos de recolección de datos (Bitácoras), fichas de laboratorio y plan de muestreo. Aunque de igual forma entre los instrumentos de laboratorio se manejarán redes de muestreo, equipo multiparámetro portátil (análi-

sis fisico-químicos in situ: temperatura, pH), GPS al igual que equipo de muestreo.

En consecuencia, se realizará la toma de muestras de agua en los cenotes de uso turístico y recreacional para determinar la calidad del agua teniendo las siguientes precauciones: no introducirse en el agua ni nadar en el cenote para recoger la muestra, cuando se recoja la muestra se permanecerá en un terreno firme, se usará guantes y siempre se irá acompañado. Los muestreos se realizarán de acuerdo al Manual operativo vigilancia de agua de contacto primario en playa y cuerpos de agua dulce (COFEPRIS, 2015). Siguiendo a la NMX-AA-051-SCFI-2001, la cual abarca la parte de la determinación de metales pesados con absorción atómica en aguas naturales para la determinación de los metales como Pb, Cd, Zn y Hg; por otra parte, los parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, turbidez, sólidos suspendidos totales, cloruros, nitritos y nitratos además de la normatividad mexicana se considerarán los Métodos estandarizados para el análisis de aguas y aguas residuales (APHA, AWWA, WEF 1992).

Los resultados de los análisis obtenidos de estas aguas se contrastarán con los parámetros establecidos en las normas mexicanas. Para realizar este procedimiento, se utilizarán los softwares IBM SPSS Statistics versión 23, Microsoft Excel 2016 y para la realización de gráficas se utilizará la aplicación de Word.

En la Tabla 1 muestra las variables de estudio a analizar para los metales pesados y parámetros fisicoquímicos del cenote en base a los límites máximos permisibles marcados en la normatividad mencionada.

Tabla 1. Métodos para la determinación de parámetros

Parámetro	Medición	Equipo	Método		
O ₂	El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que esta disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática.	mg/L	in situ	Oxímetro multiparámetros	APHA-AWWA-WPCF 1992 Instructivo de uso oxímetro
SDT	El total de sólidos disueltos (a menudo abreviado como TDS, del inglés: Total D issolved S olids) es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en un líquido en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión micro-granular	mg/L	in situ	Potenciómetro	Instructivo multiparámetros AQUALITYC
pH	El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones	Unidad de pH			NMX-AA-008-SCFI.
Temperatura	La temperatura es una medida de la energía cinética media de las moléculas de agua. Se mide en una escala lineal de grados Centígrados o grados Fahrenheit	°C			NMX-AA-007-SCFI-2000
Conductividad	La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos.	µS/cm)			NMX-AA-093-SCFI-2000
Cloro Nitrito RA Fosforo	Son unos indicadores ambientales importante de la calidad del agua.	mg/L	Ex situ	Fotómetro	NOM-127-SSA1-2021
Metales Pesados (Pb, Cd, Zn y Hg)		mg/L	Ex situ	Espectrofotómetro de absorción atómica (EAA). Con haz sencillo o doble, monocromador, detector, fotomultiplicador ajustable al ancho de banda	NMX-AA-051-SCFI-2001

Nota. Se desglosa a manera de tabla las variables de estudio del proyecto de investigación, en conjunto de sus técnicas, métodos, materiales y normatividad.

Fuente: Elaboración propia.

III. RESULTADOS O AVANCES

Se presentan los resultados generales de parámetros físico-químicos de un muestreo exploratorio de tres colonias en Valladolid, Yucatán.

Temperatura

Es uno de los parámetros más importantes de la calidad de agua. La temperatura afecta la química del agua y las funciones de los organismos acuáticos.

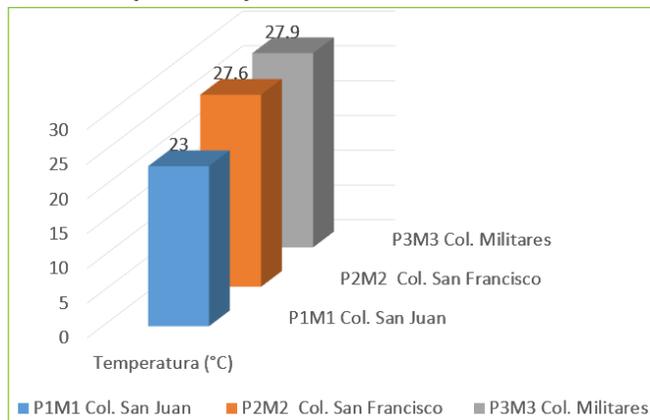
La temperatura influye en:

La cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua, la velocidad de fotosíntesis de las algas y otras plantas acuáticas, la velocidad metabólica de los organismos, la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, parásitos y enfermedades, épocas de reproducción, migración y estivación de organismos acuáticos.

Se realizaron tomas de muestra en 3 puntos de muestreo. La temperatura arrojó valores que oscilaron de 23 °C a 27.9 °C obteniendo un promedio de 26.16 °C (Figura 2).

Figura 2

Resultado de Temperatura en los puntos de muestreo seleccionados.



De acuerdo a la NMX-AA-007-SCFI-2013, si se rebasa el límite permisible considerado que las características a seguir estuvieron dentro del rango, pero el resultado final no fue de 45 °C, fue un poco mas elevado.

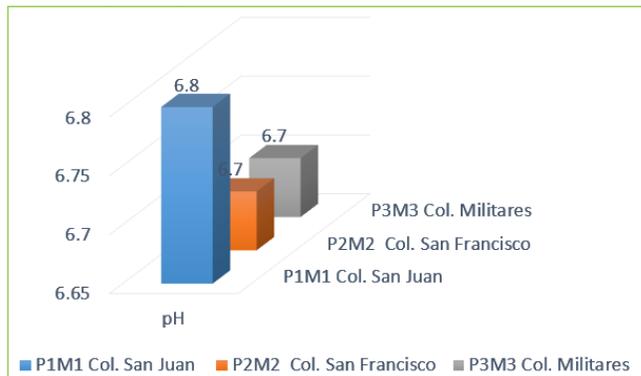
pH

La medición del pH del agua es muy importante para muchos tipos de muestra. Los valores altos y bajos de pH son tóxicos para organismos acuáticos, ya sea directa o indirectamente. Es el parámetro más importante utilizado en la evaluación de las propiedades corrosivas de un medio ambiente acuático.

Al realizar la medición de este parámetro los valores arrojaron valores que oscilaron de 6.7 a 6.8 obteniendo promedio de 6.73, un valor que se encuentra en nivel de acidificación (Figura 3).

Figura 3

Resultado de pH en los puntos de muestreo seleccionados



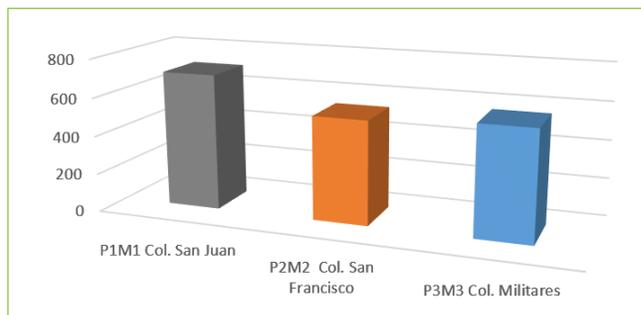
Sólidos Disueltos Totales

Una medida muy utilizada para medir la calidad del agua es el TDS (Total de Sólidos Disueltos, por sus siglas en inglés). Se trata de un método sencillo de utilizar; pero, debido a su limitación para abordar todos los parámetros establecidos para la calidad del agua, se puede considerar problemático. El TDS es el porcentaje de residuo seco que engloba sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica disueltas en el agua. Sus principales constituyentes son los cationes de calcio, magnesio, sodio y potasio y los aniones de carbonato, bicarbonato, cloro, sulfato y nitrato.

Al realizar la medición de este parámetro los valores arrojaron valores que oscilaron de 540 a 710 mg/L obteniendo promedio de 606.66 mg/L (Figura 4).

Figura 4

Resultado de TDS en los puntos de muestreo seleccionados.



Conductividad Eléctrica

La conductividad electrolítica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura. La determinación de este parámetro es de gran importancia pues da una idea del grado de mineralización del agua para ser usada en el laboratorio en análisis de rutina o para trabajos de investigación.

Al realizar la medición de este parámetro los valores arrojaron valores que oscilaron de 1070 a 1210 $\mu\text{mho/cm}$ obteniendo promedio de 1126.66 $\mu\text{mho/cm}$ (Figura 5).

Figura 5

Resultado de conductividad eléctrica en los puntos de muestreo seleccionados



Los parámetros presentados anteriormente no representan un foco rojo de riesgo ambiental, pero, son relevantes en los análisis exploratorios de calidad de agua. A continuación (Tabla 2) se presentan los resultados de tres parámetros medidos en las colinas San Juan, San Francisco y Militares, en la ciudad de Valladolid, como es posible observar la colonia San Juan sobrepasa el límite de 0.9/L (NOM-127-SSA1-2021) en cuanto a la concentración de nitrato, lo que se traduce en contaminación relacionada con aguas residuales. En cuanto a los valores de las tres colonias para fósforo, estas permiten condiciones de eutrofización pues superan los 0.1 mg/L. Con respecto al cloro entran dentro de los límites de la normatividad.

Tabla 2

Resultados de parámetros

Parámetros	P1M1 Col. San Juan	P2M2 Col. San Francisco	P3M3 Col. Militares
Fósforo (P en mg/L)	0.5	3.6	1.1
Nitrato RA (N-NO ₂ en mg/L)	12	0.1	1
Cloro (Cl en mg/L)	0.28	0.02	0.03

Por su parte las mediciones de metales pesados se encuentran en proceso de ejecución.

IV. CONCLUSIONES

Mediante los resultados preliminares de este estudio que actualmente se encuentra en ejecución, es posible afirmar que al determinar parámetros definidos en la normatividad el recurso hídrico abastecido no cumple en su totalidad con los lineamientos (NOM 127 SSA-2021) de la normatividad en México. Por lo tanto, se recomienda dar seguimiento oportuno respecto a la evaluación con índices de calidad para uso y consumo humano. Pues, los recursos de abastecimiento que presentan riesgo de contaminación siempre requieren de mejoras radicales en el seguimiento y medidas de cuidado y preservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agency for Toxic Substances & Disease Registry, ATSDR. (2012). *Reseña toxicológica del plomo*. Atlanta, USA: Agency for Toxic Substances & Disease Registry, Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU., Servicio de Salud Pública.

APHA, AWWA, WEF (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation) (1992), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, Washington, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation (APHA, AWWA, WEF)

Arcega Cabrera, F., N. Velázquez Tavera, L. Fargher, M. Derrien, E. Noreña Barroso (2014) (b). Fecal sterols, seasonal variability, and probable sources along the ring of cenotes, Yucatan, Mexico. *Journal of Contaminant Hydrology* 16841– 49.

ATSDR, (2016). Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

Buchman, M.F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA HAZMAT Report 99-1. Coastal Protection and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA p. 12.

Castañe P. M. 2016. Influencia de la Especiación de los Metales pesados en Medio Acuático como determinante de su toxicidad, España.

Cobos V. (2014) Plaguicidas organoclorados: Contaminantes persistentes en cenotes de Yucatán. *Bioagrociencias* 7 (1), 24-27

ECOL (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-001- ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación, México

Herrera, J., (2012). Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del río Pirro. *Tecnología en Marcha*, 26(1), 27-36.

NMX-AA-051-SCFI-2001: Análisis de agua - Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas. Recuperado el 08/11/2022 Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166785/NMX-AA-051-SCFI-2001.pdf>

NMX-AA-007-SCFI-2000 Determinación de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba Recuperado el 08/11/2022 Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-007-SCFI-2000.pdf>

NMX-AA-008-SCFI-2000.- Determinación del pH. -Método de prueba Recuperado el 08/11/2022 Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/01/nmx-aa-008-scfi-2000.pdf>

NMX-AA-093-SCFI-2000 Determinación de la conductividad electro-lítica -Método de prueba Recuperado el 08/11/2022 Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166800/NMX-AA-093-SCFI-2000.pdf>

Pachepsky YA (2018). Microbial Water Quality: Monitoring and Modeling. *J Environ Qual*. 47(5):931-938. doi: 10.2134/jeq2018.07.0277. PMID: 30272779. [Recuperado el 20 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2134/jeq2018.07.0277>

Pérez Yáñez, D. (2020). "BIOACUMULACIÓN DEL CADMIO Y PLOMO EN CUATRO GRUPOS DE ZOOPLANCTON DEL NORESTE DE QUINTANA ROO, MÉXICO." https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1772/1/PCA_M_Tesis_2020_Daniela_Perez_Yanez.pdf

R. Horton. (2021) "An Index Number System for Rating Water Quality." *Journal of Water Pollution Control Federation*, vol. 37, 1965. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/25035251?seq=1>

Raffo Lecca, (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1),71-80. [Recuperado el 23 de mayo del 2021]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640855010>

Yucatán (2022) Localización del Municipio de Valladolid Yucatán. Disponible en: https://www.yucatan.gob.mx/estado/ver_municipio.php?id=102

Pacheco Avila, Julia., Cabrera Sansores, A., Barcelo Quintal, M., Alcocer Can, L., y Pacheco Parera, M., (2011) Environmental Study on Cadmium in Groundwater in Yucatan Recuperado de : <file:///C:/Users/Lillian%20Poot/Downloads/art%C3%ADculo%20metal%202011.pdf>

TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN SEMILLAS DE XILOTILLO (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) VAR. CERASIFORME

¹Maria del Pilar Vargas-Perea, all8126175@chapingo.mx

²Beyanira Muñoz-Román, all8117727@chapingo.mx

³Disraeli Eron Moreno-Guerrero moreno.disraeli@colpos.mx

⁴Sara Monzerrat Ramírez-Olvera, ramirez.sara@colpos.mx

⁵Lorena Ortiz-Díaz, all8118667@chapingo.mx

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la germinación y crecimiento inicial de plántulas de Xilotillo, sometidas a tratamientos pre-germinativos a base de ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno e imbibición. Se utilizaron semillas extraídas de frutos maduros de xilotillo, las que se sometieron a los tratamientos: T1: Tratamiento testigo, sin tratamiento a las semillas; T2: imbibición en agua durante 24 h; T3: inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min; y T4: inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante 10 min. Se registró el porcentaje de germinación, y a los 25 d después de someter las semillas a los diferentes tratamientos, se tomaron las siguientes variables: altura de las plántulas, longitud de raíz y el número de raíces. Finalmente, cada variable se sometió a un análisis de varianza, y comparación de medias con la prueba de Tukey. El porcentaje de germinación y el número de raíces, no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado, mientras que la inmersión en ácido sulfúrico, y en peróxido de hidrogeno redujeron la altura de plántula, y la inmersión en peróxido de hidrógeno la longitud de raíz. Los tratamientos pre-germinativos no mejoraron la germinación y el crecimiento inicial de plantas de xilotillo.

PALABRAS CLAVE

Ácido sulfúrico
Imbibición
Peróxido de hidrógeno

ABSTRACT

In this research, the germination and initial growth of Xilotillo seedlings, subjected to pre-germination treatments based on sulfuric acid, hydrogen peroxide and imbibition, were evaluated. Seeds extracted from mature xilotillo fruits were used, which were subjected to the following treatments: T1: Control treatment, without seed treatment; T2: imbibition in water for 24 h; T3: immersion in 5% sulfuric acid for 10 min; and T4: immersion in 5% hydrogen peroxide for 10 min. The germination percentage was recorded, and 25 d after subjecting the seeds to the different treatments, the following variables were taken: seedling height, root length and number of roots. Finally, each variable was subjected to an analysis of variance, and comparison of means with Tukey's test. The germination percentage and the number of roots did not change under any treatment evaluated, while immersion in sulfuric acid and hydrogen peroxide reduced seedling height, and immersion in hydrogen peroxide reduced root length. Pre-germination treatments did not improve germination and initial growth of xlotillo plants.

KEYWORDS

Sulfuric acid
Imbibition
Hydrogen peroxide.

1,2 y 5. Universidad Autónoma Chapingo, estudiante de licenciatura.
3. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, estudiante de doctorado.
4. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, docente.



I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.), se ha incrementado en los últimos años (Jiménez, 2016). Con una producción de 177 millones de toneladas en el año 2017 de las cuales, México aporta 2.3 %, con 3.5 millones toneladas en una superficie de 25,764 hectáreas de agricultura protegida, aproximadamente 22,000 de éstas bajo condiciones de invernadero (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2020).

La creciente demanda de esta hortaliza ha provocado que se busquen alternativas tecnológicas de producción, dirigidas a elevar la productividad por unidad de superficie y calidad del fruto (Pérez, 2021, como se citó en Aguilar, 2012) tecnologías como la de invernaderos y los sistemas hidropónicos, que bien manejadas permiten elevar la productividad de cualquier cultivo (Goddek et al., 2019).

México es el centro de domesticación del jitomate, por ser el país donde existe una mayor cantidad de genotipos silvestres (Jiménez et al., 2000), que en ocasiones son considerados malezas. Sin embargo, este germoplasma representa una importante diversidad genética que puede emplearse en programas de fitomejoramiento de esta especie (Bergougnoux, 2014). El tomate es una planta autógama; la maduración del fruto ocurre de 40 a 80 días después de la apertura de la flor, dependiendo de la variedad (Vélez y Castrillón, 2018).

En México, el tomate silvestre se encuentra ampliamente distribuido tanto en zonas de vegetación natural como asociado con campos de cultivo donde se le considera como maleza. La mayoría de las poblaciones se han colectado en altitudes entre 0 a 1200 m. El germoplasma nativo es de importancia por la heterogeneidad biológica, económica y cultural de la agricultura local. Constituye un recurso potencialmente valioso para la obtención de variedades mejoradas (Bonilla et al., 2014). Algunos cultivos silvestres de hortalizas presentan dificultades para la obtención de semillas adaptadas a nuestros sistemas productivos. Es por ello por lo que se requiere en algunos casos someter dichas semillas a tratamientos pre-germinativos (Vélez y Castrillón, 2018). La mayoría de las especies silvestres, presentan bajo porcentaje de germinación, como un mecanismo de adaptación para asegurar la germinación en condiciones óptimas (Foso y Smith, 2003).

La evaluación de la capacidad de germinación de semillas provenientes de cultivos silvestres determina directamente la viabilidad de las semillas. Y a su vez con estos experimentos se pueden definir los requerimientos de las semillas y los parámetros que benefician o perjudican la germinación (Pérez, 2021). Bajo condiciones controladas de invernadero se puede evaluar la respuesta de semillas sometidas a diferentes condiciones de temperatura, luz, tratamientos pre-germinativos, promotores químicos, condiciones de stress, entre otros, generando información valiosa que permite relacionar estos parámetros con la época, condiciones y lugares donde la germinación se estaría produciendo naturalmente (Probert et al., 2003).

Algunas semillas de especies silvestres presentan latencia, lo que retrasa la germinación, y es un problema al cultivarse en ambientes controlados. Se han reportado, diversas técnicas que mejoran la permeabilidad de la cubierta de las semillas, y romper la latencia, al generar grietas en la cubierta, y mejorar la absorción de agua y CO₂ (Viéumont y Crabbé, 2000; Soliman y Mohamed, 2013). Por su parte, algunos experimentos pre-germinativos han reportado que la adición de peróxido de hidrógeno a semillas incrementa la longitud de las raíces, como resultado de la mejora en procesos anatómico-fisiológicos e incremento en la conductividad hidráulica de las raíces, y fotosíntesis más eficiente (Gavilán et al., 2006).

En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la germinación y crecimiento inicial de plántulas de Xilotillo, usando tratamientos pre-germinativos a base de ácido sulfúrico, peróxido de hidrogeno e imbibición.

II. METODOLOGÍA

El experimento es llevó a cabo en los meses de junio y julio del año 2022 en el invernadero tipo capilla del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en el Campo Agrícola Experimental “Xaltepa” Estado de México, localizado a 19°27'58" latitud norte, 98°51'14" longitud oeste, a una altitud de 2250 m. De acuerdo con García (1988) el clima reportado para la estación Chapingo es Cb (wo) (W) (i) g, el cual corresponde a los templados, siendo este el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano el cual es largo y fresco, poca oscilación térmica, marcha de temperatura tipo Ganges. La precipitación media anual es de 636.5 mm.

El diseño experimental utilizado para este análisis fue un diseño completamente al azar. La muestra de semillas de jitomate Xilotillo, que utilizamos en este experimento fueron extraídas de una selección minuciosa de frutos, donde se tomaron aquellos mejor formados, de buen color y uniformes,

para la correcta selección se fueron descartando aquellos frutos con plagas, enfermedades o de apariencia extraña, esta selección fue muy cuidadosa a fin de asegurar que estas semillas sean capaces de germinar, puedan tolerar el secado y alcanzar la máxima longevidad. Durante la selección de semillas se fueron eliminando todo tipo de desechos vegetales y material inerte (piedrecillas, granos de arena). Semillas dañadas o infestadas también fueron retiradas para disminuir la propagación de insectos u hongos que pudieran dañar a las semillas viables.

Después de haber colectado las semillas estas fueron sometidas a un proceso de limpieza eficiente, en el que se tuvo un especial cuidado para no causar daño a las semillas ni el desperdicio innecesario de las muestras. En principio los frutos más grandes fueron apretados, abiertos y cortados, dejando caer la pulpa con las semillas en un recipiente con agua, durante el proceso se les fue eliminando la cáscara de manera manual, por otro lado, los frutos más pequeños, fueron macerados completamente en forma manual en recipientes con agua y de igual modo se fue retirando la cascara. En ambos casos obtuvimos una mezcla de pulpa con semillas que separamos utilizando mallas finas para evitar la pérdida de semillas. La pulpa fue fácilmente eliminada junto con el exceso de agua debido a que flota, mientras que las semillas como son más pesadas se fueron al fondo de los recipientes. Una vez extraídas las semillas, estas fueron lavadas con agua hasta retirarles el mesocarpio completamente.

Después de lavar las semillas, éstas fueron secadas inmediatamente a temperatura ambiente, procurando siempre una correcta ventilación para evitar la aparición de hongos. Para ello las semillas se colocaron esparcidas en capas delgadas sobre papel absorbente, y se situaron a la sombra en un lugar con correcta circulación de aire, tratando de evitar el calor, hasta que se secaron por completo.

Una vez secas las semillas se sometieron a los siguientes tratamientos pre-germinativos; El tratamiento uno o tratamiento testigo (T1), fueron las semillas a las que se dejó sin tratamiento; el tratamiento dos (T2) fueron las semillas que se sometieron a imbibición en agua durante veinticuatro horas, el tratamiento tres (T3) lo constituyeran aquellas semillas a las que se les colocó en inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante diez minutos, y para el tratamiento cuatro (T4) las semillas se colocaron en inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante diez minutos.

Una vez tratadas las semillas, estas se depositaron dentro de contenedores de plástico de 10 x 12 cm, colocándolas sobre papel absorbente y papel filtro humedecidos con 40 mL de agua. Cada unidad experimental consistió en un contenedor de plástico con doce semillas, sometidas al tratamiento correspondiente, de acuerdo con lo anteriormente descrito.

Posteriormente los contenedores se pusieron sobre una

mesa, en un lugar ventilado del invernadero, para colocar los tratamientos sobre la mesa se utilizó un diseño totalmente al azar, en el que se colocaron tres repeticiones para cada tratamiento.

Para los resultados a observar del experimento se registró el número de semillas germinadas cada día, para posteriormente calcular el porcentaje de germinación de cada uno de los tratamientos, revisando constantemente los contenedores; el porcentaje de germinación se calculó a través de la ecuación porcentaje de germinación es igual al número de semillas germinadas entre el número de semillas totales, multiplicado por cien.

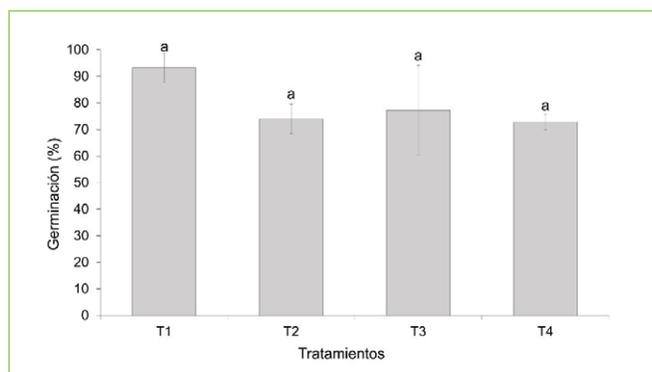
Posteriormente veinticuatro días después de colocar las semillas se cosecharon las plántulas de cada uno de los contenedores, de cada plántula se tomaron y registraron las siguientes variables: altura de las plántulas, la longitud de raíz y el número de raíces.

III. RESULTADOS O AVANCES

En esta investigación, pruebas de análisis de varianza realizadas a los veinticuatro días después de aplicar cada tratamiento muestran, que las semillas del tratamiento testigo (T1), donde se dejó sin tratamiento a las semillas hay más del 90% de germinación, aunque estadísticamente los resultados son iguales entre tratamiento (Figura 1).

Figura 1

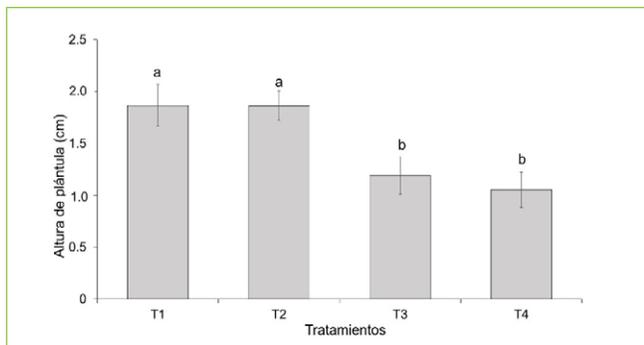
Porcentaje de germinación plántulas de Xilotillo, sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos. T1: Tratamiento testigo, sin tratamiento a las semillas; T2: imbibición en agua durante 24 h; T3: inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min; y T4: inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante 10 min. Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).



Respecto a la variable altura de plántula, el tratamiento testigo y el T2 (imbibición en agua durante 24 horas) dotaron a las plántulas de mayor altura respecto al resto de tratamientos, mientras que el T3 (inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min) y el T4 (inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante 10 min), redujeron significativamente esta variable en 36.16 y 43.58%, respectivamente, en relación al tratamiento testigo (Figura 2).

Figura 2

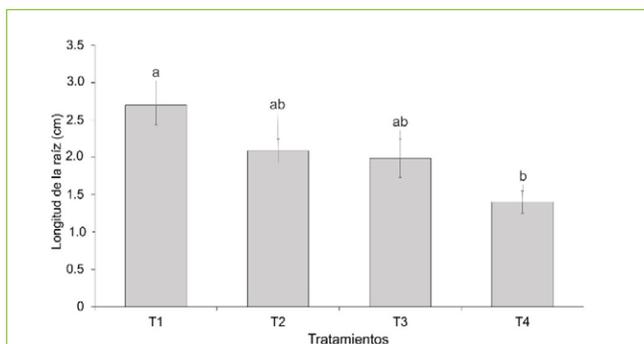
Altura de planta de plántulas de Xilotillo, sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos. T1: Tratamiento testigo, sin tratamiento a las semillas; T2: imbibición en agua durante 24 h; T3: inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min; y T4: inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante 10 min. Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).



En la variable longitud de la raíz (Figura 3), se puede observar que el tratamiento testigo, donde no se aplicó ningún tratamiento pre-germinativo, es el que mayor longitud de raíz presenta, sobrepasando los 2.5 cm, estadísticamente es similar a los tratamientos T2 (imbibición en agua durante 24 horas) y T3 (inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min). En tanto que el tratamiento T4, inmersión en peróxido de hidrógeno, redujo significativamente en 48% la longitud de raíz, en relación al tratamiento testigo.

Figura 3

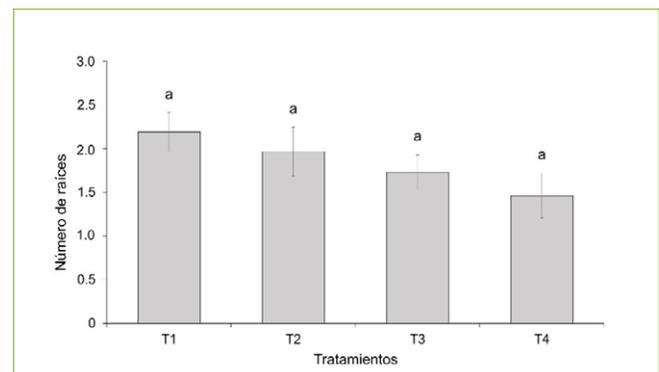
Longitud de raíz de plántulas de Xilotillo, sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos. T1: Tratamiento testigo, sin tratamiento a las semillas; T2: imbibición en agua durante 24 h; T3: inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min; y T4: inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante 10 min. Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).



En cuanto al número de raíces, puede observarse que las semillas del tratamiento testigo (T1), donde se dejó sin tratamiento a las semillas son las que tienen en promedio un mayor número de raíces, aunque estadísticamente los resultados son iguales ningún tratamiento sobrepasa esta característica en las plántulas del testigo (Figura 4).

Figura 4

Número de raíces de plántulas de Xilotillo, sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos. T1: Tratamiento testigo, sin tratamiento a las semillas; T2: imbibición en agua durante 24 h; T3: inmersión en ácido sulfúrico al 5% durante 10 min; y T4: inmersión en peróxido de hidrógeno al 5% durante 10 min. Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).



IV. CONCLUSIONES

Las variables, porcentaje de germinación y número de raíces, no se modificaron bajo ningún tratamiento evaluado en relación al testigo. En tanto, que la inmersión en ácido sulfúrico, y en peróxido de hidrógeno redujeron la altura de plántula, y la inmersión en peróxido de hidrógeno la longitud de raíz. Los tratamientos pre-germinativos no mejoraron la germinación, ni el crecimiento inicial de plántulas de xilotillo.

Creemos conveniente que en futuras investigaciones se proceda a evaluar de nuevo el crecimiento de la raíz con menores concentraciones y tiempos de inmersión, de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno; (Gavilán et al., 2006), han reportado; “la adición de peróxido de hidrógeno a semillas incrementa la longitud de las raíces, como resultado de la mejora en procesos anatómico-fisiológicos e incremento en la conductividad hidráulica de las raíces, y fotosíntesis más eficiente”.

Retos que se afrontaron durante la Pandemia por el COVID-19

El impacto de la pandemia por el COVID-19 en la investigación científica y en la experimentación es grande en todo sentido y nos obliga a cambiar la forma de vida que llevábamos, durante el desarrollo de esta investigación tuvimos que aprender a trabajar de manera conjunta pero a modo asincrónico; ya que intentábamos estar dos o menos investigadores juntos tomando datos o revisando los resultados, también tuvimos que aprender a utilizar las herramientas digitales que tuvimos a nuestro alcance, ejemplo de esto fueron las reuniones virtuales que poco a poco se han ido convertido en una herramienta para evaluar los avances y organizar las tareas pendientes de los proyectos a través de plataformas digitales como meet o teams, que constantemente utilizamos para concretar las reuniones necesaria y llevar a cabo de forma exitosa la síntesis de información y el análisis de los resultados de la presente investigación.

Fuimos implementando cambios también en el invernadero y demás áreas comunes que compartíamos como investigadores; por ejemplo, intentamos siempre mantener la distancia física entre nosotros, y fuimos estableciendo turnos de trabajo dentro la oficina para llevar a cabo de forma eficaz el proceso de investigación aun cuando se levantó la cuarentena, a fin de continuar con los proyectos que como equipo de trabajo tenemos en curso. Pero no todo fue complicado ya que la cuarentena nos dio la oportunidad de organizar datos y, sobre todo, leer y escribir sobre ellos desde la comodidad de nuestras casas y oficinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology advances*, 32(1), 170–189. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>
- Bonilla, O., Lobato, R., García, J.J., Cruz Izquierdo, S., Reyes, D., Hernández, E., y Hernández, A. (2014). Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(2), 129-139.
- Foso, J. y Smith, P.P. (2003). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en la conservación de semillas. *Conservación de semillas: convertir la ciencia en práctica*. Jardines Botánicos Reales, Kew, Reino Unido, 79-87.
- Gavilán, M.U., Mazuela, P., Ventura, F., y Navarro, C.G. (2006). Beneficios de la aplicación de oxígeno en cultivos sin suelo. *Agrícola vergel: Fruticultura, horticultura, floricultura*, 25(292), 195-200.
- Goddek, S., Joyce, A., Wuertz, S., Körner, O., Bläser, I., Reuter, M., y Keesman, K.J. (2019). Sistemas de acuaponía desacoplados. *Sistemas acuapónicos de producción de alimentos*, 201, 209-234.
- Jiménez, M. (2016). Costos de producción y comercialización de jitomate (*Solanum Lycopersicum L.*) bajo condiciones de invernadero en Ocopulco, Chiautla, México. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/65808>
- Jiménez, R., Gasco, J., del Mar, M., y Jones, J. (2000). Plagas y enfermedades del tomate. *American Phytopathological Society*, 04, 5-75.
- Perez, J. (2021). Efecto de dosis de nitrógeno, fósforo, luz suplementaria, paclobutrazol y aminoácidos en calidad de plántula y floración en jitomate. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12098/1096>
- Probert, R.J., Manger, K.R., Adams, J., Smith, R.D., Dickie, J.B., Linington, S., y Pritchard, H.W. (2003). Medición no destructiva de la humedad de la semilla. *Conservación de semillas*, Reino Unido, 20, 367-387.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2020). disponible en: <https://www.gob.mx/siap>. (Consultado en Julio de 2022).
- Soliman, S., y Mohamed, S. (2013). Effects of sulfuric acid and hot water pre-treatments on seed germination and seedlings growth of *Cassia fistula L.* *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13(1), 7-15
- Vélez, G., y Castrillón, F. (2018). Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad- In *Heks Eper Colombia* (p. 42). <https://vj-vjv.semillasdeidentidad.org/es/publicaciones/produccion-y-conservacion-de-semillas-nativas-y-criollas-de-buena-calidad-y-sanidad>
- Viéumont, J.D., y Crabbé, J. (2000). Dormancy in plants. From whole plant behaviour to cellular control. Wallingford: CAB International 400 (87), 415–416, <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1334>

EXTRACTO ACUOSO DE HOJAS DE NARANJA, EN EL CRECIMIENTO Y CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL DE PLANTAS DE LECHUGA

¹Disraeli Eron Moreno-Guerrero, moreno.disraeli@colpos.mx

²Sara Monzerrat Ramírez-Olvera, ramirez.sara@colpos.mx

³Heidi Liset Ojeda Salgado, heidiojeda2205@gmail.com

⁴Libia Iris Trejo-Téllez, tlibia@colpos.mx

RESUMEN

La aplicación de extractos vegetales ha mostrado ser una buena alternativa para el control de plagas y enfermedades. No obstante, pocos son los estudios de su efecto en el crecimiento y concentración nutricional. Plantas de lechuga cv. Parris, de 30 días de edad, se depositaron en macetas de polietileno negro, en sustrato tezonte. A los 7 días después del trasplante, se aplicaron los tratamientos, que consistieron en la aspersión de 0, 80, 120 y 160 mL L-1 de extracto acuoso de hojas de naranja. Cada 7 días se registró la altura de planta y el número de hojas. A los 28 días después del inicio de tratamientos, las plantas se retiraron de las bolsas, y se determinó la concentración nutricional. La aspersión de extracto de naranja no modificó la altura de planta, el número de hojas, y la concentración de Cu, B y Zn. Por otro lado, la aplicación del extracto incrementó la concentración de N, P, Ca y Mg, y redujo la concentración de K. La aspersión de los extractos acuosos de hojas de naranja, no modifican el crecimiento y alteran la concentración de macro y micronutrientes en hojas de lechuga.

PALABRAS CLAVE

Aspersiones foliares
Cultivar parris
Macro
Micronutrientes

ABSTRACT

The application of plant extracts has shown to be a good alternative for the control of pests and diseases. However, there are few studies of its effect on growth and nutritional concentration. Lettuce plants cv. Parris, 30 days old, were placed in black polyethylene pots, in tezonte substrate. Seven days after transplanting, the treatments were applied, which consisted of spraying 0, 80, 120 and 160 mL L-1 of aqueous extract of orange leaves. Plant height and number of leaves were recorded every 7 days. At 28 days after the start of treatments, the plants were removed from the bags, and the nutrient concentration was determined. The spraying of orange extract did not modify the height of the plant, the number of leaves, and the concentration of Cu, B and Zn. On the other hand, the application of the extract increased the concentration of N, P, Ca and Mg, and reduced the concentration of K. The spraying of aqueous extracts of orange leaves does not modify growth and alters the concentration of macro and micronutrients. on lettuce leaves.

KEYWORDS

Foliar sprays
Parris cultivar
Macro
Micronutrients

Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, estudiante de doctorado (estudiante).

2, 4. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, docentes (asesores).

3. Universidad Autónoma Chapingo, estudiante de licenciatura (estudiante).

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*) se produce de manera intensiva y se considera una de las plantas más importantes del grupo de hortalizas de hoja, además de ser conocida y producida en casi todos los países del mundo. Su mayor uso es para consumo alimenticio, aunque también tiene otros usos, como medicinales, fabricación de cremas o extracción de látex (Córdova, 2005).

El cultivo de la lechuga se puede producir a cielo abierto, en invernaderos o en sistemas hidropónicos (Saavedra, 2017). En México, los paquetes tecnológicos de producción consisten en sistemas abiertos, los cuales tienen actualmente el inconveniente de un alto consumo de agua y de fertilizantes. Por un lado, el agua es un recurso cada vez más escaso, y por otro, los fertilizantes son cada vez más caros (Huang, 2009; Gutiérrez, 2011). Por tanto, para la producción de estos cultivos es necesario considerar que el gasto de agua y fertilizantes es elevado, de tal manera que se hace necesario buscar alternativas de producción para un uso más eficiente de dichos recursos (Gutiérrez, 2011). La lechuga es una hortaliza que posee un sistema radicular pivotante y muy ramificado, en riego por goteo no sobrepasa los 35 cm de profundidad. Las hojas son lisas y sin pecíolos, emergen alternadamente en forma de roseta de un corto tallo que no se ramifica, con el borde de forma redondeada, rizada o aserrado, formando según variedad un cogollo más o menos apretado en fases vegetativas avanzadas (Rincón, 2001). El borde de los limbos suele ser liso, ondulado o aserrado, su tallo es cilíndrico y ramificado (González-Pérez y Zepeda-López, 2013). Las semillas tienen forma alargada, de color blanco y en algunas variedades su color varía desde pardo claro hasta castaño oscuro, comúnmente maduran entre 12 y 15 días después de la floración (Salazar, 2011). La inflorescencia está constituida de grupos de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo. El fruto de la lechuga es un aquenio, seco y oblongo (Barrios, 2004). Las plantas sintetizan una gran diversidad de metabolitos secundarios, como parte de su mecanismo de defensa, los cuales tienen influencia contra plagas y enfermedades (Osborn et al., 2003). Sin embargo, son pocos los estudios del efecto de la aplicación de extractos vegetales en el crecimiento y concentración de nutrimentos en hojas de plantas de interés alimenticio. El objetivo de esta investigación fue evaluar las respuestas fisiológicas y nutrimentales de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de extracto acuoso de hojas de naranja.

II. METODOLOGÍA

Material vegetal

Semillas de lechuga cv. Parris se depositaron en charolas de inícel en cuyo interior contenían sustrato turba. Treinta días después, las plantulas se retiraron del sustrato y se transfirieron a bolsas de polietileno negro en sustrato tezontle.

Tratamientos evaluados

Los tratamientos se asperjaron sobre las hojas, hasta punto de goteo, cada 7 días, durante 28 días. Los tratamientos consistieron en 0, 80, 120 y 160 mL L⁻¹ de extracto acuoso de hojas frescas de naranja (*Citrus x sinensis* L.). Cada 7 días se registró la altura de planta y el número de hojas.

Análisis nutrimental

Y los 28 días después de inicio de tratamientos, las plantas se retiraron del sustrato y se determinó la concentración de macro y micronutrimentos. Para lo cual se pesaron 0.25 g de tejido fresco de hojas y se sometieron a digestión húmeda con una mezcla de H₂SO₄: HClO₄ (2:1, v: v). Después de la digestión, la muestra se llevó a un volumen de 25 mL con agua desionizada y se filtró. Se determinó la concentración de N mediante el método micro-Kjeldahl, y el resto de elementos mediante lecturas de los extractos de la digestión en un espectrofotómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (Varian ICP OES 725-ES; Mulgrave, Australia).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el paquete estadístico SAS 9.1.

III. RESULTADOS DEL ESTUDIO

La aspersión del extracto acuoso de hojas de naranja, no modificó significativamente la altura de planta a los 7, 14, 28 y 35 días después del inicio de aplicación de tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1

Altura de plantas de lechuga tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

EANA (mL L ⁻¹)	Altura de planta (cm)				
	7 ddit	14 ddit	21 ddit	28 ddit	35 ddit
0	3.24 ± 0.27 a	3.94 ± 0.32 a	5.84 ± 0.32 a	7.26 ± 0.58 a	13.19 ± 0.75 a
80	3.65 ± 0.38 a	4.24 ± 0.43 a	6.35 ± 0.30 a	7.36 ± 0.58 a	13.25 ± 1.08 a
120	3.43 ± 0.38 a	4.22 ± 0.58 a	5.75 ± 0.64 a	7.34 ± 0.71 a	13.46 ± 1.06 a
160	3.02 ± 0.28 a	4.10 ± 0.55 a	6.05 ± 0.60 a	7.34 ± 0.40 a	13.94 ± 0.96 a

Nota: Medias ± DE con letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). EANA: extracto acuoso de naranja; ddit: días después del inicio de tratamientos.

De forma similar, el número de hojas de lechugas, tratadas con el extracto acuoso de hojas de naranja, no alteró significativamente el número de hojas (Cuadro 2).

Cuadro 2

Número de hojas de plantas de lechuga tratadas con extracto de cilantro.

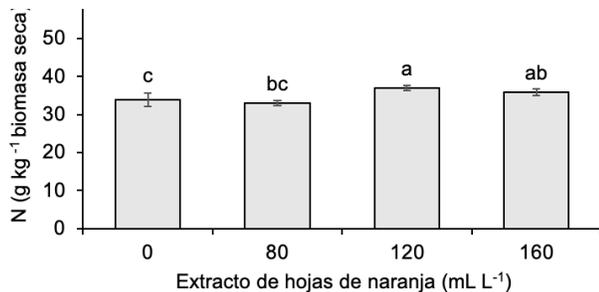
EANA (mL L ⁻¹)	Número de hojas				
	7 ddit	14 ddit	21 ddit	28 ddit	35 ddit
0	4.08 ± 0.26 a	5.33 ± 0.39 a	6.50 ± 0.49 a	6.92 ± 0.86 a	7.17 ± 0.60 a
80	4.42 ± 0.33 a	5.08 ± 0.34 a	6.42 ± 0.33 a	7.17 ± 0.42 a	7.58 ± 0.40 a
120	4.58 ± 0.62 a	5.50 ± 0.35 a	6.67 ± 0.44 a	7.83 ± 0.51 a	7.83 ± 0.42 a
160	4.67 ± 0.25 a	5.17 ± 0.42 a	6.25 ± 0.43 a	7.50 ± 0.34 a	7.67 ± 0.65 a

Nota: Medias ± DE con letras diferentes en cada columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$). EANA: extracto acuoso de naranja; ddit: días después del inicio de tratamientos.

Por otro lado, la concentración de macro y micronutrientes se modificó con la aspersión del extracto acuoso de naranja. En este contexto, se ha reportado que los extractos acuosos son una alternativa importante en el manejo agroecológico de plagas y enfermedades (Rodríguez-González et al., 2019). No obstante, los extractos vegetales no solo tienen efectos en la plaga o enfermedad de interés. Se ha informado que la aplicación de extractos acuosos puede modificar la concentración de clorofila, número de vainas, rendimiento, así como metabolitos de importancia en el crecimiento vegetal, como la rutina, fenilalanina y triptófano (Mkindi et al., 2020). En esta investigación, la aplicación de 120 y 160 mL L⁻¹ de extracto acuoso de hojas de naranja, incrementó significativamente la concentración de nitrógeno en hojas de lechuga (Figura 1).

Figura 1

Concentración de nitrógeno en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

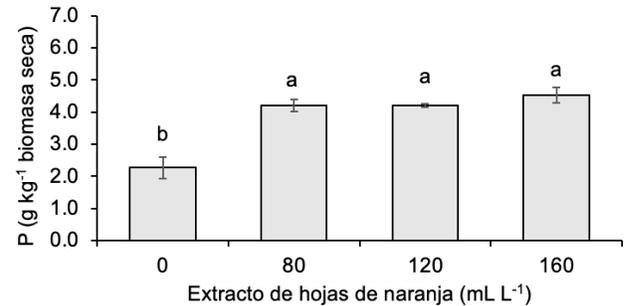


Nota: Medias ± SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

La concentración de fósforo en hojas de lechuga incrementó significativamente a las tres dosis de extracto evaluadas en 85.45, 85.02 y 99.012%, en relación al tratamiento testigo (Figura 2).

Figura 2

Concentración de fósforo en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

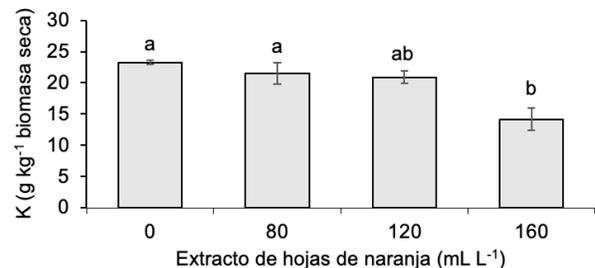


Nota: Medias ± SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

La aspersión de 160 mL L⁻¹ de extracto acuoso de hojas de naranja redujo significativamente en 39.29%, la concentración de potasio, en relación al tratamiento testigo (Figura 3).

Figura 3

Concentración de potasio en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

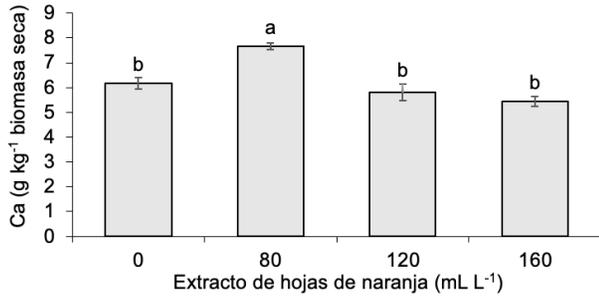


Nota: Medias ± SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

El tratamiento 80 mL L⁻¹ de extracto acuoso de naranja, incrementó significativamente la concentración de Ca en 24.15%, respecto al tratamiento testigo (Figura 4). Lo cual es de suma importancia, puesto que el calcio, es uno de los elementos más importantes en la dieta humana, dado que este elemento es indispensable en la estructura y señalización, por lo que su ingesta reducida está relacionada con enfermedades y problemas en la salud (Sharma et al., 2017).

Figura 4

Concentración de fósforo en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

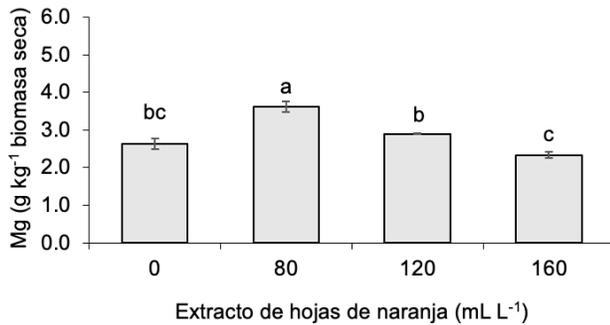


Nota: Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

De manera similar, el tratamiento 80 mL L⁻¹ aumentó en 37.12% la concentración de magnesio (Figura 5).

Figura 5

Concentración de magnesio en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

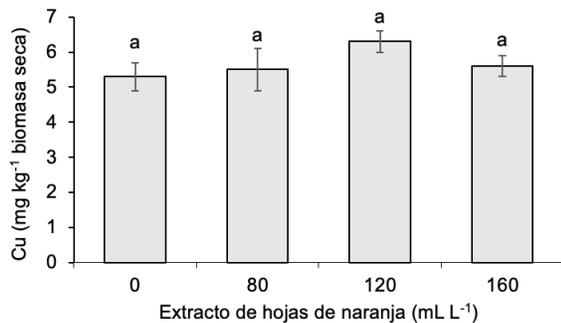


Nota: Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

La concentración de cobre en hojas de lechuga, no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado (Figura 6).

Figura 6

Concentración de cobre en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.

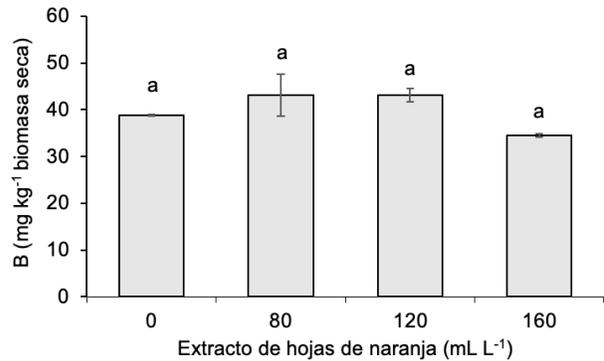


Nota: Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

La concentración de boro en hojas de lechuga no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado (Figura 7). De manera similar que la concentración de zinc (Figura 8).

Figura 7

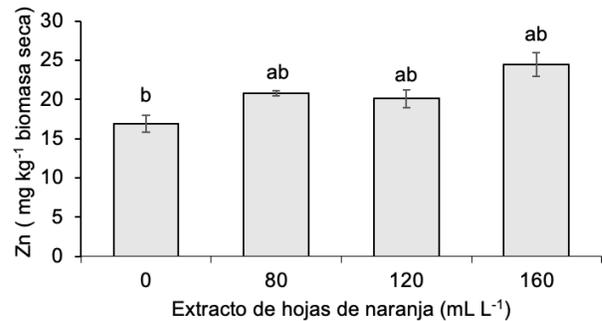
Concentración de boro en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.



Nota: Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

Figura 8

Concentración de zinc en hojas de lechuga, tratadas vía foliar con extracto de hojas de naranja.



Nota: Medias \pm SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan, $P \leq 0.05$).

IV. CONCLUSIONES

Las aspersiones de extracto de naranja a plantas de lechuga, no modificaron la altura de planta, y el número de hojas, así como la concentración de Cu, B y Zn en hojas. Por otro lado, su aplicación incrementó la concentración de N, P, Ca y Mg. Y redujo la concentración de K.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, N. (2004). Evaluación del cultivo de la lechuga, *Lactuca sativa* L. bajo condiciones hidropónicas en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. pp. 8,17,45.
- Córdova, R. (2005). Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero, en la Comuna de Calbuco, X Región. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. Chile. pp. 1.
- González Pérez, L. A., Zepeda López, A. (2013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. tipo gourmet ciclo primavera-verano. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria. San Luis Potosí, México. pp. 4,11-12.
- Gutiérrez, J. (2011). Producción hidropónica de lechuga con y sin recirculación de solución nutritiva. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Texcoco, México. pp. 2,20.
- Huang, W. Y. (2009). Factors Contributing to the Recent Increase in U.S. Fertilizer Prices, 2002-08. Agricultural Resources Situation and Outlook Number AR-33. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, DC. 21 pp.
- Mkindi, A. G., Tembo, Y. L., Mbega, E. R., Smith, A. K., Farrell, I. W., Ndakidemi, P. A., Belmain, S. R. (2020). Extracts of common pesticidal plants increase plant growth and yield in common bean plants. *Plants*, 9(2), 149.
- Osbourn, A. E., Qi, X., Townsend, B., Qin, B. (2003). Dissecting plant secondary metabolism—constitutive chemical defences in cereals. *New Phytologist*, 159(1): 101-108.
- Rincón L. (2001). Necesidades hídricas, absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización nitrogenada de la lechuga iceberg. Tesis doctoral. 211 pp.
- Rodríguez-González, Á., Álvarez-García, S., González-López, Ó., Da Silva, F., Casquero, P. A. (2019). Insecticidal properties of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon winterianus* against *Acanthoscelides obtectus*, insect pest of the common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Insects*, 10(5), 151.
- Saavedra, G. (2017). Manual de producción de lechuga, INIA. Santiago, Chile. pp. 26.
- Salazar, L. (2011). Identificación de razas de *Bremia lactucae* y caracterización de variedades de lechuga. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. México. pp. 6.
- Sharma, D., Jamra, G., Singh, U. M., Sood, S., Kumar, A. (2017). Calcium biofortification: three pronged molecular approaches for dissecting complex trait of calcium nutrition in finger millet (*Eleusine coracana*) for devising strategies of enrichment of food crops. *Frontiers in plant science*, 7, 2028.

EFECTOS DEL COMPOSTAJE SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CULTIVOS

¹Carlos Jorge Solis-Nequiz, karlosjorhe.toy@gmail.com

²Brian Alejandro Licona Salazar, brian_enano28@hotmail.com

³Edith Montes Hernández, edith.mh@ixtapaluca.tecnm.mx

⁴Ana Laura Carrera Marín, ana.cm@ixtapaluca.tecnm.mx

RESUMEN

El compostaje es comúnmente utilizado en el mundo de la agricultura para enriquecer el suelo utilizado para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, proporcionando una serie de micro y macro elementos necesarios en la fertilización, que permita obtener mayor productividad en el cultivo al momento de la cosecha. Algunos de los elementos más importantes en un buen desarrollo de la planta son: Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Cobre (Cu), Nitrógeno (N), Magnesio (Mg), Azufre (S), Zinc (Zn), Materia Orgánica (Humus), entre otros; estos en concentraciones apropiadas evitando exceder o disminuir dichas concentraciones para evitar un crecimiento atrofiado de los cultivos, es decir, un balance proporcionado de estos elementos disponibles que son aprovechables a través de la raíz, es por ello que éstas cantidades deben ser medidas constantemente para un mayor resultado antes, durante y después del uso del suelo para la producción de los cultivos necesarios en la cadena alimenticia, principalmente en la dieta de los mexicanos gracias a su amplia gastronomía.

ABSTRACT

Composting is commonly used in the world of agriculture to enrich the soil used for the growth and development of crops, providing a series of micro and macro elements needed for fertilization that allow greater productivity in the crop at the time of harvest. Some of the most important elements in a good development of the plant are: Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Copper (Cu), Nitrogen (N), Magnesium (Mg), Sulfur (S), Zinc (Zn), Organic Matter (Humus), among others; these in adequate concentrations to avoid exceeding or decreasing such concentrations to avoid delays in the growth of the crop, that is to say, a proportionate balance of these available elements that are usable through the root, that is why these quantities must be constantly measured for a better result before, during and after the use of the soil for the production of crops needed in the food chain, mainly in the diet of Mexicans thanks to its wide gastronomy.

PALABRAS CLAVE

Agricultura
Fertilización
Suelo

KEYWORDS

Agriculture
Soil
Fertilization

¹ Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca/ Estudiante.

² Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca/ Estudiante.

³ Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca/ Docente-Asesor.

⁴ Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca/ Docente-Asesor.



I INTRODUCCIÓN

La demanda alimenticia creciente, ha generado que a lo largo del tiempo el incremento en los costos de producción para la obtención alimentos frescos directamente desde el campo, lo que genera una problemática para satisfacer la demanda causada por vegetales como complemento en la dieta del ser humano, brindando la posibilidad de reducir la demanda mediante el uso y acondicionamiento de suelos agrícolas que puedan adaptarse en nuestros hogares; gracias a la pandemia ocasionada por el virus SARS-COV2 (COVID-19), las actividades diarias pasaron a llevarse a cabo dentro de nuestros hogares con la disponibilidad de mayor tiempo libre, dedicando parte de este tiempo a algunas actividades que mantengan ocupada nuestra mente, es decir, se acuden a realizar tareas que permitan mejor comodidad como la obtención de nuestros propios alimentos cosechados en casa.

El desarrollo de nuevas técnicas permite implementar estrategias para el crecimiento y desarrollo de cultivos y así hacer frente a la pandemia por la que está pasando todo el mundo, aunado a ello, el incremento de los precios causados por la demanda alimenticia y la disponibilidad de tiempo dentro de nuestros hogares, hace posible replicar técnicas de cultivo y así aprovechar los recursos disponibles como el uso de sustratos, evitando la compra de agroquímicos como fertilizantes químicos, plaguicidas, herbicidas y fungicidas, que además de dañar la salud del suelo, causan un riesgo directamente a la salud de la población, así mismo al medio ambiente, generando infertilidad de los suelos usados para el cultivo; es por ello que haciendo útil la implementación de sustratos de origen orgánico como tratamientos para un aporte nutricional de un suelo sano, se acude a una fase experimental utilizando tierra negra, aserrín, hoja de maíz, olote, gallinaza y borregaza como materia prima para su elaboración (además de reducir la contaminación generada por estos desechos de origen agrícola) los tratamientos pueden ser capaces de satisfacer la demanda alimenticia por vegetales en la obtención de productos frescos, libres de agroquímicos, en espacios relativamente pequeños. La utilización de abono orgánico, tiene como ventaja la conservación, restauración y mejoramiento de las características de los suelos, así como el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico de los mismos, además del restablecimiento de la flora microbiana. Esto se debe a que aporta

principalmente nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica (MO), lo que permite mantener el nivel óptimo de los suelos y preservar los ecosistemas (Delgado A. et al., 2018, p. 966). Ansorena (1994) define como sustrato “todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto un papel de soporte para la planta” (Garzón M., et al., 2005, p. 100).

Y así mismo, “conocer el efecto del compostaje en el crecimiento y desarrollo de cultivos, permite comprobar su impacto en la eficiencia nutricional disponible en el suelo para determinar la capacidad de satisfacer la demanda alimenticia por vegetales” (Solis-Nequiz C.J., 2021, p. 13). El desarrollo para la elaboración de compostaje a través de cuatro tratamientos deriva de la materia prima antes mencionada, la cual debe someterse a un proceso de secado antes de formar pilas donde serán degradadas por los microorganismos presentes en los sustratos hasta convertirse en compost. La obtención de muestras de suelo mediante la técnica de muestreo, permite su posterior análisis en el laboratorio a través de colorimetría y así determinar la disponibilidad de micro y macro elementos necesarios para el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos de Espinaca (*Spinaca oleracea*), Lechuga (*Lactuca sativa*), Rábano (*Raphanus sativus*) y Zanahoria (*Daucus carota*).

II. METODOLOGÍA

La investigación y el análisis de laboratorio para la base experimental, fueron realizados dentro de las instalaciones del Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca ubicado en la Carretera Coatepec, San Juan 7, Ixtapaluca, Estado de México. En el área de investigación de suelos agrícola; mediante la elaboración de compostas, siembra de cultivos, medición de crecimiento y desarrollo de los cultivos a través del tiempo y análisis químico mediante de colorimetría.

Elaboración de compostas

El acondicionamiento de los compostajes se realiza bajo condiciones ambientales, tomando en cuenta que la materia prima utilizada debe ser sometida a un proceso de secado, el compost está compuesto por materia seca propuesta por diferentes capas manteniendo una humedad necesaria para la manipulación de la materia prima (tierra negra, aserrín, gallinaza, borregaza, hoja de maíz, olote) y así mantener la composición en las cantidades deseadas previamente pesadas para la elaboración del compostaje. Para que la materia prima pueda descomponerse con mayor facilidad, se acude a la fragmentación en partes más pequeñas de fácil digestión para los microorganismos presentes en el compostaje, dando como resultado al final del período de descomposición un olor ca-

racterístico a tierra mojada causada por nematodos que son los responsables de esa particularidad, siendo digerida la materia prima casi en su totalidad debido a que permanece 7 días como mínimo para la digestión aerobia de los sustratos, desde el día 27 de Octubre de 2021 hasta el día 5 de Noviembre de 2021 y del 8 al 12 de Noviembre del mismo año.

Figura 1

Proceso de secado de la materia prima antes de la elaboración del compostaje.



Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las cantidades utilizadas para la elaboración de los tratamientos a partir del compostaje es:

Tabla 1

Cantidad de materia prima utilizada para la elaboración del compostaje

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (Kg)	PESO SUBTOTAL (Kg)	PORCIONES
Tierra Negra	95,805.00	19,161.00	5
Gallinaza	7,460.00	3,730.00	2
Borregaza	4,044.00	2,022.00	2
Acerrín	2,484.00	621.00	4
Hoja de Maíz	1,048.60	524.30	2
Olote	1,582.80	791.40	2

Los tratamientos elaborados a base del compostaje están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2

Cantidad en Kilogramos para la elaboración de los tratamientos.

TIPO DE SUELO (tratamiento)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Kg)
Control	Tierra Negra	19,161.00
Tratamiento 1	TN + G + A	23,512.00
Tratamiento 2	TN + G + A + HM + O	24,827.70
Tratamiento 3	TN + B + A	21,804.00
Tratamiento 4	TN + B + A + HM + O	23,119.70

Nota: El Control está conformado únicamente por tierra negra, el Tratamiento 1 está compuesto por tierra negra, gallinaza y aserrín, el Tratamiento 2 está compuesto por tierra negra, gallinaza, aserrín, hoja de maíz y olote, el Tratamiento 3 está compuesto por tierra negra, borregaza y aserrín, finalmente, el Tratamiento 4 está compuesto por tierra negra, borregaza, aserrín, hoja de maíz y olote.

Siembra de cultivos

Para la siembra de las semillas se considera la utilización de macetas de color negro con capacidad de 20 litros, donde se depositan de entre 2 a 3 semillas de los cultivos de espinaca; “pertenecen a la familia Chenopodiaceae y la especie se denomina *Spinaca oleracea* L., en la primera fase forma un roseta de hojas

de duración variable según las condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo” (Jiménez, et al, 2010, p. 16). De lechuga; “(*Lactuca sativa* L.) es una planta anual de la familia de las compuestas. La duración del cultivo suele ser entre 50 y 60 días para las variedades tempranas y de 70-80 días para las tardías” (Quintero, 1977, p. 2). De rábano y zanahoria; “es un cultivo de estación fresca y tolera un rango amplio de temperaturas, por lo que, su producción en algunas regiones es factible a lo largo del año” (Ernesto L. & Gaviola J., 2012, p. 48). Se tiene en cuenta que la espinaca tiene un período de crecimiento y desarrollo de 60 días, sembrado el día 5 de noviembre de 2021 y cosechado el día 3 de enero de 2022, la lechuga con un período de 65 días, sembrado el día 12 de noviembre de 2021 y cosechado el día 14 de enero de 2022, el rábano con un período de 42 días, sembrado el día 12 de noviembre de 2021 y cosechado el día 23 de diciembre del mismo año y para la zanahoria con un período de 90 días, sembrado el día 12 de noviembre y cosechado el día 3 de febrero de 2022, (siendo éste uno de los cultivos más largos en su crecimiento y desarrollo). Los cuatro cultivos son dispuestos en cada uno de los tratamientos de manera que, el cultivo de espinaca, lechuga, rábano y zanahoria están presentes en el control, en el tratamiento 1, tratamiento 2, tratamiento 3 y tratamiento 4, para dar inicio a la fase de experimentación en su crecimiento y desarrollo a través del tiempo.

Tabla 3

Elaboración del experimento 1 para la siembra y cosecha de Espinaca.

EXPERIMENTO N°1	DESCRIPCIÓN
FECHA INICIO-SIEMBRA	Viernes, 5 de noviembre de 2021
FECHA TÉRMINO-COSECHA	Lunes, 3 de enero de 2022 (Día - 60/60)
TIPO DE CULTIVO	Espinaca - (<i>Spinacaoleracea</i>)
CONTROL	Tierra Negra + Espinaca
TRATAMIENTO 1	Tierra + Gallinaza + Aserrín + Espinaca
TRATAMIENTO 2	Tierra + Gallinaza + Aserrín + Hoja + Olote + Espinaca
TRATAMIENTO 3	Tierra + Borregaza + Aserrín + Espinaca
TRATAMIENTO 4	Tierra + Borregaza + Aserrín Hoja + Olote + Espinaca

Nota: El experimento número 1, se realizó del mismo modo para los experimentos 2, 3 y 4 en la siembra de Lechuga, Rábano y Zanahoria.

Crecimiento y desarrollo de cultivos a través del tiempo

El crecimiento y desarrollo de los cultivos a través del tiempo, fueron medidos en base a 4 variables conocidas: número de brotes, número de folículos (hojas), color y tamaño en centímetros, durante un período de tiempo de 5 meses desde el día 20 de Octubre de 2021 hasta el día 7 de febrero de 2022, debido a que la zanahoria se desarrolla en 90 días, desde el momento de la siembra hasta la cosecha.

Tabla 4

Condiciones ideales para el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

TIPO DE CULTIVO	Espinaca	Lechuga	Rábano	Zanahoria
DÍAS DE CULTIVO	60	65	42	90
DÍAS DE GERMINACIÓN	8-12	5-10	4-6	12-15
DÍAS DE COSECHA	60-90	30-40	30	60-90
pH	6.0-7.0	6.0-7.0	5.5-6.5	5.8-7.0
pH IDEAL	6.6-7.3	6.6-7.3	3.5-6.5	6.6-7.3
PROFUNDIDAD DE SIEMBRA	3 cm	1 cm	2 cm	1 cm
SEPARACIÓN DE PLANTA	10 cm	25 cm	5 cm	8 cm
RIEGO SEMANAL	Dos veces	Dos veces	c/ dos días	c/ dos días
T ° MÁX	24 °C	30 °C	35 °C	20 °C
T ° MÍN	15 °C	-6 °C	5 °C	9 °C
h MÁX	100 cm	30 cm	100 cm	23 cm

Nota: Condiciones óptimas para los cultivos de Espinaca, Lechuga, Rábano y Zanahoria.

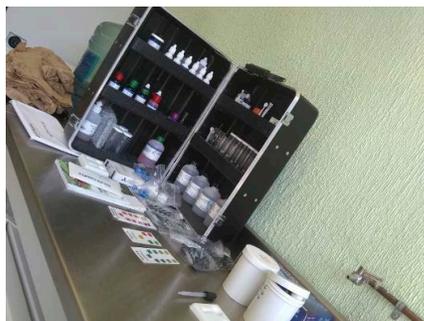
Análisis químico mediante de colorimetría

La obtención de las muestras de suelo para su posterior análisis en el laboratorio se toma en cuenta la técnica de muestreo de suelos, la cual, tiene como objetivo recolectar varias muestras de cada tratamiento para ser unificadas en una sola hasta obtener las respectivas muestras de los 5 tratamientos para su análisis. “El propósito del muestreo es adquirir información que ayude a determinar la presencia e identidad de los elementos presentes en el suelo” (Volke, et al, 2005, p. 2). “La muestra compuesta debe estar representada proporcionalmente por todas las submuestras, esto es, el volumen con que participa cada una de ellas debe ser el mismo. La muestra es eficiente, reduce el tiempo de trabajo y los costos” (Tah Luit, 1987, p. 1).

El análisis químico a través de colorimetría para las muestras de suelo se realiza en el laboratorio mediante el Kit de Análisis de Suelos LaMotte Mod. STH-14 (5040-01), y así determinar la cantidad de micro y macro elementos disponibles en el suelo, mediante 14 pruebas químicas de pH, Humus (materia orgánica), Cloro (Cloruro), Nitrato Nitrógeno, Potasio (K), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Sulfato (SO₄²⁻), Aluminio (Al), Hierro Férrico, Nitrito Nitrógeno, Nitrógeno Amoniacal y Manganeso (Mn).

Figura 2

Kit de Análisis de Suelos, LaMotte Mod. STH-14 (5040-01)



Nota: El Kit de análisis de suelos LaMotte, permite analizar las muestras de suelo a través de colorimetría obteniendo valores en Libras por Acre para su posterior interpretación en Kilogramos por Hectárea.

III. RESULTADOS O AVANCES

Con los resultados y avances obtenidos en la investigación se determina que la interpretación de resultados, a lo largo de la experimentación, existen cambios significativos en el desarrollo y crecimiento de los cultivos debido que las condiciones ambientales a las que estuvieron expuestos, el crecimiento fue atrofiado, las condiciones de temperatura y humedad superaron las óptimas para su desarrollo, registrando temperaturas de entre los 44°C y los 3°C con una humedad relativa del 96%, esto fue causa de la falta de la circulación de aire dentro del invernadero ubicado dentro de las instalaciones del Tecnológico, así como la calefacción y proyección de sombras que afectaron indirectamente el crecimiento de los cultivos, siendo difícilmente controlados.

a) Las condiciones del suelo (tratamientos) se monitorearon en función de su capacidad de retención de agua, siendo los más óptimos el tratamiento 3 y 4.

Figura 3

Monitoreo de la humedad disponible en el suelo (tratamientos).



Nota: El monitoreo se llevó a cabo en los 5 tratamientos con el uso de un sensor capaz de medir la humedad del suelo en rangos de 1 a 3 para un suelo seco, de 4 a 7 para un suelo húmedo y de 8 a 10 para un suelo muy húmedo.

b) El crecimiento de los cultivos a lo largo de la experimentación, se logra determinar que los tratamientos 1 y 2, fueron los más efectivos al tener mayor producción de planta, en comparación; el tratamiento 2 obtuvo mayor número de plantas que el tratamiento 1. La espinaca logró adaptarse con mayor facilidad, la lechuga se vio comprometida en el foto-período al ser la única de los 4 cultivos más afectada debido a las condiciones de las instalaciones al tener un menor número de plantas adaptadas, para el caso del rábano, logró una eficiencia mayor al tener un crecimiento favorable en función del número de plantas y finalmente la zanahoria tuvo un mayor número de brotes y un follaje extenso en comparación a los demás tratamientos.

c) Los resultados obtenidos en el laboratorio mediante el Kit de análisis de suelos LaMotte, se determinó que existe una gran asimilación de los nutrientes aportados por los sustratos en el compostaje antes y después de la cosecha, teniendo mayor asimilación para el Nitrito Nitrógeno, Fosforo y Potasio, además de un incremento de Aluminio por la falta de Calcio presente en el suelo, al tratarse de un suelo alcalino después de la cosecha los niveles de Aluminio se encuentran en combinaciones inertes que no afectan el crecimiento de las plantas, así mismo, se determinaron niveles más altos de Materia Orgánica (Humus) pos-cosecha.

d) En comparación a la investigación realizada por Delgado M, Mendoza K, González M., Tadeo J. y Martín J., (2018), en la Evaluación del Compostaje de Residuos Avícolas Empleando Diferentes Mezclas de Sustratos; la composición de los sustratos para el compostaje a pequeña escala existió una asimilación de los parámetros de pH, materia orgánica y humedad, dentro de los niveles de aceptación requeridos para los abonos orgánicos constituidos, total o parcialmente por residuos orgánicos biodegradables

IV. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos a lo largo de la investigación se puede afirmar que el uso de sustratos para la elaboración de compostas utilizando residuos orgánicos como el aserrín, la gallinaza, la borregaza, la hoja de maíz y el olote, se logran obtener abonos óptimos para los cultivos de espinaca, lechuga, rábano y zanahoria, siempre y cuando exista la posibilidad de controlar las condiciones ambientales para así evitar el crecimiento atrofiado de los cultivos considerando primordialmente el control de la temperatura y humedad, así como también de degradación de los sustratos para las compostas en períodos mayor a 7 días tomando en cuenta la humedad necesaria para su fácil degradación. De acuerdo a la observación a través del tiempo, se terminó que los tratamientos más efectivos para crecimiento y desarrollo de los cultivos está constituido por el tratamiento 1 compuesto por Tierra negra + Aserrín + Gallinaza y el tratamiento 2 compuesto por Tierra Negra + Aserrín + Gallinaza + Hoja de Maíz + Olote, dando como resultado mayor número de plantas y tamaño en centímetros, en comparación a los tratamientos 3 y 4, siendo menos efectivos para la producción de cultivos de espinaca, lechuga, rábano y zanahoria.

En función de los análisis obtenidos en el laboratorio, se confirma que los tratamientos 1 y 2 son más efectivos en la asimilación de los nutrientes disponibles aportados por los sustratos para la elaboración de las compostas, en función de una mejor producción durante su desarrollo y en la cosecha.

Para el caso de los tratamientos 3 y 4, se debe considerar la alta humedad que estos pueden retener, dando como lugar al crecimiento de hongos (causados por los residuos de estiércol de origen ovino y avícola), evitando regar con menor frecuencia que en los tratamientos 1 y 2 que resultan tener mayor drenaje y se deben regar con mayor frecuencia.

Replicar los suelos agrícola, resulta favorable, ya que se puede obtener una gran producción al momento de la cosecha, teniendo en cuenta que los espacios en nuestros hogares son menor que los suelos destinados para la agricultura, así mismo, el confinamiento por la pandemia causado por el virus SARS-COV-2 (COVID-19), permitió que la estadía en el invernadero dentro de la institución (Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca) fuera de un período de 2 horas 3 veces a la semana, generando así una alta humedad para el cultivo evitando una buena aireación para el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos, causando un crecimiento atrofiado y en la cosecha provocó que el porcentaje en peso fuere menor de lo esperado, ya que existió un gran número de plantas a lo largo de la experimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- B Delgado M., Mendoza K., González M., Tadeo J. y Martín J., (2018). Evaluación del Compostaje de Residuos Avícolas Empleando Diferentes Mezclas de Sustratos, Universidad Autónoma de Madrid, España. Página 966.
- Garzón G., Graciela; Montenegro R., Eliana P; López B., (2005). Uso de aserrín y acuícolas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus humboldtii* (roble), Colombia Forestal, vol. 9, número 18. Página 100.
- Solis-Nequiz C.J., (2021). Efectos del Compostaje sobre el Crecimiento y Desarrollo de Cultivos. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca. Página 13.
- Jiménez J., Arias A., Espinosa L., Fuentes L., Garzón C., Gil R., Niño N., Rodríguez M., (2010). El cultivo de la espinaca (*Spinaca oleracea* L.) y su manejo fitosanitario en Colombia, Universidad de Bogotá, Colombia. Página 16.
- Quintero J., (1977) La lechuga, Ministerio de Agricultura, Hojas Divulgadoras, Núm. 10/77 HD. Página 2.
- Ernesto L. & Gaviola J., (2012). Manual de producción de Zanahoria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Página 48.
- Volke T., Velasco J.A., De la Rosa D., (2005). Suelo contaminado por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Instituto Nacional de Ecología. Dra. Montes E., Práctica 4. Procedimiento para la obtención de una muestra representativa de suelo. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca. Página 2.
- Tah Luit J.F., (1987). El análisis químico de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Dra. Montes E., Práctica 4. Procedimiento para la obtención de una Muestra representativa de suelo. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca. Página 1.
- Kit de Análisis de Suelos. LaMotte Model STH Series. Mod. STH-14 (5040-01), Combination Soil Outfit, Instruction Manual. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca. Páginas 7-25.
- Delgado M., Mendoza K., González M., Tadeo J. y Martín J., (2018). Evaluación del Compostaje de Residuos Avícolas Empleando Diferentes Mezclas de Sustratos, Universidad Autónoma de Madrid, España. Página 967.

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DEL ALMIDÓN “MANIHOT”

¹Natalia Eugenia Sánchez Chi, 20470324@campeche.tecnm.mx

²Katherine Anielka May Colli, 21470133@campeche.tecnm.mx

³Bernardo Abisai Hernández Uc, 21470338@campeche.tecnm.mx

⁴Daniela Arceo Camara, daniela.ac@campeche.tecnm.mx

⁵Gabriela Guadalupe Huitz Chan, gabriela.h@campeche.tecnm.mx

RESUMEN

El bioplástico es una alternativa “verde” y sostenible a los plásticos tradicionales. Al igual que el plástico, el bioplástico está formado de polímeros; sin embargo, estos polímeros no son derivados del petróleo, sino de recursos vegetales (renovables), como el almidón y la celulosa de las plantas. Esto permite que los hongos, las bacterias y ciertas algas puedan descomponer los polímeros de manera rápida y su tiempo de vida en el planeta sea más corto. El presente trabajo tuvo como objetivo la obtención de un bioplástico a partir del Almidón de la “Yuca” (Manihot), y la evaluación de las propiedades físicas y químicas del Manihot, como materia prima para la producción de bioplásticos. Para esto se utilizaron los tubérculos de Manihot, los cuales pasaron por dos fases para poder producir el bioplástico, caracterizando el almidón obtenido por técnicas volumétricas. Los resultados obtenidos indican que el Manihot, puede ser una alternativa de materia prima para la producción de bioplásticos y una solución para disminuir la contaminación generada por el uso excesivo de plásticos.

ABSTRACT

Bioplastic is a “green” and sustainable alternative to traditional plastics. Like plastic, bioplastic is made of polymers; however, these polymers are not derived from petroleum, but from plants (renewable) resource, such as starch and cellulose from plants. This allows fungi, bacteria and certain algae to break down the polymers quickly and have a shorter lifespan on the planet. The purpose of this project is to obtain a bioplastic from the “Yucca” starch (Manihot). The evaluation of the physical and chemical properties of Manihot, as a raw material for the production of bioplastics. For this, Manihot tubers were used, which went through two phases to be able to produce the bioplastic, characterizing the starch obtained by volumetric techniques. The results obtained indicates that Manihot can be an alternative raw material for the production of bioplastics and a solution to reduce the pollution generated by the excessive use of plastics.

PALABRAS CLAVE

Fertilización
Ozono
Tomate

KEYWORDS

Fertilization
Ozone
Tomato

1 Tec.NM / Instituto Tecnológico de Campeche / Estudiante.

2 Tec.NM / Instituto Tecnológico de Campeche / Estudiante.

3 Tec.NM / Instituto Tecnológico de Campeche / Estudiante.

4 Tec.NM / Instituto Tecnológico de Campeche / Docente

5 Tec.NM / Instituto Tecnológico de Campeche / Docente



I. INTRODUCCIÓN

El uso del plástico se inició a mediados del siglo XX, su bajo costo y fácil producción ha generado un problema de contaminación ambiental, tomando en cuenta la longevidad de estos productos y su origen no renovable, son considerados ahora como una de las principales fuentes de contaminación (Charro 2015).

Una alternativa, es el reciclaje de los plásticos convencionales, sin embargo, muchos empaques de plásticos no pueden reciclarse fácilmente debido a que están contaminados con alimentos y tintas, así que es necesario limpiarlos previamente lo cual resulta costoso. Teniendo en cuenta los inconvenientes ambientales que causan los materiales obtenidos de fuentes fósiles, por las dificultades que acarrea su disposición final, se ha estimulado la investigación para el desarrollo de nuevos materiales y métodos de producción que permitan generar biopolímeros plastificados que sean biodegradables provenientes de fuentes naturales renovables, y que presenten las mismas propiedades pero que tengan un periodo de degradación más corto, estos son los llamados “bioplásticos”, materiales amigables con el medio ambiente cuyos procesos de producción no son tóxicos y permiten aprovechar los desechos (Viviescas, et al 2021). Como menciona Pertuz (2021), los bioplásticos han llegado como una solución para ayudar a reducir tanto las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) como el calentamiento global que se ha convertido en una seria preocupación para la sociedad general. Mientras que la producción de plásticos comunes requiere una introducción neta de carbono en la ecósfera, el CO₂ liberado por los bioplásticos originalmente provienen de la biomasa, por lo tanto, es potencialmente de carbono neutral en su ciclo de vida. El mayor foco se ha centrado en el uso del almidón como materia prima, debido a su disponibilidad, sus antecedentes como parte de plásticos compostables, y a que es económicamente competitivo con el petróleo; sin embargo, al no utilizar el petróleo como materia prima genera impactos significativos positivos en la reducción de emisiones de gases que contaminan la atmósfera como el CO₂ y partículas en suspensión, es decir, reduce la huella de carbono y la cantidad de basura acumulada al descomponerse y/o biodegradarse. Este material tiene las mismas propiedades físicas que los plásticos tradicionales y puede usarse en cualquier tipo de producto.

Con el presente trabajo se generó un bioplástico a partir de la yuca “Manihot”, el cual es una especie endémica de la región, que puede degradarse en semanas o meses, pero que con los plastificantes y conservadores adecuados se puede llegar a tener la misma resistencia y rigidez del plástico normal (Ossa 2016).

A nivel mundial, regional y local existen trabajos sobre la obtención de biopolímeros a partir de fuentes renovables tanto animales como vegetales, de las cuales se extraen almidón, celulosa, gluten, caseína, colágeno y quitosano (Francisco, et al 2021).

- En la Universidad Carlos III de Madrid, en el Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química, se ha estudiado la síntesis de un polímero termoplástico biodegradable basado en almidón de patata y diversos plastificantes que se conoce comúnmente con el nombre de TPS
- En la Universidad del Cauca, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, del Departamento de Agroindustria, se ha estudiado el entendimiento de los conceptos detrás del término almidón termoplástico (TPS), para facilitar el desarrollo de productos biodegradables.

A partir de estos antecedentes, surgió la inquietud de obtener una película de bioplástico a partir del almidón de yuca (Manihot), debido a que este es un biopolímero abundante y de bajo costo, cuya estructura permite la obtención de este biomaterial con bajas propiedades, que bien pueden ser mejoradas con plastificantes y algún conservador.

Polímeros.

El plástico es un polímero que se caracteriza por poseer propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlo y adaptarlo a diferentes formas y aplicaciones por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo: la celulosa, la cera y el caucho natural (hule) o sintéticas, como el polietileno y el nylon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de bolitas, polvo o disolución que finalmente terminan en productos sólidos (Silva, et al 2009).

Biopolímero

Un biopolímero es un polímero de origen natural que puede ser sintetizado por microorganismos u obtenido directamente de fuentes animales o plantas, básicamente se generan de recursos renovables.

Estos biopolímeros pueden ser asimilados por varias especies (biodegradables) y no tienen efectos tóxicos en el hospedero (biocompatibles) dándoles una gran ventaja con respecto a los polímeros tradicionales.

Los bioplásticos se definen como plásticos que son biobasados, biodegradables, o que reúnen ambas características.

La biodegradación es una forma de degradación, es decir, es la descomposición de un plástico por cualquier causa que altere sus propiedades físicas, químicas y/o mecánicas. Por lo tanto, se define biodegradación como la descomposición de un compuesto químico orgánico por microorganismos en presencia de oxígeno para dar dióxido de carbono, agua, sales minerales de cualquier otro elemento presente (mineralización) y nueva biomasa; o bien en ausencia de oxígeno para dar dióxido de carbono, metano, sales minerales y nueva biomasa.

II. METODOLOGÍA

La muestra de Manihot (raíces) se recolectó en la Ciudad de San Francisco de Campeche (México) entre los meses de febrero y marzo del 2021 y se transportó al laboratorio para eliminar cualquier impureza.

La metodología desarrollada en este estudio está basada en el método experimental, la cual tiene como objetivo estudiar las relaciones de causalidad entre las variables, basándose en la manipulación de una o varias de esas variables (variables independientes).

Se determinó el peso promedio de los tubérculos procesando una submuestra de 507.726gr; los cuales se lavaron con agua corriente y se secaron con papel higiénico.

La elaboración del bioplástico con la Yuca (Manihot) es un proceso que consta de dos etapas:

La primera etapa consistió en la extracción del almidón de la yuca (Manihot), por lo que se procedió a la maceración del material biológico (tubérculo de 507.726) con agua destilada y después se llevó a cabo el filtrado, utilizando el papel filtro Whatman No. 4. Obteniendo un residuo de grumos gruesos, los cuales se comprimieron hasta obtener la mayor cantidad de líquido, los grumos restantes se licuaron y se filtraron una vez más. Los extractos obtenidos y filtrados se concentraron en el equipo de decantación a temperatura ambiente, dejándose reposar aproximadamente 4 horas, para eliminar el agua superficial.

Posteriormente el almidón húmedo se colocó en una capsula de porcelana, la cual se llevó a una estufa de secado para eliminar la totalidad del agua a una temperatura de 45°C a 50°C por 24 horas, se realiza a esta temperatura para evitar la degradación térmica del almidón. Al cabo de las 24 horas, se recuperó el almidón seco (polvo), se pesó y se obtuvo 14.340 g.

La segunda etapa fue la elaboración del bioplástico con el almidón de yuca, el cual consistió en realizar una biopelícula.

Para la formación de la biopelícula se mezcló en un vaso de precipitado de 250 ml almidón (16 g de C₆H₁₀O₅), agua destilada (80 ml de), glicerol (6 ml de C₃H₈O₃) y de ácido clorhídrico 0.5 M (2 ml HCl), los ingredientes anteriores se agitaron hasta lograr una mezcla homogénea. Posteriormente, se agregó gota a gota hidróxido de sodio 0.5 M (NaOH) hasta neutralizar la mezcla, una vez neutralizada se le añadió bisulfito de sodio (2.4 ml de Na₂S₂O₅) como conservador y se agitó.

La mezcla anterior se colocó en una parrilla de calentamiento, con la ayuda de una varilla de vidrio se agitó hasta obtener una mezcla con una textura similar a la del engrudo, una vez que tuvo esa consistencia (textura) se retiró del calor. Todos los reactivos químicos empleados en este trabajo fueron grado analítico.

Posteriormente, al bioplástico obtenido se le realizaron ensayos fisicoquímicos cuantitativos y cualitativos de sus principales propiedades:

- 1.- Ensayo de combustión:
- 2.- Ensayo de flexibilidad
- 3.- Ensayo de solubilidad en acetona y agua
- 4.- Ensayo de resistencia al agua

III. RESULTADOS

Extracción del almidón

Se realizó la extracción del almidón con una materia prima inicial y la recuperación del almidón final como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
Métodos de extracción de almidón.

	(Yuca) Sin Fibra	(Yuca) Con Fibra
Materia prima	507.726 g	553.289 g
Almidón	14.340 g	7.638 g
% de almidón	2.82	1.38

Se encontró que definitivamente la yuca es una materia prima que se puede utilizar para la extracción del almidón; sin embargo haciendo una comparación con la extracción del almidón en la papa, la cantidad de yuca que se necesita es más que la de la papa ya que la yuca es un 60% fibra y un 40% almidón y la papa es un 90% almidón y un 10% de fibra, es por esto que se eligió y se utilizó el método de la licuadora pues la extracción es mayor mientras que el otro método de utilizar la fibra de yuca aunque tenemos más materia prima se obtiene menos almidón (Figura 1 y 2)

Figura 1

Almidón por el método de Licuadora.



Figura 2

Almidón antes del secado.



Pruebas preliminares de biopelículas con la yuca.

Se elaboraron 3 pruebas preliminares con la yuca para determinar la concentración de almidón, glicerol, HCl 0.5 M, agua destilada y del bisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Debido a que no secaban las biopelículas se utilizaron diferentes tipos de moldes para lograr el secado y el desprendimiento de las biopelículas obtenidas. La primera se elaboró con 4 g de almidón de yuca, 2 mL de glicerol, 0.5 mL de HCl 0.5 M, 20 mL de agua destilada y 0.4 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, se colocó en lámina de metal (molde), en un secador casero con una temperatura a 41°C por 48 horas.

Pasadas las 48 horas se retiró la biopelícula, por el molde que se utilizó fue difícil retirarla y finalmente salió sin forma, rota, transparente y flexible. Por la característica de flexibilidad que tuvo la primera muestra variamos el glicerol en las siguientes 2 pruebas.

La segunda se elaboró con 2 g de almidón de yuca, 1.5 mL de glicerol, 0.25 mL de HCl 0.5 M, 10 mL de agua destilada y 0.2 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, se colocó en papel encerado, en un horno a 45°C por 24 horas. Pasadas las 24 horas la biopelícula obtenida estaba totalmente seca, redonda y flexible pero no se pudo retirar del papel encerado debido a que se había adherido.

Y la tercera se elaboró con 16 g de almidón de yuca, 6 mL de glicerol, 2 mL de HCl 0.5 M, 80 mL de agua destilada, 1.6 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y 8 g de fibra, esta se colocó en un recipiente de metal, en un horno a 45°C por 24 horas. Pasadas las 24 horas la biopelícula obtenida estaba totalmente seca, delgada, flexible. De acuerdo con el resultado que se obtuvo en la tercera prueba se encontró que las concentraciones para realizar una biopelícula sin fibra de yuca son: por cada 4 g de almidón se requieren 1.5 mL de glicerol, 0.5 mL de HCl 0.5 M, 20 mL de agua destilada y 1.6 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

Y las concentraciones para elaborar un bioplástico con fibra de yuca son: por cada 4 g de almidón son necesarios 1.5 mL de glicerol, 0.5 mL de HCl 0.5 M, 20 mL de agua destilada, 1.6 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y 2 g de fibra.

Se elaboraron dos biopelículas la primera con fibra y la segunda sin fibra con las siguientes concentraciones (figura 3 y 4):

- La primera se preparó con 16 g de almidón, 6 mL de glicerol, 2 mL de HCl 0.5 M, 80 mL de agua destilada y 1.6 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

- La segunda se preparó con 16 g de almidón, 6 mL de glicerol, 2 mL de HCl 0.5 M, 80 mL de agua destilada, 2.4 mL de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y 8 g de fibra.

Figura 3

Biopelícula sin fibra.

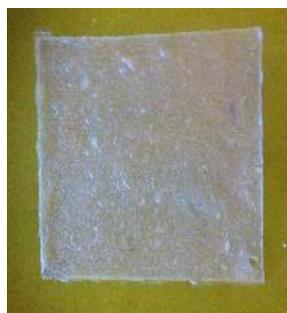


Figura 4

Biopelícula con fibra.



Las dimensiones de la biopelícula sin fibra fueron de 20.3 cm x 10 cm y 1.2 mm de espesor y las de la biopelícula con fibra de 15.5 cm x 15.5 cm y 1 mm de espesor (Figura 3 y 4).

Se tomaron pruebas de las dos biopelículas para realizar pruebas de combustión, flexión, solubilidad en acetona y agua, permanencia de color, fusión, resistencia al agua, los resultados obtenidos y las comparaciones con los tipos de plásticos se muestra a continuación:

1.- Ensayo de combustión.

Las dos biopelículas tuvieron las mismas características en el ensayo de combustión, siendo las mismas similares con los plásticos con los cuáles se compararon excepto el PVC, PA-6 y PC, pero tiene más características similares a los plásticos PEAD, PEBD y PET (Tabla 2).

Tabla 2

Tabla de resultados del ensayo de combustión

Tipo de plástico	Cantidad y color de humo	Color de la llama	Combustibilidad	Tipo de fusión	pH del humo	Olor
Bioplástico sin fibra	Poco blanco	Anaranjado	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Se carboniza	Neutro	Dulzón
Bioplástico con fibra	Poco blanco	Anaranjado	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Se carboniza	Neutro	Dulzón
PEAD	Muy poco blanco	Amarilla, centro azul	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Funde rápido y gotea	Neutro	Vela recién apagada
PEBD	Muy poco blanco	Amarilla, centro azul	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Funde rápido y gotea	Neutro	Vela recién apagada
PP	Sin humo	Amarilla, centro azul	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Funde rápido y gotea	Neutro	Intenso a vela recién apagada
PVC	Bastante blancuzco	Contorno verde	Llama auto extingible	Se ablanda	Acido	Intenso, asfixiante
PS	Negro	Amarilla	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Se vuelve pastoso	Neutro	Gas natural
PA-6	Muy poco blanco	Azulada	Se auto extingue, arde mal	Pocas gotas	Básico	Pelo quemado
POM	Poco humo	Azulada	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Gotea	Neutro	Formol
PET	Humo negro	Amarillo-anaranjado	Continua ardiendo tras quitar el mechero	Gotea	Acido	Dulzón
PC	Negro	Amarilla	Auto extingible con el tiempo	Funde	Acido débil	Papel quemado

2.- Ensayo de flexión.

Las dos biopelículas tuvieron características de casi todos los tipos de plásticos excepto del PP, POM y PET, pero tiene más características similares a PEAD, el nivel de esfuerzo aplicado para las dos fue alto, a pesar de eso se obtuvo una recuperación completa, las dos tuvieron un comportamiento elástico y la única diferencia es que la biopelícula con fibra no se rompió y la biopelícula sin fibra si hubo una rotura, pero después del doblez 48 (tabla 3).

Tabla 3

De resultados del ensayo de flexibilidad

Tipo de plástico	Flexión		Flexión y Doblatura	Rotura	
	Nivel de esfuerzo	Estado final de la probeta		Rotura en la flexión número	Estado final de la probeta
Bioplástico sin fibra	Alto	Recuperación completa	Recuperación completa	23-48	Doblatura deformada. Comportamiento elástico
Bioplástico con fibra	Alto	Recuperación completa	Recuperación completa	No se rompió	No se deforma
PEAD	Bajo	Recuperación completa	Recuperación grande, $\alpha = 135^\circ$		Doblatura deformada. Comportamiento elástico
PEBD	Bajo	Recuperación casi completa	Zona emblanquecida en 3 mm, $\alpha = 90^\circ$		Deformación grande. Pérdida de espesor
PP	Medio	Recuperación casi completa	Zona emblanquecida,		Zona emblanquecida y pérdida de espesor
PVC	Bajo	Recuperación completa	Recuperación completa		No se deforma
PS	Alto	Rotura antes de tocar extremos		1	
PA-6	Alto	Recuperación completa	Recuperación grande, $\alpha = 135^\circ$		Doblatura casi sin deformación
POM	Alto	Recuperación casi completa	Requiere un gran esfuerzo, $\alpha = 90^\circ$	4-10	Zona ligeramente emblanquecida
PET	Bajo	Recuperación casi completa	Casi plegado, $\alpha = 30^\circ$	30-50	Doblatura, pérdida de espesor
PC	Alto	Recuperación casi completa		4-5	No cambia de color
RF	Alto	Rotura antes de tocar extremos		1	Zona emblanquecida

3.- Ensayo de solubilidad en acetona y agua.

Figura 5

Biopelícula en acetona



Figura 6

Biopelícula en agua



La biopelícula sin fibra no es soluble en acetona ni en agua, únicamente presento hinchamiento siendo mayor en agua (figuras 5 y 6). La biopelícula con fibra presenta flotación en agua y acetona, son solubles en ambas sustancias, pero la velocidad de solubilidad en agua es mayor que en la acetona, no presento hinchamiento (figura 7 y 8).

Figura 5

Biopelícula en acetona



Figura 6

Biopelícula en agua



4.- Ensayo de resistencia al agua

El bioplástico con fibra tuvo una diferencia de 0.76 g e incremento 1 cm a su medida, el bioplástico sin fibra tuvo una diferencia de 0.751 g e incremento 0.5 cm a su medida (Tabla 4). Esto quiere decir que por 0.009 g es más resistente al agua el bioplástico sin fibra (figura 9 y 10).

Figura 9

Bioplástico sin fibra



Figura 10

Bioplástico con fibra



Tabla 4

Tabla de resultados del ensayo de resistencia al agua.

Tipo de Bioplástico	Medida inicial	Peso inicial	Medida final	Peso final
Bioplástico con fibra	8 cm x 5 cm	2.692 g	9 cm x 6 cm	3.452 g
Bioplástico sin fibra	3.5 cm x 7 cm	2.305 g	4 cm x 7.5 cm	3.056 g

IV. CONCLUSIONES

La yuca puede ser utilizada para la obtención de almidón, sin embargo, la cantidad obtenida por el método de la licuadora (Flores-Gorosquera, 2004), es muy baja (14.340 g); con respecto a la cantidad de materia prima (507.726 g), lo cual nos indica que es necesario revisar o buscar otro proceso de obtención de almidón para lograr una mayor eficiencia.

Una vez que se obtiene el almidón también se obtiene la fibra como desecho; por lo que es recomendable también elaborar plásticos biodegradables con fibra.

El almidón que se obtiene de la yuca puede ser utilizado para la obtención de plásticos biodegradables junto con la cantidad adecuada de glicerol, las formulaciones que presentan gran cantidad de almidón y baja cantidad de glicerol tienden a fracturarse y presentan dificultad para obtenerse enteras.

Para el secado de las biopelículas se recomienda utilizar un molde plano de metal para facilitar el secado por ambos lados y mantener una temperatura constante de 41°C a 50°C por 24 horas para evitar que se quemé y al momento de retirar la película no salga completa.

En la prueba de combustión las dos biopelículas tienen las características similares a 3 tipos de plásticos: PEAD, PEBD y PET, como también en permanencia de color tienen cuando menos 2 meses y no se ha observado ningún cambio.

En la prueba de flexión las dos biopelículas tienen las características similares al plástico PEAD, la biopelícula con fibra después de 100 dobleces no presentó ninguna rotura sin embargo la biopelícula sin fibra tarda 269 dobleces en romperse, aquí la importancia del uso del glicerol (Espinoza, et al 2019).

Respecto a la prueba de solubilidad la biopelícula sin fibra no es soluble y la biopelícula con fibra es soluble en tan poco tiempo.

En las pruebas de fusión y resistencia al agua la biopelícula sin fibra es más resistente, pero en densidad es más densa la biopelícula con fibra.

Debido a que la biopelícula sin fibra tiene características similares al tipo de plástico PEAD, no es soluble en agua, es resistente al agua y flexible podemos utilizarlo para la fabricación de botellas y envolturas para cubrir alimentos.

La biopelícula con fibra a pesar de ser soluble nos permite determinar una aplicación como hacer cubiertas comestibles o como recubrimientos de pastillas.

El objetivo del presente trabajo fue obtener un bioplástico degradable a partir de una especie vegetal endémica de la región la yuca (Manihot) y los datos obtenidos demuestran que es posible obtener un bioplástico degradable y la adición del bisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) como conservador ayuda a que la degradación se retrase más de 2 meses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- J., & S. T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO .
- Charro Espinosa, M. M. (2015). Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Tesis de Licenciatura
- Collantes Doyague, M. (2019). Evaluación del efecto de agentes inhibidores en la producción de poliésteres empleando *Cupriavidus Necator*.
- Espinoza Arroyo, F. H., & Puglisevich Ruiz, D. C. (2019). Influencia del porcentaje de glicerol sobre la resistencia y deformación en tracción de plásticos biodegradables a base de almidón del tubérculo *Manihot esculenta crantz*.
- Flores-Gorosquera, E., García-Suárez, F.J., Flores-Huicochea, E., Núñez-Santiago, M. C., González-Soto, R. A., & Bello-Pérez, L. A. (2004). Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*). Estudio en planta piloto. *Acta Científica Venezolana*, 55(1), 86-90.
- Francisco Ponce, B. A., Vidal Silva, I. M., Maldonado Astudillo, Y. I., Jiménez Hernández, J., Flores Casamayor, V., Arámbula Villa, G., & Salazar, R. (2021). Efecto de la adición de subproductos agroindustriales en las propiedades físicas de un bioplástico almidón-gelatina. *Biocencia*, 23(1), 52-61.
- Silva, M. L. H., & Martínez, B. G. (2009). Biopolímeros empleados en la fabricación de envases para alimentos. *Publicaciones e investigación*, 3, 103-129.
- Ossa Peick, D. (2016). Evaluación de variedades de almidón de yuca para su plastificación.
- Pertuz, A., & Guevara, R. M. B. (2021). Alternativa Verde: Bioplásticos Elaborados Con Biopolímeros De Origen Renovable—Revisión. *Documentos de Trabajo ECBTI*, 2(1).
- Viviescas, A. X. G., & Sacristán, Y. A. M. (2021). Una propuesta de aula desde los ODS: los bioplástico desde una perspectiva CTSA. *Biografía*, 14(27).

RELACIÓN DEL OZONO COMO BIOESTIMULANTE EN EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

1 Luis Ramon Castillo Mata, m14790120@vguadiana.tecnm.mx, Estudiante.
2 M.C. Oscar Gilberto Alaniz Villanueva, oscar.av@vguadiana.tecnm.mx, Asesor.
3 Dra. Merit Cisneros González, merit.cg@vguadiana.tecnm.mx, Asesor.
4TECNM Posgrado en Ingeniería ITD-ITVG.

RESUMEN

A nivel mundial la producción del tomate, basada en datos estadísticos del 2019 se incrementó a 211,021,843 toneladas. China ocupa el primer lugar en producción mundial, como segundo lugar está la India y en tercer lugar está Estados Unidos.

Se determinó las dosis óptimas de ozono y se evaluó su efecto nutricional en el cultivo de tomate en el sitio experimental: Invernadero en el Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana logrando un buen manejo técnico para así comparar el desarrollo de la planta de tomate con dos tratamientos diferentes y conocer su mejor rendimiento.

PALABRAS CLAVE

Caribe
Degradación
Diversidad
Estratos

ABSTRACT

Worldwide, tomato production, based on statistical data from 2019, increased to 211,021,843 tons. China ranks first in world production, followed by India in second place and the United States in third place. The optimal doses of ozone were determined and its nutritional effect on tomato cultivation was evaluated at the experimental site: Greenhouse at the Valle del Guadiana Technological Institute, achieving good technical management in order to compare the development of the tomato plant with two treatments. different and know their best performance.

KEYWORDS

Caribbean
Degradation
Diversity
Strata

1 Instituto Tecnológico Superior de Chetumal/Estudiante
2,3,4,5 Instituto Tecnológico Superior de Chetumal/Docente



I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate o también conocido como jitomate (*Solanum lycopersicum*) es de considerable interés ya que tiene una fuerte demanda por los consumidores en el mercado local, nacional y extranjero, por lo que se posiciona dentro de los cultivos de mayor impacto en el país. El incremento de producción en los ciclos agrícolas se basa especialmente en el mayor rendimiento obtenido y en el mínimo impacto al aumento de la superficie cultivada (Bidwell R.G.S, 1990, pág. 38). A nivel mundial la producción del tomate, basada en datos estadísticos del 2019 se incrementó a 211,021,843 toneladas. China produce 50,125,055 toneladas que es equivalente al 27.75% ocupando el primer lugar en producción mundial. En segundo lugar, está la India, con una producción de 17,500,000 toneladas lo cual equivale a un 8.29% del total y, en tercer lugar, está Estados Unidos con 13,206,950 toneladas que representa el 6.26% de la producción mundial. México tiene el décimo lugar produciendo 3,433,567 toneladas siendo el 1.63% de la producción total de tomate.

El Estado de Durango produce alrededor de 49,206 toneladas anuales, ocupando el tercer lugar en productos de exportación en el país. El tomate es el cultivo más exportado por México con 1.5 millones de toneladas anuales que equivale al 50% de la producción del país. ((FAO), 2019) Las plantas han generado a lo largo de su historia grandes enemigos en forma de insectos, arañas, hongos, virus y bacterias. Entre las principales plagas de tomate se encuentran: Araña roja (*Tetranychus* spp), Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Trips (*Frankliniella occidentalis*), etc.

Existen muchas enfermedades como lo son: Mildiu (*Phytophthora infestans*), Oidio (*Leveillula taurica*), marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*), etc. (Mula, 2021). Esto se soluciona con agroquímicos los cuales son dañinos para la salud y el medio ambiente.

Una alternativa ante esta problemática es el uso de ozono (O₃) en el cultivo de tomate, ya que éste transforma el agua en un desinfectante poderoso sin dañar el suelo. El sistema de riego mediante agua ozonizada se basa principalmente en la descomposición del ozono en oxígeno que llega hasta la raíz eliminando bacterias, virus, hongos, entre otros microorganismos, así generando un mejor desarrollo en la planta y reduciendo costos en aditivos (abonos, insecticidas), obteniendo una gran cosecha mucho más voluminosa y con una gran calidad del producto (Galindo, 2019).

Por tal motivo el objetivo de este trabajo es la validación de prototipo de producción de ozono y su efecto de bioestimulante en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

II. METODOLOGÍA

El sitio experimental se encuentra en el área de invernaderos del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, ubicado en la carretera Durango-México km 22.5 en el Ejido Villa Montemorelos, Durango. Se realizó la preparación del área de cultivo (Preparación de camas de 1x45x15, instalación del sistema de riego por goteo, acolchado negro plateado y llenado de bolsas de 45x45 tipo vivero con bagazo de destilería de mezcal. Posteriormente se realizó el trasplante de tomate variedad (Benedetti) la cual se realizó el día 5 de abril del año en curso.

El manejo técnico del cultivo consistió en el deshoje de la planta (consiste en el retiro de las hojas inferiores), conforme los primeros racimos comienzan a madurar, esta actividad se realiza hasta el ciclo del cultivo. El deschuponado se realiza al salir los brotes entre las axilas de las hojas, es importante retirarlos ya que estos ocupan importantes nutrientes de la planta, dejando la formación a doble tallo; la polinización se realizó de manera natural mediante tanto de insectos como del viento. La fertilización se llevó a cabo con equipo de aspersión de capacidad de 10 litros cada tercer día, aplicando Biocomplet® y Nitrobac® al 50%, en la misma dosis, se aplica Té de compost + Ozono cada 8 días de manera foliar (0.90 - 0.98 partes por millón). Cabe recalcar que la ozonificación se realizó de forma directa con un ozonificador conectado a la red eléctrica durante 10 diez minutos, logrando ozonificar el 50% de la dosis a aplicar y el otro 50% es cubierto por Té de compost.

Las variables de respuesta fueron, diámetro del tallo de la planta, altura de la planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso de fruto, grados brix y químico proximal.

Se llevó un constante monitoreo del cultivo para evitar la presencia de plagas y de enfermedades.

III. RESULTADOS O AVANCES

Análisis descriptivo e inferencial en los datos obtenidos en tomate en invernadero en el Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. En la figura 1 se observa la base de datos y variables a medir.

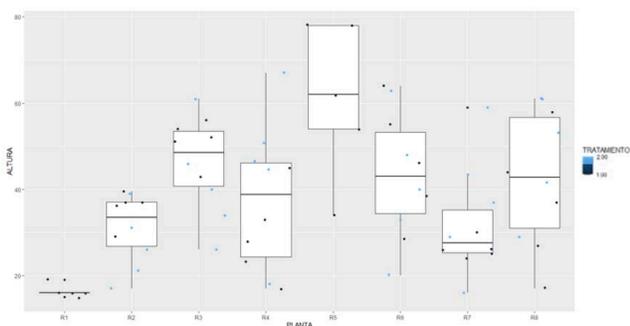
Figura 1

Se observa la base de datos y variables a medir.

	(Yuca) Sin Fibra	(Yuca) Con Fibra
Materia prima	507.726 g	553.289 g
Almidón	14.340 g	7.638 g
% de almidón	2.82	1.38

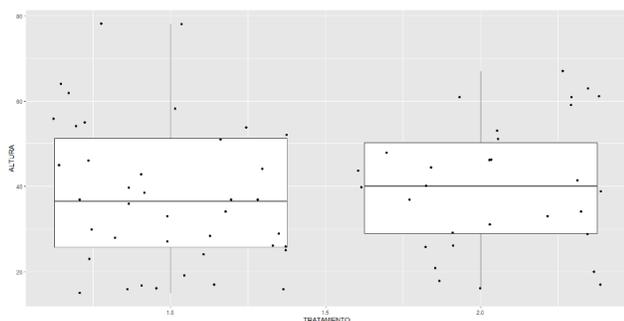
Figura 2

Se muestra en la figura 2 que en R5 entre más larga está la caja existe más varianza.



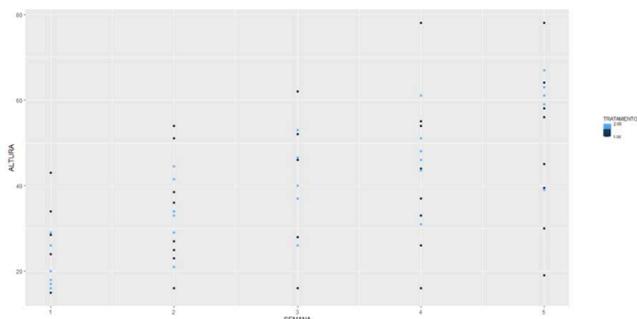
En la figura 3 se puede observar que no hay diferencia entre los dos tipos de tratamientos, no existe diferencia significativa.

Figura 3



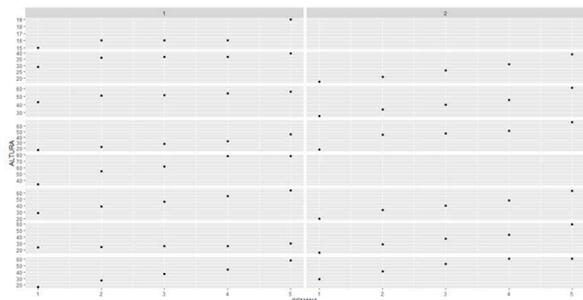
Se aprecia en la figura 4 el crecimiento de la planta según su tratamiento.

Figura 4.



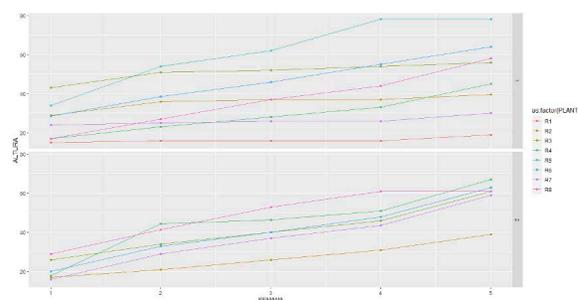
En el tratamiento 1 el crecimiento era muy lento como se observa en la figura 5, que no presentó un crecimiento significativo a diferencia del tratamiento 2 que exhibe un crecimiento más rápido y uniforme

Figura 5



El tratamiento 2 tiene un mejor crecimiento a diferencia del tratamiento 1, el cual su crecimiento fue más pausado, como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6



IV. CONCLUSIONES

Con base al análisis de los datos obtenidos del programa Rstudio se puede determinar que el prototipo para la producción de ozono es efectivo con relación a los comerciales siendo la dosis óptima de (0.90 - 0.98 partes por millón) esta misma nos dio un incremento hasta un 12.36% en proteína cruda y el más bajo de 9.41%, esta metodología es efectiva para reducir y/o eliminar el uso de pesticidas, dado que no se presentó la presencia de plagas o enfermedades durante el ciclo productivo del tomate, así mismo se ha comparado dicha aplicación en dos tratamientos: Biocomplet® + ozono y Nitrobak® + ozono teniendo como resultado que el Nitrobac® + ozono tuvo una mejor adaptación e incrementó su rendimiento. Se puede concluir que el ozono es una alternativa viable para el control de plagas, enfermedades y un buen vehículo para la transportación de nutrientes dado que este, al ser aplicado se desprende una molécula quedándonos el oxígeno como transporte de nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). FAO. Recuperado de <https://www.fao.org>
- Bidwell R.G.S. (1990). Fisiología vegetal. Redalyc, 88. México. D.F.
- Cacho, J. & Sainz De Aja, M.j. (1989). El agujero de ozono. Tabapress. Madrid.
- Galindo, S. L. (2019). Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario. REDVET. España. Recuperado de <https://www.redalyc.org>
- Comercial Agrícola de Riego. (2019). GESTIRIEGO. Colombia. Recuperado de <https://www.gestiriego.com/mx>
- Martínez, S. L. (2020). Tratamientos Agrícolas. EVO INDUSTRIA Copyright. España. Recuperado de <https://evoindustria.com/>
- Mula, J. A. (2021). Cultivo de tomates. Agromatica.es Copyright. Obtenido de <https://www.agromatica.es/cultivo-de-tomates>
- Revista Electrónica de Veterinaria. (2006). Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario. REDVET.
- Keen, N. T. and O. C. Taylor. 1975. Ozone injury in soybeans, isoflavonoid accumulation is related to necrosis. *Plant Physiol.*
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. <http://www.siap.gob.mx> (Consulta: octubre 23, 2014).
- Jiménez-Orocio, O., Espejel, I., & Martínez, M.A. (2015). La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86:2, 486-507.
- Jiménez-Orocio, O., Espejel, I., Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Infante Mata, D. & Rodríguez-Revelo, N. (2014a). Uso de las dunas y situación actual. En: M. L. Martínez, P. Moreno-Casasola, I. Espejel, O. Jiménez-Orocio, D. Infante-Mata y N. Rodríguez-Revelo (Eds.), *Diagnóstico general de las DC de México*. Comisión Nacional Forestal. México, D.F. pp. 81-94.
- Jiménez-Orocio, O., Hesp, P., Martínez, M. L., Espejel, I. y Moreno-Casasola, P. (2014b). Tipos de dunas. En: M. L. Martínez, P. Moreno-Casasola, I. Espejel, O. Jiménez-Orocio, Infante-Mata, y N. Rodríguez-Revelo (Eds.), *Diagnóstico general de las DC de México*. Comisión Nacional Forestal. México, D.F. pp. 27-48.
- Kellman, M. & Roulet, N. (1990). Nutrient flux and retention in a tropical sand dune succession. *Journal of Ecology*, 78, 664-676.
- Kim, D. y Yu, K.B. (2009). A conceptual model of coastal dune ecology synthesizing spatial gradients of vegetation, soil, and geomorphology. *Plant Ecology* 202:135-148.
- Magurran A.E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. Cambridge.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona, Omega.
- Martínez, M. L. (2008). Dunas costeras. *Investigación y Ciencia*, 38: 26-35.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974) *Objectives and methods of vegetation ecology*. John Wiley y sons, New York, 547 p.
- Pérez V. N. L. 1993. Banco de semillas en matorrales de dunas costeras del Morro de La Mancha, Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM
- Rodrigues, R. S., Mascarenhas, A., & Jagtap, T. G. 2011. An evaluation of flora from coastal sand dunes of India: Rationale for conservation and management. *Ocean and Coastal Management*, 54:2, 181-188.
- Rodríguez-Martínez, R. E., B. van Tussenbroek & E. Jordán-Dahlgren. 2017. Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe Mexicano (2014-2015). En: García Mendoza E., S.I. Quijano-Scheggia, A. Olivos-Ortiz, E.J. Núñez-Vázquez. *Florecimientos algales nocivos en México*. CICESE, Ensenada, BC. 352-365.
- Seingier, G., Espejel, I. & Fermán-Almada, J. L. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación ambiental. Ciencia y Política Pública*, 1: 54-69.
- SIPSE. 2020. Basura plástica de 11 países recala en las playas de Quintana Roo <http://elcuartopoder.com.mx/nw/estatales/basura-plastica-de-11-paises-recala-en-las-playas-de-quintana-roo/> Consultado el 16 de octubre de 2021
- Torres, W., Méndez, M, Dorantes, A. & Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 86: 37-51.
- Vázquez-Lule, A. D., Adame M. F. & Díaz-Gallegos J. R. (2009). Caracterización del sitio de manglar Costa Maya. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México, 17.

CRECIMIENTO DE XILOTILLO (*SOLANUM LYCOPERSICUM* VAR. *CERASIFORME*), EN CONDICIONES DE INVERNADERO, BAJO TRES CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN NUTRITIVA

¹ Beyanira Muñoz-Román, beyamunoz01@gmail.com

² María del Pilar Vargas-Perea, all18126175@chapingo.mx

³ Sara Monzerrat Ramírez-Olvera, ramirez.sara@colpos.mx

⁴ Disraeli Eron Moreno-Guerrero, moreno.disraeli@colpos.mx

⁵ Lorena Ortiz-Díaz, all18118667@chapingo.mx

RESUMEN

En México se preserva in situ el xilotillo (*Solanum lycopersicum*) var. *cerasiforme*, ya sea en los campos de cultivo de los agricultores tradicionales, o en forma semidomesticada o silvestre. Sin embargo, pocos son los estudios de su cultivo en condiciones controladas. La nutrición en las plantas forma parte esencial en el manejo para que las plantas puedan expresar su potencial genético y se tengan mejores rendimientos, así como frutos de alta calidad. La solución Steiner es una solución nutritiva donde se incluyen todos los elementos esenciales para la planta, los macros y micronutrientes. El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento de plantas de xilotillo, en condiciones de invernadero, a diferentes concentraciones de solución Steiner. Se extrajeron las semillas de frutos maduros de xilotillo, se lavaron con agua corriente y se dejaron secar a temperatura ambiente. Después, se depositaron en charolas germinadoras, y treinta días después, las plántulas se colocaron en bolsas polietileno negro de 30 x 30 cm, en cuyo interior contenían sustrato tezontle. Las plantas se regaron con solución Steiner a 25, 50 y 100%, durante 63 días. Posteriormente se registró la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, flores y frutos. La altura de planta, diámetro de tallo y número de frutos, no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado. Por otro lado, el tratamiento T2, fue significativamente superior en el número de racimos y flores, respecto a los tratamientos T1 y T3. El crecimiento de xilotillo en condiciones de invernadero, se ve influenciado por la concentración de la solución nutritiva.

PALABRAS CLAVE

Nutrición silvestre
Domesticación

KOOM T'AAN

In Mexico, the xilotillo (*Solanum lycopersicum*) var. *cerasiforme*, either in the fields of traditional farmers, or in a semi-domesticated or wild form. However, there are few studies on its cultivation under controlled conditions. Plant nutrition is an essential part of management so that plants can express their genetic potential and have better yields, as well as high-quality fruits. The Steiner solution is a nutrient solution that includes all the essential elements for the plant, the macro and micronutrients. The objective of this research was to evaluate the growth of xilotillo plants, under greenhouse conditions, at different concentrations of Steiner solution. The seeds of ripe xilotillo fruits were extracted, washed with running water and allowed to dry at room temperature. Later, the were deposited in germinating trays, and thirty days later, the seedlings were placed in black polyethylene bags of 30 x 30 cm, inside which they contained tezontle substrate. The plants were irrigated with Steiner solution at 25, 50 and 100% for 63 days. Subsequently, plant height, stem diameter, number of leaves, flowers and fruits were recorded. Plant height, stem diameter and number of fruits did not change under any evaluated treatment. On the other hand, treatment T2 was significantly higher in the number of bunches and flowers, compared to treatments T1 and T3. The growth of xilotillo under greenhouse conditions is influenced by the concentration of the nutrient solution.

KEYWORDS

Nutrition
Wild
Domestication

1,2,5. Universidad Autónoma Chapingo, Estudiantes de Licenciatura
3. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Docente (Asesora)



I. INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza número uno que se cultiva y se consume en el mundo, donde México en el año 2021 produjo un total de 3,324,263.09 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2021). Perteneció a la familia de las solanáceas, es originario del oeste de América del Sur, entre el norte de Chile y Ecuador y posteriormente fue distribuido hacia el trópico y subtropico de México, país considerado centro de domesticación (Peralta et al., 2006).

Solanum lycopersicum var. *cerasiforme* se encuentra clasificada dentro de la sección *Lycopersicon* y subsección *Lycopersicon*, previamente clasificada como *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme* (Chávez et al., 2011). Ranc et al. (2008) postulan que, *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* es un grupo intermedio entre los genotipos de la especie cultivada *S. lycopersicum* y la silvestre *S. pimpinellifolium*, después del análisis con SSR de 144 accesiones.

México es un centro de diversificación, y la zona más importante en cuanto a la domesticación del jitomate, las poblaciones silvestres aún son muy frecuentes y es posible encontrarlas en forma tolerada, promovida e incluso cultivada (Rodríguez et al., 2009). En México se presenta una amplia gama de jitomates de diferentes formas, tamaños y colores, esto se debe a la variada orografía y condiciones climáticas que representan las 19 provincias fisiográficas de este país. Los reportes de diversos investigadores enfocados a los recursos fitogenéticos, curadores de bancos de germoplasma y fitomejoradores, indican que *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas, con más precisión en los estados de Sonora, Durango, Nayarit, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas, Jalisco, Guanajuato, Colima, Michoacán, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, Guerrero, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Aunque la especie se desarrolla mejor en regiones tropicales, subtropicales y semiáridas, también es posible encontrarla en micronichos de las zonas templadas. Es común encontrarla en áreas perturbadas (huertos de traspatio, cercas, márgenes de carreteras y creciendo como maleza tolerada en los terrenos de cultivo) y en ecosistemas naturales, desde el nivel del mar

hasta los 2 500 msnm (Lobato et al., 2012). De acuerdo con Álvarez et al. (2009) los pobladores que encuestaron en Michoacán mencionan que el jitomate silvestre lo conocen como “tinguaraque” y lo usan principalmente para elaboración de salsas, aunque cada vez es más difícil encontrarlo, ya que en algunos casos llegan a considerar esta planta como maleza en sus cultivos y la aplicación de herbicidas reduce su presencia llegando en algunos sitios a su completa desaparición. Así, dada la gran variabilidad de condiciones ambientales que enfrentaron las poblaciones silvestres durante los procesos de selección natural, necesariamente desarrollaron adaptaciones a condiciones adversas, lo que las convierte en un valioso recurso genético para uso directo o en la generación de nuevas variedades mejoradas. Sin embargo, las variedades silvestres no han sido expandidas en el ámbito de producción debido a los inhibidores que presentan las semillas para su germinación.

Las especies silvestres de jitomate cuentan con un acervo genético que puede ser utilizado para mejoramiento genético en futuras investigaciones, ya que se ha evaluado en diferentes trabajos como los materiales silvestres de jitomate pueden ser resistentes a algunas enfermedades como *Phytophthora*, donde en trabajos realizados, por Arellano et al. (2013), sobre la resistencia o tolerancia a *Phytophthora infestans* (tizón tardío), se identificaron al menos cuatro colectas silvestres sobresalientes, que lograron obtener una producción aceptable de fruto y una buena sanidad de planta, obtuvieron los niveles más altos de resistencia comparados con el testigo resistente. Dichas poblaciones identificadas como resistentes representan nuevas fuentes de resistencia para ser usadas en programas de mejoramiento genético de la especie, además en investigaciones realizadas por Cortez (2010) menciona que se encontró resistencia del tomate (*S.* var. *Cerasiforme*) hacia *Bactericera cockerelli*, *Liriomyza* spp. y complejo de áfidos (*Aphididae*), y que dicha resistencia a esas plagas también fue manifestada, aunque en menor grado, en los injertos de tomate sobre su pariente silvestre, de manera que la técnica de injerto puede ser una importante herramienta en el manejo de plagas del cultivo del tomate.

Con el objeto de aprovechar la diversidad de materiales nativos mexicanos de jitomates, el objetivo de esta investigación fue evaluar tres concentraciones de soluciones nutritivas Steiner, en el crecimiento de plantas de Xilotillo.

II. METODOLOGÍA

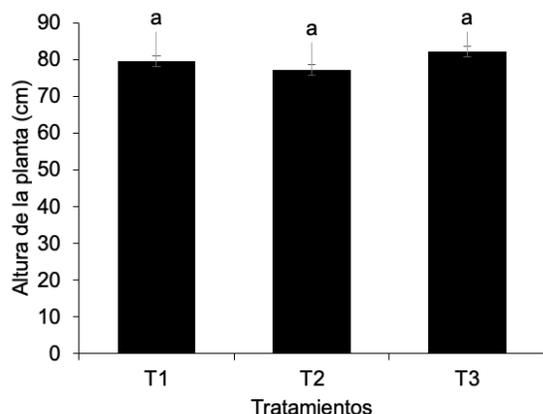
El experimento es llevado a cabo el mes de junio y julio del año 2022 en el invernadero tipo capilla del Departamento de Fiotecnía de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en el Campo Agrícola Experimental “Xaltepa” Estado de México, localizado a 19°27'58" latitud norte, 98°51'14" longitud oeste, a una altitud de 2250 m. De acuerdo con García (1988) el clima reportado para la estación Chapingo es Cb (wo) (W) (i) g, el cual corresponde a los templados, siendo este el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano el cual es largo y fresco, poca oscilación térmica, marcha de temperatura tipo Ganges. La precipitación media anual desde 636.5 mm. Se utilizaron semillas de Xilotillo (*Solanum lycopersicum*) var. cerasiforme, las cuales se extrajeron de frutos maduros, recolectado de Teziutlan Puebla. Los frutos se lavaron hasta retirar el mesocarpio, posteriormente se secaron a temperatura ambiente. Consecutivamente estas semillas se sembraron en una charola de unicel, y se trasplantaron a los 25 días en bolsas de polietileno negro de 30 x 30 cm, en sustrato tezontle, previamente cernido a un tamaño de partícula de 3 a 5 mm de diámetro. Y se regaron cada tercer día con 1000 mL de cada tratamiento, los que consistieron en T1: solución Steiner al 100%, T2: Solución Steiner al 75%, T3: Solución Steiner al 50%. A los 63 días después de trasplante, se registró el diámetro del tallo, la altura de planta, el número de hojas, número de racimos, número de flores y número de frutos de cada planta. Finalmente, a los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey, con el paquete estadístico SAS versión 9.

III. RESULTADOS

La altura de planta (Figura 1), el diámetro de tallo (Figura 2), y el número de hojas (Figura 3), no fueron estadísticamente diferente entre las tres concentraciones de solución nutritiva evaluadas.

Figura 1

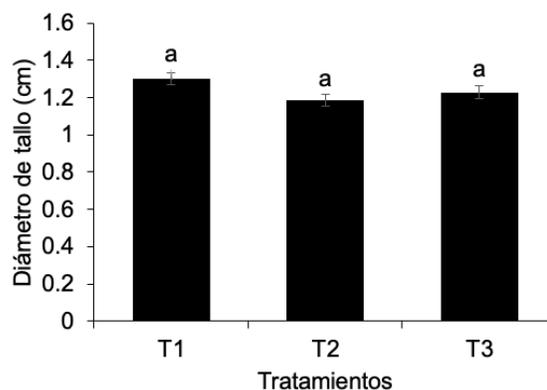
Altura de planta de plantas de Xilotillo sometidas a diferentes tratamientos a los 63 días después del trasplante. T1: Solución Steiner al 100 %. T2: Solución Steiner al 75 %. T3: Solución Steiner al 50%. Medias \pm EE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).



Nota: Fuente propia

Figura 2

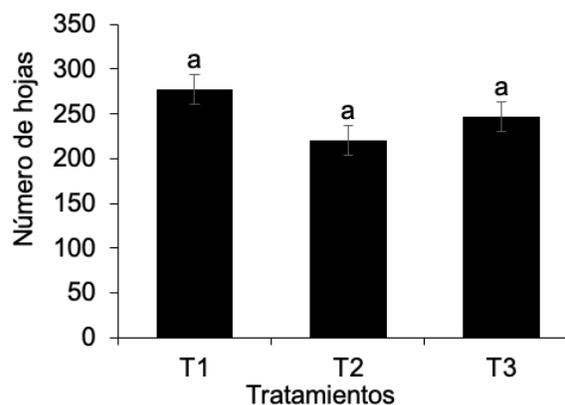
Diámetro de tallo de plantas de Xilotillo sometidas a diferentes tratamientos a los 63 días después del trasplante. T1: Solución Steiner al 100 %. T2: Solución Steiner al 75 %. T3: Solución Steiner al 50%. Medias \pm EE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).



Nota: Fuente propia

Figura 3

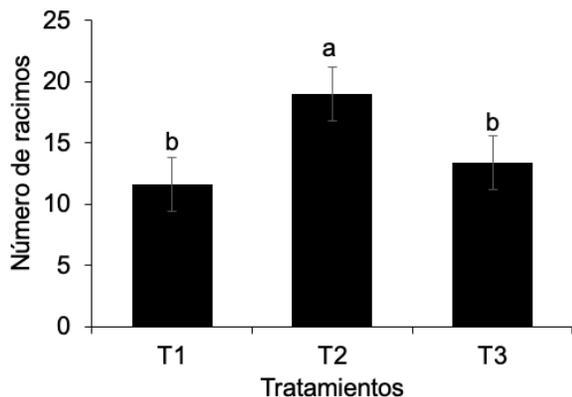
Número de hojas (C) de plantas de Xilotillo sometidas a diferentes tratamientos a los 63 días después del trasplante. T1: Solución Steiner al 100 %. T2: Solución Steiner al 75 %. T3: Solución Steiner al 50%. Medias \pm EE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).



Nota: Fuente propia

Figura 4

Número de racimos de plantas de Xilotillo sometidas a diferentes tratamientos a los 63 días después del trasplante. T1: Solución Steiner al 100 %. T2: Solución Steiner al 75 %. T3: Solución Steiner al 50%. Medias \pm EE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

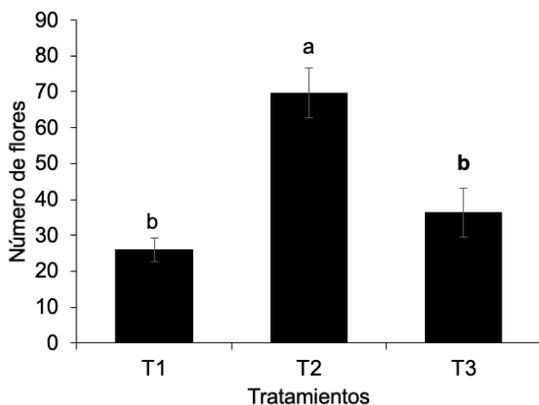


Nota: Fuente propia

El número de flores fue significativamente mayor bajo el tratamiento T2, el cual presentó mayor número de flores respecto a los tratamientos T1 y T3 (Figura 5), al ser 37% superior al tratamiento T1 y en 52% al tratamiento T2.

Figura 5

Número de flores de plantas de Xilotillo sometidas a diferentes tratamientos a los 63 días después del trasplante. T1: Solución Steiner al 100 %. T2: Solución Steiner al 75 %. T3: Solución Steiner al 50%. Medias \pm EE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).



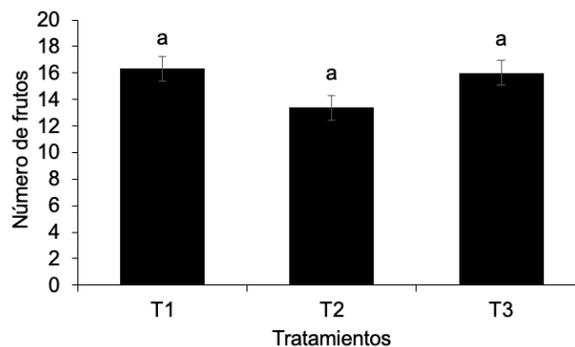
Nota: Fuente propia

El número de frutos fue significativamente igual entre las concentraciones de solución nutritiva evaluadas (Figura 6). En otra solanácea (*Capsicum annuum* L.), el mayor número de frutos se encontró en concentraciones altas de solución nutritiva Steiner (75, 100 y 125%) y el menor número de estos

en la concentración a 25% (Valentín et al., 2013). Lo mismo sucede con el estudio de Hernández et al. (2018), donde a mayor concentración mayor número de frutos obtenidos del cuatamate (*S. glaucescens*), sin embargo, en dicho estudio no la mayor concentración de la solución resultó en el mayor número de frutos, pero las altas concentraciones como de 75% sí obtuvieron ese resultado.

Figura 6

Número de frutos de plantas de Xilotillo sometidas a diferentes tratamientos a los 63 días después del trasplante. T1: Solución Steiner al 100 %. T2: Solución Steiner al 75 %. T3: Solución Steiner al 50%. Medias \pm EE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).



Nota: Fuente propia

IV. CONCLUSIONES

Las concentraciones de solución nutritiva Steiner a plantas de Xilotillo, mostraron diferencias en el crecimiento. La altura de planta, diámetro de tallo y número de frutos, no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado. Por otro lado, el tratamiento T2, fue significativamente superior en el número de racimos y flores, respecto a los tratamientos T1 y T3.

Es necesario que en futuras investigaciones se le dé un seguimiento al crecimiento de las plantas y los frutos para evaluar el efecto de las soluciones nutritivas con respecto a los componentes de rendimiento en jitomate Xilotillo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J.; Cortez, H., y García, I. (2009). Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (*Solanaceae*) en tres regiones de Michoacán, México. *Polibotánica*, (28), 139-159. Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682009000200007&lng=es&tlng=es.
- Arellano, L.; Rodríguez E.; Ron, J.; Martínez, J.; Lozoya, H.; Sánchez, J., y Lépiz R. (2013). Evaluación de resistencia a *Phytophthora infestans* en poblaciones silvestres de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*. *Revista Mexicana de Ciencias agrícolas*, 4(5), 753-766
- Carrillo, R. J. C.; Jiménez, F.; Días, G.; Sánchez, G. P.; Catarino, P., y Arellanes A. (2003). Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Agron. Mesoam*. 14(1):85-88.
- Chávez, J.L.; Vera, AM.; Carrillo, J.C.; Pachecho, IA., y Crisanto, AU. (2011). Variación morfológica y de licopeno en frutos de tomate semidomesticado y cultivado en Oaxaca, México. *J. Int. Soy. Soc. Trop. Agrícola Hortico*, 54, 151-153.
- Cortez, H. (2010). Resistencia a insectos de tomate injertado en parientes silvestres, con énfasis en *Bactericera cockerelli* Sulc. (hemiptera: psyllidae). *Bioagro*, 22(1), 11-16. Sitio web: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000100002&lng=es&tlng=es.
- Hernández, C. J.; Sandoval, E.; Gutiérrez, N.; Pineda, J.; Sánchez, A., y Espinoza, V. (2018). Concentración de nutrientes en la solución nutritiva y rendimiento de “cuatomate” (*Solanum glaucescens* Zucc.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 123-136. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.853>
- Lobato, R.; Rodríguez E; Carrillo, J.; Chávez, J.; Sánchez, P., y Aguilar A. (2012). Exploración, Colecta y Conservación de Recursos Genéticos de Jitomate: Avances de la Red de Jitomate. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y Agricultura (SINAREFI). Ed. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación y Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 54 p.
- Peralta, I. E.; Knapp, S., y Spooner DM. (2006). Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. Report of the Tomato Genetics Cooperative 56:6-12.
- Ranc, N.; Muñoz, S.; Santoni, S., y Causse, M. (2008). A clarified position for *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* in the evolutionary history of tomatoes (*Solanaceae*). *BMC Plant Biology* 8:130, doi:10.1186/1471-229-8-130.
- Rodríguez, E.; Vargas, D.; Sánchez, J.; Lépiz, R.; Rodríguez, A.; Ruiz, J.; Puente, P., y Miranda, R. (2009). Etnobotánica de *Solanum* var *cerasiforme* en el occidente de México. *Naturaleza y Desarrollo*. 7 , 45-57.
- Servicio de información Agroalimentaria y Pesca (SIAP). (2021). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En línea: <https://www.gob.mx/siap> (consulta, 2022).
- Valentín, M. M. C.; Castro, B. R.; Rodríguez, P. J. E., y Pérez, G. M. (2013). Extracción de macronutrientes en chile de agua (*Capsicum Annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19 (4):71-78.

ELABORACIÓN DE UN DESHIDRATADOR SOLAR CON ALMACENAMIENTO TÉRMICO PARA PRODUCTOS ALIMENTARIOS CASO DE ESTUDIO “CULTIVO DE CEBOLLA”

¹ Ing. Laura Alicia Castillo Mata, m21790132@vguadiana.tecnm.mx

² Dra. Carmen Zulema Quiñonez Pérez, zulema.qp@vguadiana.tecnm.mx

³ M.C. Oscar Gilberto Alaniz Villanueva, oscar.av@vguadiana.tecnm.mx

⁴ TECNМ Posgrado en Ingeniería ITD-ITVG

RESUMEN

La deshidratación solar es un mecanismo de desarrollo económico para pequeños productores, se considera activo porque utiliza equipo electrónico y de ventilación para desplazar el aire a mayor velocidad en la zona de deshidratado. Una alternativa en estos deshidratadores es incluir un almacenamiento térmico, para que las horas de trabajo sean mayores a los utilizados hoy en día. El desarrollar un deshidratador solar con almacenamiento térmico en el cultivo de cebolla lograra optimizar los tiempos para la pérdida de humedad, determinar el tiempo óptimo de deshidratación de hortalizas de interés económico y evaluar grados brix en el cultivo, se utilizara un invernadero de 8x15 para convertirlo en deshidratador activo, utilizando para la medición de temperatura y humedad un Data Logger RC-4HC, comprobando que tiempo de deshidratado varía dependiendo de las variables de medición y entre mayor humedad es mayor el tiempo que tarda para deshidratarse el cultivo de cebolla.

PALABRAS CLAVE

Deshidratador
Invernadero
Solar

ABSTRACT

Solar dehydration is an economic development mechanism for small producers, it is considered active because it uses electronic and ventilation equipment to move air at a higher speed in the dehydrated area. An alternative in these dehydrators is to include thermal storage, so that the working hours are greater than those used today. By developing a solar dehydrator with thermal storage in the onion crop will optimize the times for moisture loss, determine the optimal time of dehydration of vegetables of economic interest and evaluate brix degrees in the crop, an 8 x 15 greenhouse will be used to convert it into an active dehydrator, using for the measurement of temperature and humidity an RC-4HC Data Logger, checking that dehydration time varies depending on the measurement variables and the higher the humidity the longer it takes to dehydrate the onion crop.

KEYWORDS

Dehydrator
Greenhouse
Solar



I. INTRODUCCIÓN

La deshidratación es un proceso que se utiliza desde la antigüedad para conservar los alimentos. Alarga la vida en anaquel de los alimentos, permite alargar la vida de los alimentos, manteniendo sus propiedades organolépticas y facilitando su manejo y almacenaje. (Tecnologías apropiadas para la transformación agropecuaria, 2017). Uno de los procesos de deshidratación es por medio de energía solar se caracteriza principalmente por convertir ésta en calor mediante procesos de transferencia, y de esta manera poder generar la remoción de humedad en determinado producto.

Se conocen dos tipos primordiales de deshidratadores:

Los pasivos son aquellos en los que el aire caliente se desplaza por el deshidratador por efecto del peso del fluido y se clasifican por tres grupos los cuales son: Deshidratadores pasivos de tipo distribuido; Deshidratador pasivo de tipo integral; Deshidratador pasivo de tipo mixto.

Los activos son en los que se utiliza equipo electrónico y de ventilación para desplazar el aire a mayor velocidad en la zona de deshidratado y se clasifican en tres grupos los cuales son: Deshidratadores activos de tipo distribuido; Deshidratador activos de tipo integral; Deshidratador activos de tipo mixto (Rodríguez & Bohórquez, 2016).

Una problemática o desventaja que presentan los deshidratadores activos es que realiza el proceso de deshidratado más lento de lo normal y se encuentra limitado por el estado del clima.

Una alternativa en estos deshidratadores es incluir un almacenamiento térmico, para que las horas de trabajo sean mayores a los utilizados hoy en día.

Este método de deshidratación se puede aplicar en cualquier fruta u hortaliza. Por lo general se realiza la deshidratación a las frutas u hortalizas que tienen una corta vida útil o los excedentes de producción primaria (Michelis & Ohaco, 2017).

En este estudio nos enfocaremos en la cebolla (*Allium cepa*) que es un cultivo típicamente de invierno y se adapta en algunas regiones semidesérticas. En todo el mundo se producen 93'226,400 toneladas de cebolla por año (FAO, 2021). México produce 1,635,049 toneladas anuales de las cuales Durango aporta 6,308 toneladas (SIAP, 2021).

Por lo anterior, el proyecto a desarrollar tiene como objetivo el diseño de un deshidratador solar con almacenamiento térmico para el cultivo de cebolla.

II. METODOLOGÍA

Se diseñó un deshidratador activo tipo invernadero en el Tecnológico Valle del Guadiana y en el CIMAV (Centro de investigación en materiales avanzados) en apoyo con la empresa ALDAJUCE S.P.R. DE R.I. de Villa Unión, Poanas., Dgo.

Se rehabilitó un invernadero de 8 x 15 para convertirlo en deshidratador activo, utilizando toda su estructura y reemplazando el plástico que estaba roto para que quedara funcional, así mismo se compró un equipo Data Logger RC-4HC para el monitoreo y medición de las variables de temperatura y humedad, dicho equipo almacena 16,000 registros con intervalos de medición que van desde los 5 segundos hasta las 24 horas, actualmente se llevan registros por hora en donde se analiza el comportamiento de las variables a medir, indicando la relación significativa que tiene la humedad con la temperatura. Tomando en cuenta que entre mayor es la temperatura menor es la humedad, se observa gráficamente que los niveles más altos de temperatura se dan entre las 15:00 hrs. y los valores más altos de humedad son entre las 04:00 hrs.

Después de un monitoreo de temperatura y humedad se colocaron tres charolas de aluminio con papel encerado y cebolla en rodajas homogéneas (C1, C2 y C3) para ver el comportamiento de dicho cultivo ante los diferentes registros de las variables a medir, se posicionaron en tres puntos diferentes del invernadero, la C1 se colocó a la entrada donde se encuentra mayor flujo de aire, la C2 en el centro donde se concentra mayor cantidad de calor y la C3 al final del invernadero, en donde se observó que la C1 fue la primera en presentar muestras de deshidratación ya que el flujo de aire caliente ocasionó que perdiera humedad con mayor facilidad, en la C2 se visualizó que aunque existía mayor concentración de calor al centro del invernadero los incrementos de humedad retrasaron un día su deshidratación al igual que en la C3, por lo cual las charolas C2 y C3 tardaron 6 días en deshidratarse y la C1 cinco días, cabe hacer mención que las tres muestras estaban sarazas en el transcurso de la mañana esto debido a la humedad que acumulaban por la noche. Se continúa muestreando el comportamiento del cultivo con los cambios de temperatura y humedad.

III. RESULTADOS O AVANCES

En la siguiente tabla se presentan las lecturas de las variables de Temperatura y Humedad indicando los valores máximos y mínimos, así como el valor promedio.

Figura 1

Foto del Invernadero



Nota: Fuente propia

Figura 2

Mediciones de temperatura y humedad

Monitoreo de variables

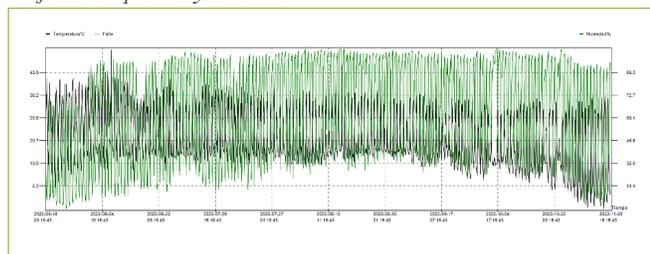
Máximo (Temperatura)	51.6 °C	Máximo (Humedad)	99.9%
Mínimo (Temperatura)	4.6 °C	Mínimo (Humedad)	4.8%
Promedio (Temperatura)	23.1 °C	Promedio (Humedad)	61.1%

Nota: Fuente propia

En el invernadero las temperaturas se hicieron las mediciones con un Data Logger RC-4HC, estas oscilan de los 51.6 a los 4.6 °C y la humedad va del 4.8 al 100% como se puede observar en la Fig.3, se observa gráficamente la toma de datos en donde la temperatura se registra de color negro y la humedad de color verde.

Figura 3

Grafica de temperatura y humedad

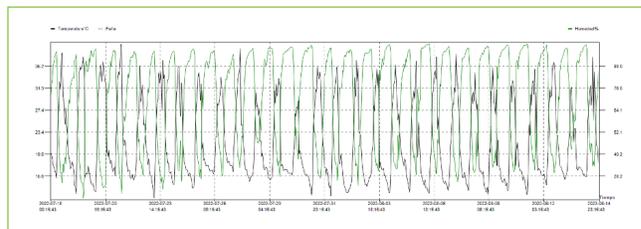


Nota: Fuente propia

Se puede observar que en la tercer y cuarte semana de julio y primera y segunda de agosto intensifico la temporada de lluvia registrando un incremento notable en la humedad y una baja de temperatura, mismo que se muestra en la Fig. 4.

Figura 4

Cambios en humedad y temperatura por temporada de lluvias.

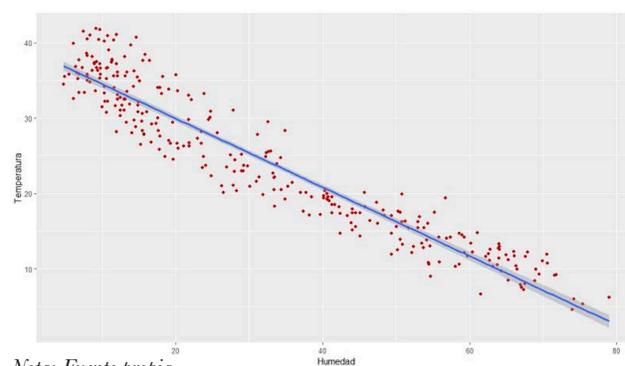


Nota: Fuente propia

En la Fig. 5 se muestra la relación inversamente proporcional que existe entre la humedad y la temperatura.

Figura 5

Relación inversamente proporcional entre humedad y temperatura.



Nota: Fuente propia

El tiempo de deshidratado varía dependiendo de la temperatura y la humedad, entre mayor humedad es mayor el tiempo que tarda para deshidratarse el cultivo de cebolla.

IV. CONCLUSIONES

Mediante el programa RStudio se relacionó las variables generadas por el Data Logger RC-4HC, demostrando que existe una relación significativa entre la temperatura y la humedad relativa. Y con relación a esta información generada, durante el periodo de enero a septiembre de humedad y temperatura tomados durante este periodo podemos concluir, que los meses óptimos para el deshidratado de la cebolla es durante el mes de abril a junio obteniendo los picos más altos de temperatura y disminución de humedad relativa siendo favorable este periodo. Durante el periodo de lluvias tenemos un incremento de humedad relativa hasta en un 100 % durante el periodo de julio a septiembre dado que es el inicio del periodo de lluvias que puede estar sujeto a las tormentas tropicales o huracanes.

Quedando por evaluar el periodo de invierno como alternativa viable para el deshidratado, podemos concluir que la implementación de invernaderos pasivos que no se encuentran en producción son una alternativa viable para el deshidratado de hortalizas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bejarano Martínez, C. A. (2018). Evaluación del Efecto del Uso de un Deshidratador Solar. Repositorio. Colombia.
- Nevárez, R., & Cuzme, X. (2016). Efectos de temperatura y tiempo de deshidratación, en características físicas y sensoriales de cebolla perla (*Allium cepa* L.) en polvo. Escuela superior politécnica agropecuaria de Maabí Manuel Félix López. Ecuador. Calceta.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/about/es/>.
- Rodríguez D. A. & Bohórquez J. L. (2016). Diseño de un colector solar de placa plana para la deshidratación de productos agroindustriales. Repository. Colombia. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/proyectedeshidratadororiginal>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). SIAP. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap>.
- De Michelis, A & Ohaco, E. (2017). Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos. Argentina. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf
- Fuentes Gutierrez, A. F. (2019). Deshidratadores solares. Unidad de Ecotecnologías de la UNAM. México. D.F. Obtenido de <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/deshidratadores-solares-2>
- Méndez Recinos, E. E. (2017). Diseño, Construcción y Caracterización de prototipo de deshidratador solar para la producción agrícola. Repositorio Institucional. San Salvador.
- Tecnologías apropiadas para la transformación agropecuaria. (2017). Ingeniería sin Fronteras. Obtenido de <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual-Tecnologia-para-la-Transformacion-Agropecuaria-Deshidratador-Solar-ESF-1.pdf>
- Corvalan, R., M, Horn, R. Roman y L. Saravia. Ingeniería de secado solar. Subprograma VI: Nuevas fuentes y conservación de la energía. CITAD-D Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, V Centenario.

EVALUACIÓN DE LA INHIBICIÓN IN VITRO DE EXTRACTOS DE MUÉRDAGO ANTE HONGOS FITOPATÓGENOS EN MEDIO LÍQUIDO

¹ Edgar Fabian Macias Gómez, lrs17110367@purisima.tecnm.mx

² Braulio Ledezma Castro, Alumno, lrs17110633@purisima.tecnm.mx

³ José de Jesús Flores Sierra, jesus.fs@purisima.tecnm.mx

⁴ Luis Ángel Xoca Orozco, luis.xo@purisima.tecnm.mx*

RESUMEN

En esta investigación se analiza la inhibición del desarrollo de hongos fitopatógenos en medio líquido para determinar posibles mecanismos de acción de la actividad antifúngica in vitro de extractos de muérdago. Esto permitirá obtener conocimiento que coadyuvará al planteamiento de sistemas de aprovechamiento del muérdago que es considerada una planta parásita difícil de erradicar y que afecta de manera considerable especies vegetales del Área Natural Protegida del Cerro del Palenque de Purísima del Rincón Gto. Se evaluará el desarrollo in vitro en medio líquido de los fitopatógenos por medio de la producción de biomas. Posteriormente se realizará la extracción de material genético para evaluar la expresión de genes. Con el conocimiento generado sobre los mecanismos de acción de la actividad antifúngica del muérdago se podrán plantear sistemas de aprovechamiento que pueden ayudar a establecer estrategias para optimizar su control, dándole un valor agregado, así como también se plantearán estrategias para el control de fitopatógenos utilizando metabolitos secundarios de plantas considerados como una alternativa amigable y sin riesgos al medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Antifúngico
Planta parásita
Psittacanthus calyculatus
Colletotrichum gloeosporioides
Fusarium

ABSTRACT

In this research, the inhibition of the development of phytopathogenic fungi in a liquid medium is analyzed to determine possible mechanisms of action of the in vitro antifungal activity of mistletoe extracts. This will allow obtaining knowledge that will contribute to the approach of systems for the use of mistletoe, which is considered a parasitic plant that is difficult to eradicate and that considerably affects plant species of the Protected Natural Area of Cerro del Palenque in Purísima del Rincón Gto. The in vitro development in liquid medium of the phytopathogens will be evaluated through the production of biomass. Subsequently, the extraction of genetic material will be carried out to evaluate the expression of genes. With the knowledge generated about the mechanisms of action of the antifungal activity of mistletoe, utilization systems can be proposed that can help establish strategies for its control, in addition to optimizing its control, as well as strategies for the control of phytopathogens. using secondary plant metabolites considered as a friendly alternative without risks to the environment.

KEYWORDS

Antifungal
Parasitic plant
Psittacanthus calyculatus
Colletotrichum gloeosporioides,
Fusarium

1,2 TECNM, Campus Purísima del Rincón / Estudiantes
3,4 TECNM, Campus Purísima del Rincón / Docentes



I. INTRODUCCIÓN

El muérdago (*Psittacanthus calyculatus*) es una planta hemiparásita que crece y se desarrolla sobre varias especies de árboles frutales y forestales en el centro y sur de México (Azpeitia & Lara, 2006). Por los impactos que ocasiona el muérdago a diversas especies forestales y frutales, es considerada como plaga, pues parasita algunas especies como encino (*Quercus* spp.), huizache (*Acacia* spp), mezquite (*Prosopis* spp), especies presentes en el Área Natural Protegida del Cerro del Palente (De acuerdo a lo establecido en la 11a sesión ordinaria del Comité de Área Natural Protegida Cerro del Palenque (DRN. Dirección de Recursos Naturales, 2017)).

Se ha determinado de manera experimental que esta especie de muérdago contiene grupos funcionales correspondientes a hidroxilos fenólicos, flavonoides, monosacáridos, antocianinas, flavonas, flavonoles e isoflavonas (Rodríguez Acosta, 2013). La mayoría de estos compuestos presentan propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígena, quelante de metales y antioxidante (Kabera et al., 2014; Moustapha et al., 2011). Debido a sus componentes hacen que esta especie de muérdago pueda ser una fuente importante de compuestos que le confieren actividad antimicrobiana la cual se ha probado en microorganismos patógenos al humano (Jacobo-Salcedo et al., 2011). El desarrollo de productos antifúngicos de origen natural para la agricultura es una excelente alternativa para sustituir los fungicidas químicos tradicionales los cuales presentan severos daños al medio ambiente y a la salud del consumidor.

Actualmente la información sobre la capacidad antifúngica de *P. calyculatus* sobre fitopatógenos es prácticamente nula, sin embargo, ya se cuentan con estudios preliminares en el laboratorio del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón donde se han obtenido resultados positivos que confirman que algunos extractos del muérdago tienen actividad antifúngica, en medio líquido, ante la inhibición in vitro del diferentes fitopatógenos, es por eso que el planteamiento de este proyecto es para obtener más evidencias para validar las estas propiedades.

II. METODOLOGÍA

Obtención de muestras de muérdago. El muérdago será obtenido del Área Natural Protegida del Cerro del Palenque, con ayuda de la Dirección de Ecología de Purísima del Rincón Gto,

Fitopatógeno de estudio. Se trabajó *Colletotrichum gloeosporioides*, aislado de frutos de aguacate con síntomas de antracnosis, aislado de trabajos previos (L. A. Xoca-Orozco et al., 2018; L.-Á. Xoca-Orozco et al., 2017), *Fusarium* spp., y *Penicillium* spp aislados de frutos de uva.

Preparación de muestras de muérdago. Se realizó una separación de hojas, tallos y flores, se realizará el pesado de las hojas. Posteriormente se llevará a un proceso de secado a temperatura de 70 °C hasta peso constante. Una vez seca las muestras fueron trituradas hasta tener un polvo fino que pase por un tamiz 0.25mm para una mayor superficie de contacto. Las muestras se mantuvieron en congelación -20°C hasta su uso.

Obtención de extractos. Se realizaron dos tipos de extracciones:

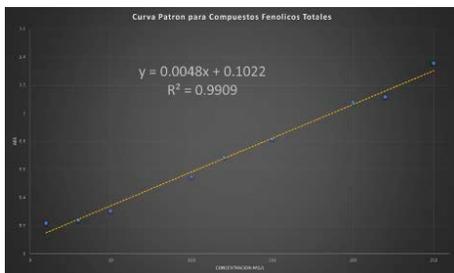
Extracto acuoso: 100 g de muestra fueron sometidos a agitación en 400 ml agua destilada estéril a temperatura ambiente durante 24 h, se filtraron en un embudo Buchner con papel filtro Whatman No.1 y finalmente se eliminará el disolvente en atmósfera reducida durante 60 min a 45°C. Los extractos se almacenarán a 4°C, en la oscuridad (Masangwa et al., 2013).

Extracto metanol/acetona/agua: Se realizó con metanol acidificado (8 mL * L-1 HCL) - agua (50-50 v/v) en una proporción de 50 mL * g-1 de muestra, para lavar durante 60 min a temperatura ambiente. Luego, la suspensión se centrifugó a 3000 g (15 min, 25°C). Se separaron las fases y se retiene el sobrenadante. El precipitado se le adicionó acetona-agua (70:30 v/v) (50 ml * g-1 de muestra) durante 60 min y se centrifugó en las mismas condiciones, se combinan los sobrenadantes de lavado de cada ronda. Posteriormente se eliminaron los disolventes en atmósfera reducida durante 60 min a 45°C. Los extractos se almacenaron a 4°C, en la oscuridad (Saura-Calixto et al., 2007).

Cuantificación compuestos fenólicos. Para evaluar la eficiencia en la extracción se determinó el contenido de fenoles totales utilizando el ensayo Folin-Ciocalteu. Para esto se utilizó un volumen de 250 µL del extracto o estándar (ácido gálico) se hizo reaccionar con 1000 µL de solución de carbonato de sodio [75 g/L]; después de 5 minutos de reacción, se adicionaron 1250 µL del reactivo Folin-Ciocalteu [100 mL/L] y la mezcla se agitó usando un vortex. La reacción fue incubada en oscuridad a 50°C por 15 min. La absorbancia fue medida a 750 nm. Los resultados fueron expresados en mg-equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto en base seca (EAG; mg/ g extracto bs) y se calcularon a partir de una curva estándar en un rango de concentración de 0.0125 a 0.2 mg/mL (Figura 1) (L. A. Xoca-Orozco et al., 2018).

Figura 1

Curva patrón para compuestos fenólicos totales.



Nota: Fuente propia

Evaluación de la actividad antifúngica. Por cada uno de los diferentes extractos se utilizaron 3 concentraciones 100%, 50% y 10% p/v. Los extractos fueron mezclados en medio líquido (Caldo de papa dextrosa) (PDC). Los tratamientos fueron inoculados con una suspensión de esporas 5×10^6 esporas mL⁻¹. Los tratamientos se mantuvieron en agitación a 140 rpm en un shaker a 26°C, tomando muestras de 15ml en los tiempos 0, 18, 21, 24, 41, 44 y 47h para cada uno de los tratamientos. Las muestras fueron filtradas a vacío en papel filtro de 0.8 µm; a los papeles filtro se les aplicó un tratamiento térmico de 1hr a 60°C para mantener un peso constante. Cada tratamiento se realizó por triplicado.

II. RESULTADOS

Para la determinación de la concentración de cada extracto se realizó por diferencia de peso, para la cual se utilizó una caja Petri la cual fue sometida a un tratamiento de calor, para mantener su peso constante, luego se añadieron 10 mL por caja y por cada extracto, se mantuvieron dentro del horno por 24 h a 60 °C para asegurar la evaporación de los solventes. Las concentraciones obtenidas de los extractos fueron de 0.00862 g/mL para el extracto metanol/acetona y 0.0307 g/mL para el extracto acuoso. De acuerdo con la curva patrón, se obtuvieron la concentración de CFT (Cuantificación de Fenoles Totales) para ambos extractos en diferentes diluciones (Tabla 1)

Tabla 1

Concentraciones de CFT

Extractos	Abs	Concentración mg/ g extracto
EM 1:100	1.4182	274.1667
EM 1:1000	0.3388	49.2917
EA 1:50	0.3783	57.5208
EA 1:100	0.2624	33.3750

Observando los datos del EM (Extracto Metanol/Acetona) 1:1000, EA (Extracto Acuoso) 1:50 y EA 1:100 la concentración de Fenoles totales es muy similar, sin embargo, debido a la dilución se presenta una mayor cantidad de compuestos en los EM. En cuanto a la cuantificación de flavonoides totales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

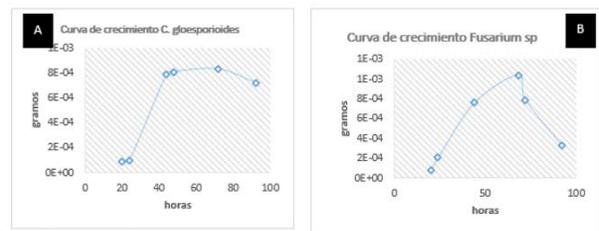
Concentración de flavonoides totales de extractos de muérdago

Extracto	Abs	concentración mg / g extracto
EM 1:100	0.0509	0.00711
EAH 1:100	0.0441	0.00213
EAF 1:100	0.0472	0.00440

De acuerdo con los valores obtenidos de flavonoides totales, el extracto Metanol-Acetona presenta una mayor concentración respecto a los extractos acuosos; sin embargo, los EAF (Extracto acuoso del Flor de muérdago) presentan una ligera diferencia estando el por encima del EAH (Extracto acuoso de Hoja). Posteriormente a la cuantificación de CFT y FT se determinaron las condiciones ideales para el crecimiento de las especies fúngicas para lo cual se utilizó Caldo de papa con dextrosa (PDL) como fuente de carbono, ajustando su pH a 3 con ácido tartárico, obteniendo la curva de crecimiento

Figura 2

A) Curva de crecimiento para *C. gloeosporioides* B) Curva de crecimiento para *Fusarium sp*

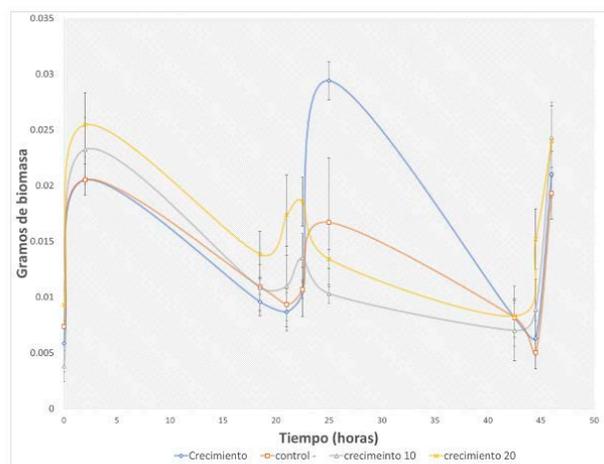


Nota: Fuente propia

A partir de los datos obtenidos se observó que en la fase exponencial para los hongos se encontraba entre las 20 y 45 h marcando un rango para la aplicación de los tratamientos de inhibición con los extractos.

Figura 3

Tratamientos para actividad antifúngica de *Penicillium spp.*



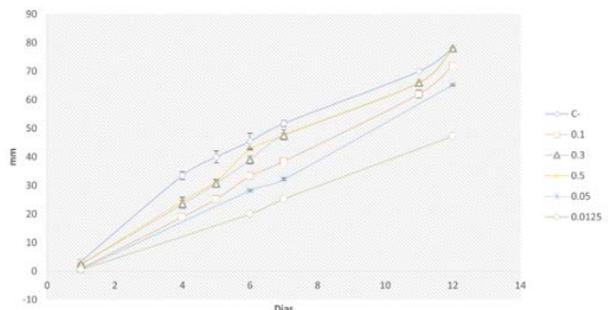
Nota: Fuente propia

Los resultados obtenidos para *Penicillium spp.* (Figura 3) muestran una disminución en el crecimiento con el extracto. Para el tratamiento con el 20% EM se redujo el crecimiento en un 55% y para el tratamiento con el 10% EM se redujo el crecimiento en un 65% con respecto al crecimiento del control (+), además durante el tratamiento hubo una contaminación del control (-) ya que se presentó un aumento en masa durante el ensayo.

Al finalizar el ensayo se tomó 1 ml en tubos eppendorf estériles, los cuales se centrifugaron a 4000G por 10 min para retirar la mayor cantidad del medio y retener las esporas de la cepa de *Penicillium* después se agregaron 100 L de agua destilada, esto se realizó cada grupo de los tratamientos determinar la actividad del extracto. Posteriormente se inocularon en medio sólido PDA añadiendo 50 uL de cada grupo y se observó el crecimiento por 10 días, determinando que la actividad de los extractos es fungistáticos debido a que el crecimiento continuo después del ensayo, lo cual indico que es necesario la presencia del extracto para que se lleve a cabo la inhibición.

Figura 4

Crecimiento de *C. gloeosporioides* en PDA.

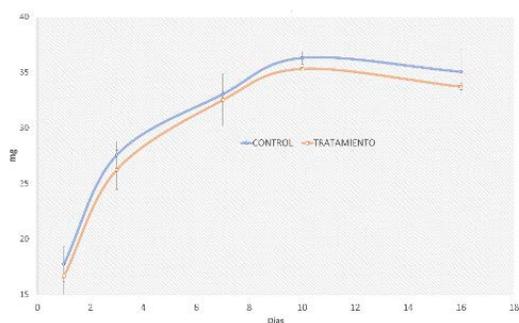


Nota: Fuente propia

Para determinar la concentración adecuada de EA para la inhibición de *C. gloeosporioides* se realizó una cinética en PDA aplicando 5 concentraciones (0.5, 0.3, 0.1, 0.05 y 0.0125 ml/L) del EM durante 12 días, encontrando que el tratamiento con la concentración de 0.0125 ml/L inhibiendo el 86% en el día 1 y 33% en el día 12 de acuerdo con el crecimiento sin tratamiento del hongo (Figura 4). A partir de los resultados obtenidos de la cinética en PDA se determinaron las condiciones para realizar la cinética en PDL. La inhibición presentada por el EA hasta el día 16 fue de 3.85% de acuerdo con el control (+) (Figura 5).

Figura 5

Crecimiento de *C. gloeosporioides* en PDL.



Nota: Fuente propia

IV. CONCLUSIONES

Psittacanthus calyculatus recolectado de árboles de mezquite del palenque tiene la capacidad de inhibir fitopatógenos como *C. gloeosporioides*, *Fusarium spp* y *Penicillium spp* de manera efectiva, exhibiendo que su actividad antifúngica y es muy prometedora para su uso como agente antimicrobiano. Este trabajo apoya aún más los usos de *P. calyculatus* como fungicida de algunos fitopatógenos.

Los rendimientos los extractos presenta mejores resultados para el EM ya que se requiere menos cantidad para llevar a cabo la inhibición de los hongos fitopatógenos, sin embargo, la utilización de solventes representa una desventaja para su reutilización ya que el metanol y la acetona quedan mezclados, lo cual agrega una etapa más al proceso para poder separarlos y reutilizarlos. El extracto aplicado en PDA tiene un mayor efecto en comparación con el PDL. Actualmente se sigue trabajando en la aplicación de diferentes tratamientos de extractos de muérdago a diferentes concentraciones en PDL.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azpeitia, F., & Lara, C. (2006). Reproductive biology and pollination of the parasitic plant *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae) in central México. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 133(3), 429–438. [https://doi.org/10.3159/1095-5674\(2006\)133\[429:RBAPOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3159/1095-5674(2006)133[429:RBAPOT]2.0.CO;2)
- DRN. Dirección de Recursos Naturales. (2017). Listado florístico del Inventario de las Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato.
- Jacobo-Salcedo, M. D. R., Alonso-Castro, A. J., Salazar-Olivo, L. A., Carranza-Alvarez, C., González-Espiñola, L. A., Domínguez, F., Maciel-Torres, S. P., García-Lujan, C., González-Martínez, M. D. R., Gómez-Sánchez, M., Estrada-Castillo, E., Zapata-Bustos, R., Medellín-Milañ, P., & García-Carrancá, A. (2011). Antimicrobial and cytotoxic effects of Mexican medicinal plants. *Natural Product Communications*, 6(12), 1925–1928. <https://doi.org/10.1177/1934578x1100601234>
- Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014). Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(January), 377–392.
- Masangwa, J. I. G., Aveling, T. A. S., & Kritzinger, Q. (2013). Screening of plant extracts for antifungal activities against *Colletotrichum* species of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Journal of Agricultural Science*, 151(4), 482–491. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000524>
- Moustapha, B., Marina, G. A. D., Raúl, F. O., Raquel, C. M., & Mahinda, M. (2011). Chemical constituents of the Mexican mistletoe (*psittacanthus calyculatus*). *Molecules*, 16(11), 9397–9403. <https://doi.org/10.3390/molecules16119397>
- Rodríguez Acosta, M. G. (2013). Comparación y análisis de extractos de *Psittacanthus calyculatus* y *Phoradendron tomentosum* para su uso en el desarrollo de alimentos funcionales para diabéticos tipo 2. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- Saura-Calixto, F., Serrano, J., & Goñi, I. (2007). Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry*, 101(2), 492–501. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.006>
- Xoca-Orozco, L. A., Zamora-Gasga, V., Espinosa-Alonso, G., Velázquez-Estrada, R. M., López-García, U., Sáyago-Ayerdi, S., & Chacón-López, A. (2018). In vitro antioxidant and antifungal activities of carambola (*Averrhoa carambola* L), extracts. *Biotechnia*, 20(2), 104–109. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v20i2.608>
- Xoca-Orozco, L.-Á., Cuellar-Torres, E. A., González-Morales, S., Gutiérrez-Martínez, P., López-García, U., Herrera-Estrella, L., Vega-Arreguín, J., & Chacón-López, A. (2017). Transcriptomic Analysis of Avocado Hass (*Persea americana* Mill) in the Interaction System Fruit-Chitosan-*Colletotrichum*. *Frontiers in Plant Science*, 8(June), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00956>

SISTEMA ADMINISTRADOR DE DOCUMENTOS NETCOM.

¹ Daniel Guimel Sánchez Tun, 6663@itescam.edu.mx

² Andrés Argel Tzuc Herrera, 7027@itescam.edu.mx

³ Pablo Jesús Che Martínez, 7252@itescam.edu.mx

⁴ José Manuel Lira Turriza, jmlira@itescam.edu.mx

⁵ José Luis Lira Turriza, jlira@itescam.edu.mx

⁶ Yaqueline Pech Huh, ypech@itescam.edu.mx

RESUMEN

En el presente documento se especifica el proceso de diseño, desarrollo e implementación de un sistema web dirigido a la empresa NETCOM con base en sus necesidades para brindar una mayor atención al cliente, facilitar los pagos y monitorear los servicios ofrecidos, gestionando pagos hechos y administrar otros procesos. Este desarrollo podrá servir para otras empresas con modelos de negocios y necesidades similares.

Este sistema fue desarrollado con el fin de digitalizar todo lo que se usa en la empresa, para llevar una mejor administración en pagos, instalaciones e implementar un buen servicio a todos sus clientes mediante capacitaciones y soporte técnico en caso de fallos en sus equipos. Para ello se utilizó la metodología de cascada, segmentando el proyecto en sus diversas fases para todo el proceso de elaboración, iniciando con el análisis y el diseño realizando especificaciones funcionales y no funcionales para el desarrollo de un sistema de información web, así como bocetos de la página; finalizando con la fase de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la página.

ABSTRACT

This document specifies the process of idealization, development and implementation of a web page aimed at the company NETCOM based on its needs, this to provide greater customer service, facilitate payments and monitor the services offered. In addition to managing the payments made and administering other processes. This development may serve other companies with similar business models and needs.

This application was developed to digitize everything that is used in the company, to better manage its payments, installations and implement a good service to all its customers through training and solutions in case of equipment failure. For this, the cascade methodology was used, for which the entire process of developing the website was segmented into certain parts, starting with the analysis and design where the functional and non-functional specifications were made for the development of a web information system, as well as page sketches; and ending with the testing phase to verify the proper functioning of the website.

u k'eexel le kuuxtal, tak ti le xooko' meetik tu wiilaj k'aasal tu yo'osal k ba'alo'ob tia'al k kaanankiba'on tia'al le contenidos temáticos yéetel le intercambio yéetel t'aan tu kuuchil xook.

PALABRAS CLAVE

Programación Web
Internet
Monitoreo de Red
Tecnología

KEYWORDS

Programming Web
Internet
Monitoring Network
Technology

¹ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Estudiante

² TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Estudiante

³ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Estudiante

⁴ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Docente

⁵ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Docente

⁶ TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní / Docente



I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay una fuerte competencia comercial a causa del uso de las tecnologías de la información, esto ha hecho crucial que cualquier empresa deba considerar la opción de expandirse hacia una propaganda virtual con este enfoque se tiene un mejor alcance en clientes. Podemos decir que la tecnología no es como tal una solución, sino que la tecnología funciona como una herramienta la cual hace posible, tanto ejecutar, como desarrollar las acciones de una manera eficiente y eficaz, es decir, la tecnología es el instrumento mediante el cual se optimiza, se reducen o se eliminan acciones que en el pasado imposibilitaban una cierta flexibilidad en los procesos. (Álvarez, 2015).

La llegada y uso de nuevas tecnologías de comunicación ha permitido una mejor comunicación entre los integrantes de las empresas y sus clientes, Saavedra García en su artículo claramente concluye que el uso de las tecnologías de información en las MIPyME cobra vital importancia si consideramos que hoy en día representan un elemento fundamental para incrementar la competitividad de tales empresas (Saavedra García, 2013), de igual manera la necesidad de diferenciar la empresa hace necesaria una estrategia de imagen y comunicación online que ponga de manifiesto los esfuerzos de las empresas por integrar a sus públicos en la misma (Marín Dueñas Pedro Pablo, 2017), por lo que se propuso realizar un sistema web a la empresa NETCOM ya que así se beneficiará de poseer un vínculo electrónico dando una mayor accesibilidad de datos actuales, y en algunos casos en tiempo real, referentes a los servicios, actividades e información inherentes a la empresa, fortaleciéndose e innovando la imagen del mismo permitiendo un mayor alcance y presencia en el mundo virtual.

Cuando suceden percances en una red, es necesario tener una herramienta que ayude a identificar de manera rápida donde ocurrió el fallo. Existe software que permite el monitoreo de la red, el cual se puede obtener por medio de licencia pagada o licencias de código abierto. Por esta razón es muy importante para la empresa NETCOM tener un monitoreo constante de la calidad de su servicio de internet, con el objetivo de mantener un control sobre la disponibilidad y el rendimiento del servicio, además de poder gestionar a los usuarios, sus pagos realizados, y también el servicio de atención al cliente.

Se puede considerar al sistema web como la tarjeta de presentación digital de una empresa, las ventajas de este tipo de plataformas es que puedes tener más clientes que una tienda física y tampoco te limitas a un horario estable ya que se podría consultar por información durante todo el día. Pensando en lo anterior se decidió ofrecer un servicio de apoyo para proporcionar a un negocio el espacio de un sitio web que a su vez implementa un sistema de registro de usuario y acciones de pago enfocadas a la finalidad de la empresa. Todo esto, claro, apoyándose del uso de una base de datos que almacenará la información de los clientes de la empresa. La problemática consiste en qué el sistema tendrá como principal función llevar de manera inteligente el servicio que se le otorgue, en este caso conexión, pagos y atención al cliente.

Objetivo general

- Implementar un sistema web para la administración del modelo de negocio de la empresa NETCOM, proveedor de servicios de internet en el camino real que permita la gestión de los documentos procesados.

Objetivos específicos

- Obtener el 80% de los requerimientos de la empresa NETCOM.
- Generar la documentación de los requerimientos funcionales y no funcionales.
- Diseñar la base de datos necesaria para la implementación del sistema.
- Realizar un diagnóstico en cuanto a los medios de difusión y comunicación con los que cuenta la empresa.
- Crear una base de datos donde se pueda almacenar información detallada referente a los pagos.
- Codificación de los diferentes módulos del sistema.
- Implementación de los diferentes módulos y prueba de este.

II. METODOLOGÍA

La metodología propuesta y utilizada para este proyecto es el modelo en cascada, este consiste en cinco fases rigurosas que ayudan a concluir con un producto final satisfactorio y de calidad. (Sommerville, 2011)

Se dirige hacia este tipo de metodología debido a que se tiene un objetivo final bien definido con una probabilidad de cambios mínima. De igual manera no se tienen restricciones referentes al presupuesto al momento del desarrollo, dirigiendo el proyecto hacia un producto de calidad prioritariamente

sobre el tiempo de entrega, (J. Cervantes Ojeda, 2012) indica que el modelo de desarrollo elegido tiene mejores resultados cuando se tienen estas características. Este modelo de metodología para gestión de proyectos se divide en distintas fases, cada fase comienza recién cuando ha terminado la anterior siendo una forma común de gestión de proyectos que incluye la planificación profunda y la documentación detallada (Delgado, 2020). El uso de la metodología define de manera eficiente el inicio y el alcance del proyecto haciendo indispensable tener el análisis de los requerimientos bien definidos, el resultado del desarrollo dependerá de que estos requerimientos sean los adecuados para satisfacer las necesidades del proyecto.

Debido a que este trabajo es realizado entre diferentes colaboradores es necesario establecer una herramienta que permita esto de manera eficiente y para ello se estableció el uso de un sistema de control de versiones, así como un espacio para administrar el proyecto; considerando esto se eligió la herramienta GtiHub.

A continuación, se presenta una descripción de las fases de la metodología aplicada en el proyecto:

Fase de análisis y definición de requerimientos: Como primer punto se lleva a cabo el análisis de la problemática con la finalidad de determinar una solución adecuada. Durante este proceso se obtiene información de los usuarios del sistema que sirve como guía para la conceptualización de los procesos de negocio, es decir, una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que éste debe realizar, se identifican los factores y restricciones que pueden afectar al desarrollo, así como los datos asociados, luego, se realiza un análisis a los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de manera que permita gestionar los distintos procesos de administración de pagos y monitoreo.

Fase de diseño: Se realizan diagramas de caso de uso que describen los comportamientos esperados del sistema, se establece el modelo de almacenamiento de datos de acuerdo con los requerimientos previamente establecidos.

Posteriormente se crean las vistas de usuario utilizando herramientas de prototipado para este proyecto se utiliza la herramienta Adobe XD se establece el mapa de navegación del sitio.

Fase de desarrollo: Con base a los datos recabados y a los diseños de interfaz realizados, se procede a realizar la codificación del sitio web, para este propósito se utiliza una arquitectura api rest que consiste en tres capas (persistencia de datos, Api Rest y la capa del cliente).

Para la persistencia de datos se utiliza una base de datos Maria DB 10.5.12 (Maria DB, 2022) sobre una estructura InnoDB. Para la construcción del Api Rest del lado del servidor se utiliza php versión 7.4.21 como lenguaje de programación con el framework de código abierto Laravel versión 8 (Laravel, 2022). Para el desarrollo de interfaces de usuario de la capa del cliente se utilizó el framework angular versión 13 (Angular, 2022). Cabe mencionar que los frameworks descritos corren de manera integrada en un servidor apache 2.

Para el caso del hardware utilizado en la fase de desarrollo se utiliza un servidor marca Dell EMC Power Edge R340 que es un servidor en rack de 1U de un solo conector, con características de escalado y automatizado de procesos. Cuenta con un procesador Intel Xeon E-2226G de 3.4 Ghz, 12 de memoria cache, con 6 núcleos, memoria de 16GB DDR4, un disco duro de 1TB. Se requiere un sistema operativo Debian en su versión 10 estable. (Debian, 2022)

Fase de implementación y pruebas: Durante esta etapa se realizan las pruebas respectivas para verificar que cada componente desarrollado cumple con la especificación.

Fase de integración y pruebas del sistema: Durante esta etapa se integran los componentes individuales y se prueban como un sistema completo asegurando que se cumplan los requerimientos del producto. Se llevaron a cabo las verificaciones usando un plan de pruebas definido con anterioridad, en la cual se comprueba el correcto funcionamiento de aspectos como: el inicio y cierre de sesión, consulta de información, el registro de usuario, la sección de preguntas frecuentes, eliminación de usuarios, etc. Una vez integrado y probado el sistema se puso en producción en un servidor Infinity Free

III. RESULTADOS O AVANCES

Se presentan los avances obtenidos al finalizar el proyecto, considerando que estos módulos son lo básico para el correcto manejo y control de lo solicitado.

Como parte de la fase de análisis y definición de requerimientos se realizaron entrevistas con los clientes para determinar una lista de requerimientos los cuales fueron clasificados en requerimientos funcionales y no funcionales asociados a una interfaz de tipo A (Administrador), G(Cliente) e I (invitado) especificando su tipo de riesgo y prioridad como se muestra en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1

Lista de Requerimientos Funcionales.

ID	Requerimiento funcional	Interfaz	Riesgo	Prioridad
RF1	Gestionar acceso al sistema	A, C	Marginal	Alta
RF2	Crear cliente	A	Marginal	Alta
RF3	Eliminar cliente	A	Marginal	Alta
RF4	Editar cliente	A	Marginal	Alta
RF5	Consultar cliente	A, C	Marginal	Media
RF6	Crear Servicio	A	Marginal	Alta
RF7	Eliminar Servicio	A	Marginal	Alta
RF8	Editar Servicio	A	Marginal	Alta
RF9	Consultar Servicios	A, C	Marginal	Media
RF10	Crear sucursal	A	Marginal	Alta
RF11	Eliminar sucursal	A	Marginal	Alta
RF12	Editar sucursal	A	Marginal	Alta
RF13	Consultar sucursal	A, C	Marginal	Media
RF14	Crear Documentos	A	Critico	Alta
RF15	Eliminar Documentos	A	Critico	Alta
RF16	Editar Documentos	A	Critico	Alta
RF17	Consultar Documentos	A, C	Critico	Media
RF18	Crear Solicitudes	A	Critico	Media
RF19	Eliminar Solicitudes	A	Critico	Media
RF20	Editar Solicitudes	A	Critico	Media
RF21	Consultar Solicitudes	A, C	Critico	Media
RF22	Crear Preguntas	A	Marginal	Media
RF23	Eliminar Preguntas	A	Marginal	Media
RF24	Editar Preguntas	A	Marginal	Media
RF25	Consultar Preguntas	A, C	Marginal	Media
RF26	Monitoreo de Solicitudes	A, C, I	Critico	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Lista de Requerimientos no Funcionales.

ID	Requerimiento no funcional	Riesgo	Prioridad
RNF1	Seguridad	Critico	Alta
RNF2	Disponibilidad	Critico	Alta
RNF3	Mantenibilidad	Critico	Alta
RNF4	Fiabilidad	Marginal	Alta
RNF5	Portabilidad	Marginal	Media

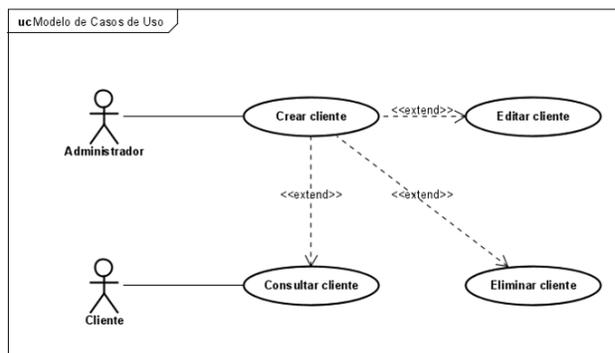
Fuente: Elaboración propia

El detalle de los requerimientos funcionales y no funcionales se encuentra en el documento de requerimientos del proyecto.

En la fase de diseño se identificaron los casos de uso resultantes de los diferentes requerimientos generados, en la Figura 1 podemos observar la representación de un caso de uso característico correspondiente a la Gestión de clientes en donde se muestra la relación entre las actividades y los actores en un proceso determinado. (Yanet Díaz-Ricardo, 2014) en su artículo presentó los resultados de funcionalidades a través de diagramas de casos de uso brindando información de la interacción con los usuarios potenciales de igual manera que lo presentado en este documento.

Figura 1

Gestión de clientes.



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El sistema debe permitir al usuario administrador realizar la gestión de los clientes (agregar, editar eliminar y consultar), así mismo, al usuario cliente, el sistema debe permitirle realizar únicamente la consulta de información de los clientes registrados en el sistema.

Para el proyecto fueron identificados un total de 34 casos de uso en donde se describen la relación y las dependencias entre las actividades y los actores de los procesos, el desglose de estos se encuentra en el documento del proyecto.

A través de la utilización del Software Adobe XD se procedió a la creación de las diferentes vistas de usuario. En la figura 2 se aprecia la vista de la página principal del sitio web NETCOM, donde se puede ver las diferentes secciones que contiene.

Figura 2

Vista de la página principal del sitio web NETCOM

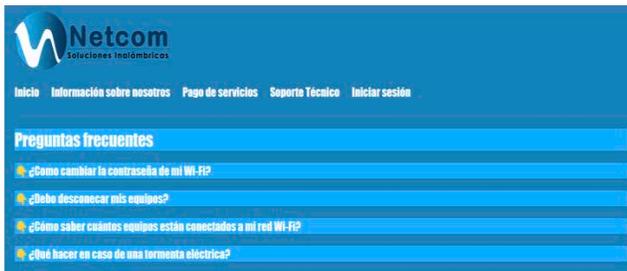


Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 y 4, podemos ver la sección de preguntas frecuentes, en la cual se proporciona información de las dudas más comunes que tiene sobre el servicio ofrecido por la empresa NETCOM.

Figura 3

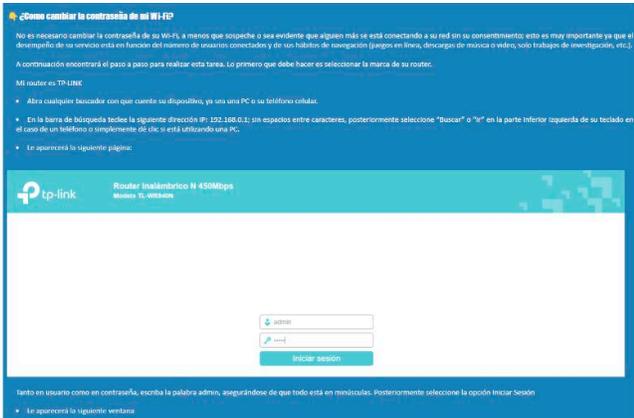
Vista de la sección de preguntas frecuentes de la web NETCOM



Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Vista de las respuestas a las preguntas frecuentes de la página principal del sitio web NETCOM



Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Vista de la pantalla de bienvenida del sitio web NETCOM



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Vista de la opción de pagos del sitio web NETCOM



Fuente: Elaboración propia

El servidor que está en uso es el Infinity Free, este servidor cuenta con un espacio de almacenamiento de 5GB para almacenar hasta 400 bases de datos que se alojarán en el mismo servidor web.

Como se aprecia en la figura 7, el servidor de Infinity Free tiene su propio monitor para su servidor de base de datos, aquí podemos ver el estado actual del servidor las Conexiones, Procesos y el Tráfico de la red.



Figura 7

Vista del monitor para el servidor de base de datos del sitio web NETCOM

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto se mejoró la gestión de los documentos de los clientes de la empresa NETCOM administrados por el sistema, permitiendo utilizarlo para otros sistemas con características similares, en donde se provea de un servicio de monitoreo y gestión de documentos.

En el presente proyecto se pudo apreciar la interfaz del sistema diseñada con las herramientas descritas, sin embargo, se considera que para agilizar este proceso se puede comprar o adquirir una plantilla considerando los requerimientos de los usuarios en cuanto usabilidad, generando un uso sencillo y amigable para el cliente (empresa NETCOM). El cliente recibió el programa cumpliendo con los requisitos establecidos al inicio del desarrollo, fue un reto llevar a cabo cada parte de sus fases, el sistema cuenta con módulos definidos que permiten al administrador principal acceder a toda la información, el sistema permite administrar los servicios de Internet y reconectarlos dejando así toda la información necesaria del usuario y un apartado de dudas para que sean atendidos en sus problemas o sugerencias.

Si bien se logró realizar el sistema web de la empresa NETCOM, se está consciente de que actualmente existe una gran variedad de herramientas que facilitan aún más la tarea de desarrollo de sitios web multiplataforma, estas pueden ser de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web. Igualmente se considera para trabajos futuros aplicar metodologías de desarrollo ágil para establecer parámetros que permitan comparar la calidad y rapidez en el desarrollo por parte de los participantes.

Es importante reconocer que el periodo de pandemia Covid 19 ofrece a los desarrolladores de software una oportunidad de realizar los trabajos de levantamiento de requerimientos y desarrollo de manera virtual sin embargo fue un reto para el caso del levantamiento de requerimientos observar el proceso de operación del negocio de manera física para entender la problemática y plantear una solución adecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, F. A. (2015). Implementación de nuevas tecnologías: Valuación, variables, riesgos y escenarios tecnológicos. UFG Editores.
- Angular. (22 de Octubre de 2022). Introduction to the Angular Docs. Obtenido de Introduction to the Angular Docs
- Debian. (8 de 10 de 2022). Debian. Obtenido de <https://www.debian.org/>: <https://www.debian.org/releases/buster/>
- Delgado, J. M. (2020). Desarrollo de una aplicación web para la solicitud de ofertas a proveedores. Universidad Oberta de Catalunya.
- J. Cervantes Ojeda, M. d. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. Universidades UDUAL, 52, 37-47.
- Laravel. (18 de Octubre de 2022). Laravel Release Notes. Obtenido de <https://laravel.com/docs/8.x/releases>
- Maria DB. (18 de Octubre de 2022). MariaDB 10.2.31 Release Notes. Obtenido de [https://mariadb.com/kb/en/mariadb-10231-release-notes/#:~:text=MariaDB%2010.2%20is%20a%20previous,a%20Stable%20\(GA\)%20release](https://mariadb.com/kb/en/mariadb-10231-release-notes/#:~:text=MariaDB%2010.2%20is%20a%20previous,a%20Stable%20(GA)%20release).
- Marín Dueñas Pedro Pablo, L. d. (2017). La efectividad de las páginas web en la comunicación empresarial de las pequeñas y medianas empresas. Un estudio en PYMES de la provincia de Cádiz. Zer. Revista De Estudios De Comunicación, 22(42), 53-71. <https://doi.org/10.1387/zer.17797>
- Saavedra García, M. y. (2013). El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales mexicanas. Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 10(1), 85-104.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software. PEARSON.
- Yanet Díaz-Ricardo, Y. P.-d.-P. (2014). Sistema para la Gestión de la Información de Seguridad Informática en la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Ciencias Holguin, XX(2), 1 -14.

BIOESTIMULACIÓN CON NEODIMIO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE PLÁNTULAS DE LECHUGA CV. RHODENAS

¹Imelda Rueda-López, arueda.3001@gmail.com

²Libia Iris Trejo-Téllez, tlibia@colpos.mx

³Fernando Carlos Gómez-Merino, fernandg@colpos.mx

RESUMEN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas de hoja más producidas a nivel mundial. Se le cultiva de manera intensiva a cielo abierto, en invernadero o en sistemas hidropónicos. El cambio climático afecta negativamente la producción de esta hortaliza, lo que hace necesaria la búsqueda de alternativas que mejoren su cultivo. El neodimio (Nd) es un metal que pertenece al grupo de los lantánidos y a los elementos de las tierras raras; su aplicación en especies cultivadas puede mejorar indicadores de crecimiento y producción. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación 0, 20, 40 y 60 μM Nd en la germinación de semillas y el crecimiento inicial de plántulas de lechuga cv. Rhodenas. Semillas de lechuga se colocaron en contenedores de plástico, y se trataron con 15 mL de cada solución con Nd, se sometieron a oscuridad por 48 h y posteriormente, 7 d en luz. Después se registró el porcentaje de germinación, altura de planta, longitud de hoja y longitud de raíz. El porcentaje de germinación no se vio influenciado por la adición de los tratamientos con Nd. El tratamiento 40 μM Nd aumentó la altura de planta, así como las longitudes de hoja y de raíz. El Nd tiene un efecto bioestimulante en etapas iniciales de crecimiento en lechuga cv. Rhodenas.

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is one of the most important vegetables grown worldwide. It is produced intensively in crop fields, in greenhouses or in hydroponic systems. Climate change negatively affects the production of this crop. Therefore, it is necessary to search for alternatives that improve their production. Neodymium is a metal that belongs to the group of lanthanides and to the rare earths elements; its application to plants has improved growth and production in various species. The objective of this research was to evaluate the effect of the application of 0, 20, 40 and 60 μM Nd on germination and initial stages in lettuce cv. Rhodenas. Lettuce seeds were placed in plastic containers, and treated with 15 mL of each treatment, they were subjected to darkness for 48 h and 7 d in light. Then the percentage of germination, plant height, leaf length and root length were recorded. The germination percentage was not influenced by the addition of Nd treatments. The 40 μM Nd treatment increased plant height, leaf length, and root length. Nd has a biostimulant effect in the initial stages of growth in lettuce cv. Rhodenas.

PALABRAS CLAVE

Elementos benéficos
Lantánidos
Hormesis
Lactuca sativa

KEYWORDS

Beneficial elements
Lanthanides
Hormesis
Lactuca sativa

*1*Colegio de Postgraduados Campus Montecillo/Estudiante

*2*Colegio de Postgraduados Campus Montecillo/Docente

*3*Colegio de Postgraduados Campus Córdoba/Docente



I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) se produce de manera intensiva y se considera una de las plantas más importantes del grupo de hortalizas de hoja, debido a su fácil empleo en la alimentación humana, su sabor y características nutricionales que contribuyen a incrementar la nutrición en las personas (Santos-Filho et al., 2009). Su mayor uso es para consumo alimenticio, aunque también tiene otros, como medicinales, fabricación de cremas o extracción de látex (Kim et al., 2016). Este cultivo tiene la ventaja agronómica de presentar un ciclo vegetativo corto, lo que permite su producción durante todo el año (Saavedra et al., 2017). En Latinoamérica, los mayores productores de esta hortaliza son México y Chile con 370,066 y 101,559 toneladas, respectivamente. En 2020, las exportaciones e importaciones de Latinoamérica estuvieron lideradas por México con una producción de 106,670 toneladas y 26,769 toneladas respectivamente. La producción en México se ha duplicado en la última década, ya que, de acuerdo con datos del SIAP (2020), a nivel nacional se reporta una producción de 485,041 toneladas de lechuga en una superficie de 20,783 hectáreas. Lo anterior muestra a nuestro país como un importante productor y exportador de esta hortaliza (FAO, 2020). La lechuga es un cultivo importante para los agricultores que cuentan con suelos poco fértiles. Además, el cambio climático global afecta negativamente la producción de alimentos a través de diversos factores de estrés, lo que hace indispensable estimular la tolerancia y resistencia de las especies vegetales para mitigar tales efectos negativos. Los bioestimulantes promueven el crecimiento y propician una mayor eficiencia en la absorción y utilización de nutrimentos, lo cual incide en la calidad del cultivo; además de incrementar tolerancia a factores de estrés abiótico.

El neodimio (Nd) forma parte de los elementos de las tierras raras (ETR), este grupo comparte características físicas y químicas similares y muchos de los elementos de este grupo están clasificado como bioestimulantes inorgánicos (Ramos et al., 2016). Los más estudiados en agricultura son lantano (La), itrio (Y) y cerio (Ce), en especies como arroz, trigo, soya, cebada, maíz, frijol, tomate, pepino, pimiento morrón, espinaca, cilantro y tulipán.

Los efectos de los ETR en la nutrición vegetal son variados, pueden promover la germinación de semillas y el desarrollo de raíces, aumentar la biomasa vegetal y la producción de metabolitos secundarios cuando se suministran en concentraciones adecuadas (Zhang et al., 2013).

Las investigaciones realizadas con neodimio son limitadas. Estudios demuestran que, promueve las actividades de superóxido dismutasa (SOD), peroxidasa (POD) y catalasa (CAT) e incrementó la capacidad de las células para eliminar los radicales libres de oxígeno y controlar la oxidación excesiva de lípidos de membranas (Wei et al., 2000). También estimula la tasa de germinación y el contenido de clorofila a y b (Zhang et al., 2013).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue promover la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Rhodenas mediante bioestimulación con neodimio.

II. METODOLOGÍA

Condiciones del experimento

El experimento se llevó a cabo en condiciones de laboratorio a principios de julio de 2022, en las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Vegetal “Salvador Alcalde Blanco” ubicado en el edificio de Edafología e Hidrociencias perteneciente al Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, localizado a 2250 m de altitud, 19° 30' 45" latitud norte y 98° 52' 47" longitud oeste.

Material vegetal y aplicación de tratamientos

Se preparó una solución stock 100 μ M NdCl₃ 6H₂O (Sigma-Aldrich, USA). Primero se pesaron 0.018 g de NdCl₃ 6H₂O en una balanza analítica (AV213C, Adventurer Pro, USA), se disolvió totalmente con agua destilada, se traspasó a un matraz volumétrico y se aforó a 500 mL. En cuatro matraces se vertieron 0, 50, 100 y 150 mL de la solución stock y se aforaron a 250 mL con agua destilada. En un contenedor de plástico transparente con dimensiones de 12 x 11 x 11 cm se colocó papel filtro, con ayuda de una micropipeta se adicionaron 15 mL de la solución correspondiente a cada tratamiento y se colocaron 10 semillas de lechuga cv. Rhodenas distribuidas homogéneamente. Los contenedores permanecieron en una mesa de laboratorio en condiciones de oscuridad por 48 h. Posteriormente, se mantuvieron a luz natural durante 7 d.

Diseño experimental y diseño de tratamientos

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron cuatro concentraciones de Nd 0, 20, 40 y 60 μM , a partir de la fuente $\text{NdCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Sigma-Aldrich, USA). Cada unidad experimental fue un contenedor de plástico transparente, con 10 semillas y la solución de $\text{NdCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ correspondiente a cada tratamiento. El testigo consistió en utilizar agua destilada (0 μM Nd).

Germinación

A las 48 h después de siembra, se registró la germinación en cada tratamiento, considerando como germinadas aquellas semillas con radícula mayor a 2 mm. El porcentaje de germinación se calculó con la fórmula propuesta por Tam y Tiquia (1994).

Variables de crecimiento inicial

Diez días después de haber iniciado el experimento se tomaron fotografías de cinco plántulas por contenedor, se incluyó una escala de longitud y se evaluaron en el programa ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>), los resultados se expresaron en cm. Schenider et al. (2012) proporcionan más información acerca del uso del software de libre acceso ImageJ en análisis de imágenes.

Análisis de datos

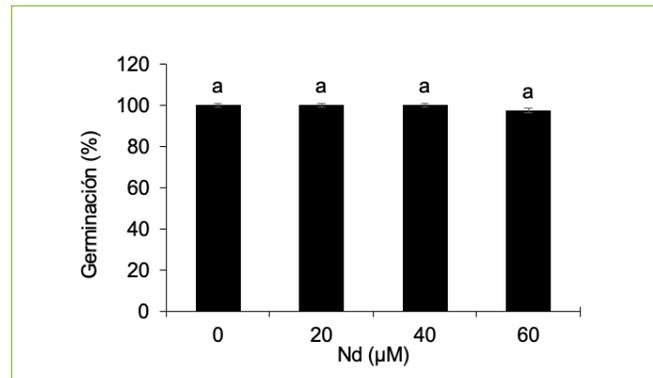
Los datos se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey (Tukey, $P \leq 0.05$), para lo cual se utilizó el software estadístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2009) versión 9.3.

III. RESULTADOS

Existen diversos estudios sobre los efectos positivos de ETR en la germinación de semillas, principalmente porque estos elementos actúan de manera sinérgica con fitohormonas que estimulan la germinación (Ramos et al., 2016). El tratamiento de semillas de *Cassia obtusifolia*, con 1 mg Nd^{3+} L-1 promovió significativamente la germinación (Yao et al., 2008). Contrario a lo anterior, en esta investigación la aplicación de 20, 40 y 60 μM Nd no tuvo influencia en el porcentaje de germinación (Figura 1). Estos resultados coinciden con los reportados por Andersen et al. (2016), quienes no encontraron efectos significativos en la germinación de semillas de lechuga después de ser tratadas con nanopartículas de $\text{Ce}(\text{nCeO}_2)$ a concentraciones que oscilaron entre 250 y 1000 mg L-1.

Figura 1

Porcentaje de germinación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Rhodenas, tratadas con 0, 20, 40 y 60 μM Nd.



Fuente: Elaboración propia

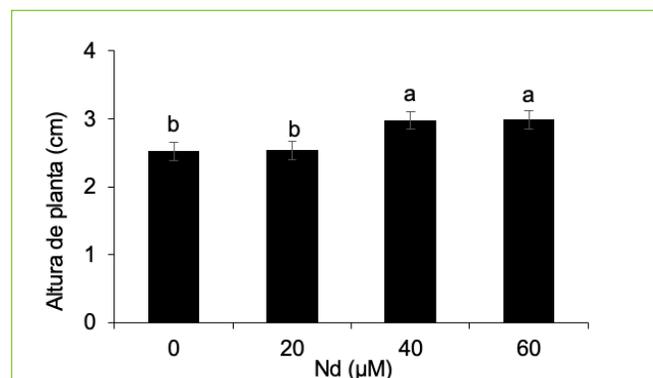
Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La altura de plántula de lechuga cv. Rhodenas aumentó 18.1 y 18.5% con la aplicación de 40 y 60 μM Nd, respectivamente, en comparación con el testigo (Figura 2). Las plantas tratadas con 20 μM Nd no presentaron diferencias significativas respecto al testigo. Los ETR en etapas iniciales influyen positivamente en el crecimiento de las plantas.

En plantas de arroz, la adición de 4, 8 y 12 μM Ce incrementó significativamente la altura de planta en más del 100% (Ramírez-Olvera et al., 2018). Por su parte Diatloff et al. (2008), concluyen que el La tiene efecto benéfico en el crecimiento de plantas, particularmente cuando es suministrado a bajas concentraciones.

Figura 2

Altura de planta de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Rhodenas tratadas con 0, 20, 40 y 60 μM Nd.



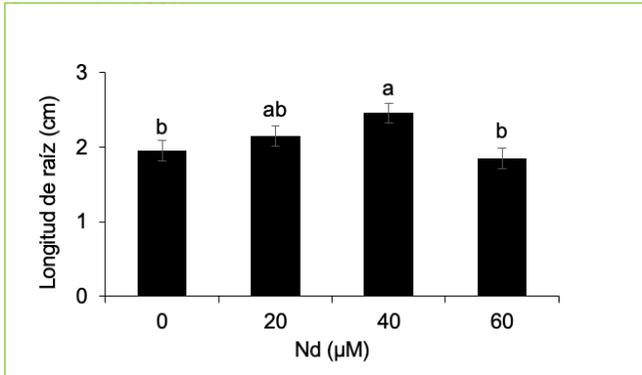
Fuente: Elaboración propia

Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La longitud de raíz aumentó 25.6% con la aplicación de 40 μM Nd, con respecto al testigo. De manera contraria, esta variable fue afectada con la aplicación de 60 μM Nd (Figura 3). Un estudio realizado en plántulas de palma de coco (*Cocos nucifera*) demostró que el cultivo mixto con *Calotropis gigantea* y la aplicación de 1 g de ETR que incluía $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$ incrementó el crecimiento de la raíz (Wahid et al., 2000). Resultados similares fueron reportados por Jianping et al. (2008) quienes estudiaron los efectos del $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$ en el enraizamiento adventicio de esquejes en brotes de *Dendrobium densiflorum*. La adición de 5 μM Nd al medio de cultivo incrementó significativamente la frecuencia de enraizamiento, así como la longitud de raíz. Además, se encontraron niveles altos de ácido indol-3-acético (AIA), lo que sugiere que, la frecuencia de enraizamiento mejorada y el crecimiento de raíz pueden estar relacionados con este incremento ya que el AIA participa en el alargamiento y la elongación celular de la raíz.

Figura 3

Longitud de raíz de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Rhodenas, tratadas con 0,



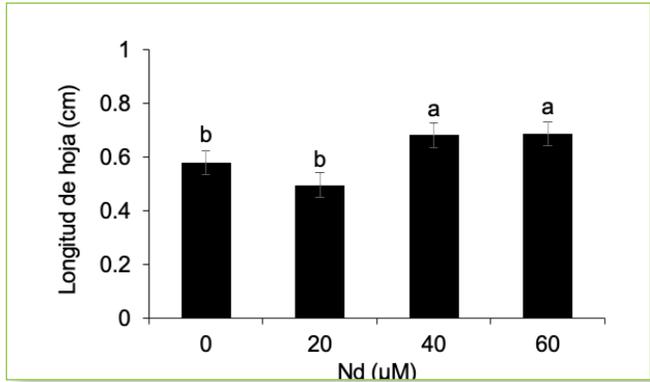
Fuente: Elaboración propia

Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La aplicación de 20 μM Nd provocó una disminución en la longitud de hoja respecto al testigo. Por su parte, el largo de hoja aumentó 16.6 y 18.54% con la adición de 40 y 60 μM Nd respectivamente, en comparación con el testigo (Figura 4). La hoja es uno de los órganos de mayor importancia en las plantas vasculares, debido a que es el órgano especializado en realizar la fotosíntesis. En plantas de tulipán la adición de 5 μM de Ce aumentó significativamente la longitud de hoja (Gómez-Navar et al., 2021).

Figura 4

Longitud de hoja de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Rhodenas, tratada con 0, 20, 40 y 60 μM Nd



Fuente: Elaboración propia

Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten concluir que el Nd tiene un efecto bioestimulante en el crecimiento inicial de plantas de lechuga cv. Rhodenas, al incrementar la altura de planta y las longitudes de hoja y de raíz. Mientras que, no se observaron efectos en la germinación de semillas.

Cabe señalar que los efectos positivos, negativos o nulos que produce el Nd pueden estar relacionados con la dosis, el cultivar y las condiciones de aplicación de los tratamientos. Los efectos fisiológicos de Nd deben ser investigados con mayor detalle para que su aplicación en la agricultura sea viable. Es necesario futuros estudios para identificar sus mecanismos moleculares implicados en el crecimiento de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, C. P., King, G., Plocher, M., Storm, M., Pokhrel, L. R., Johnson, M. G., & Rygielwicz, P. T. (2016). Germination and early plant development of ten plant species exposed to titanium dioxide and cerium oxide nanoparticles. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(9), 2223-2229. <https://doi.org/10.1002/etc.3374>
- Diatloff, E., Smith, F. W., & Asher, C. J. (2008). Effects of lanthanum and cerium on the growth and mineral nutrition of corn and mungbean. *Annals of Botany*, 101(7), 971-982. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn021>
- FAO. (2020). Lechuga y achicoria. Recuperado el 05 de junio de 2022 de <https://www.fao.org/faostat/es/#search/produccion%20de%20lechuga>.
- Gómez-Navar, T., Gómez-Merino, F. C., Alcántar-González, G., Fernández-Pavía, Y. L., & Trejo-Téllez, L. I. (2021). Cerium (Ce) affects the phenological cycle and the quality of tulip (*Tulipa gesneriana* L.). *AgroProductividad*, 14(4), 59-63. <https://doi.org/10.22004/agecon.315846>
- Jianping, L. U. O., Zhang, J., & Ying, W. A. N. G. (2008). Changes in endogenous hormone levels and redox status during enhanced adventitious rooting by rare earth element neodymium of *Dendrobium densiflorum* shoot cuttings. *Journal of Rare Earths*, 26(6), 869-874. [https://doi.org/10.1016/S1002-0721\(09\)60023-5](https://doi.org/10.1016/S1002-0721(09)60023-5)
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B., & Waterland, N. L. (2016). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19-34. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
- Ramírez-Olvera, S. M., Trejo-Téllez, L. I., García-Morales, S., Pérez-Sato, J. A., & Gómez-Merino, F. C. (2018). Cerium enhances germination and shoot growth, and alters mineral nutrient concentration in rice. *PLoS One*, 13(3), e0194691. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194691>
- Ramos, S. J., Dinali, G. S., Oliveira, C., Martins, G. C., Moreira, C. G., Siqueira, J. O., & Guilherme, L. R. (2016). Rare earth elements in the soil environment. *Current Pollution Reports*, 2(1), 28-50. <https://doi.org/10.1007/s40726-016-0026-4>
- Saavedra, G., Corradini, F., & Antúnez, A. (2017). Manual de producción de lechuga. INIA. Santiago, Chile. 26 p. Recuperado el 05 de junio de 2022 de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6703>
- Santos-Filho, B. G., Lobato, A. K. S., Silva, R. B., Schmidt, D., Costa, R. C. L., Alves, G. A. R., & Neto, C. O. (2009). Growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in protected cultivation and open field. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(5), 529-533. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1205.108>
- SAS Institute Inc. (2009). SAS/STAT Software: Changes and Enhancements, Release 6.10, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Schneider, C., Rasband, W., & Eliceiri, K. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9 (7), 671-675. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- SIAP. (2020). Al alza, producción y exportación de lechuga mexicana. Recuperado el 05 de junio de 2022 de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/al-alza-produccion-y-exportacion-de-lechuga-mexicana?idiom=es>.
- Tam, N. F. Y., & Tiquia, S. (1994). Assessing toxicity of spent pig litter using a seed germination technique. *Resources, Conservation and Recycling*, 11(1-4), 261-274. [https://doi.org/10.1016/0921-3449\(94\)90094-9](https://doi.org/10.1016/0921-3449(94)90094-9)
- Wei, Y. Z., & Zhou, X. B. (2000). Effect of neodymium on physiological activities in oilseed rape during calcium starvation. *Journal of Rare Earths* 18(1), 59-61. <http://www.cqvip.com/qk/84120x/200001/4000668619.html>.
- Wahid, P. A., Valiathan, M. S., Kamalam, N. V., Eapen, J. T., Vijayalakshmi, S., Prabhu, R. K., & Mahalingam, T. R. (2000). Effect of rare earth elements on growth and nutrition of coconut palm and root competition for these elements between the palm and *Calotropis gigantea*. *Journal of Plant Nutrition*, 23(3), 329-338. <https://doi.org/10.1080/01904160009382019>
- Yao, J., Liu, C. Y., Qin, G. Z., & Chen, K. S. (2008). The effect of Nd³⁺ and burdock oligosaccharide on the germination of *Cassia obtusifolia* seeds. *Chin Agric Sci Bull*, 24, 69-72.
- Zhang, C., Li, Q., Zhang, M., Zhang, N., & Li, M. (2013). Effects of rare earth elements on growth and metabolism of medicinal plants. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 3(1), 20-24. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2012.12.0>

EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS MEDIANTE EL MÉTODO QEC Y DIAGRAMA DE CORLETT Y BISHOP EN PANADERÍA ARTESANALES

¹ Gaudencio Antonio Benito, gaussjordan15@gmail.com

² Bernardino Ávila Martínez, bernardino.am@tamazunchale.tecnm.mx

³ Uriel Avila Monroy, 119iin162@tamazunchale.tecnm.mx

⁴ Karla Judith Margarito Hernández, 119iin009@tamazunchale.tecnm.mx

⁵ Víctor Manuel Hernández Medina, 119iin042@tamazunchale.tecnm.mx

RESUMEN

El presente artículo se hace referencia a la investigación de trastornos musco-esqueléticos dentro de la industria panificadora artesanal al sur del estado de San Luis Potosí, con el fin de analizar las posturas que realizan en el proceso de la elaboración de pan en las que se llevan más esfuerzo físicos, por medio de la utilización de diferentes metodologías ergonómicas tales como Quick Exposure Check (QEC) y diagrama de Corlett y Bishop, para lograr evaluar los niveles de riesgo a los que están expuestas las operarias al realizar sus tareas dentro de su centro de trabajo. El método QEC generalmente está basado en la aplicación de cuestionarios que deberá responder el analista y operario ya que mediante estos se obtuvo una puntuación que fue analizada para definir una conclusión, por consiguiente, el diagrama está basado en un mapa en el cual se indicó las zonas del cuerpo en donde las operarias presentan sus molestias.

PALABRAS CLAVE

Ergonomía
QEC
Corlett y Bishop
Panadería

ABSTRACT

This article is based on the investigation of the musculoskeletal disorders of the workers who work in the artisanal bakery industry in the south of San Luis Potosí, in order to analyze the positions they perform in the bread making process in which it is required of greater physical effort, through the use of different methodologies such as the Quick Exposure Check (QEC) and the Corlett and Bishop diagram, in order to assess the levels of risk to which the operators are exposed when they perform their tasks within of the workplace. The QEC method is generally based on the application of questionnaires that the analyst and the operator must answer, since through these a score was obtained that was analyzed to define a conclusion, therefore, the diagram is based on a map in which indicated the areas of the body where the operators present their discomfort.

KEYWORDS

Ergonomics
QEC
Corlett and Bishop
Bakery

1 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Profesor de Ingeniería Industrial

2 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Profesor de Ingeniería Industrial

3 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Estudiante de Ingeniería Industrial.

4 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Estudiante de Ingeniería Industrial.

5 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Estudiante de Ingeniería Industrial.



I. INTRODUCCIÓN

Existen actividades que requieren de cierta postura y esfuerzo ya que pueden representar riesgos ergonómicos ocasionados por la mala ejecución de tareas, afectando la integridad de las personas, por tal motivo la ergonomía estudia la adaptación de la sociedad al entorno, sea este laboral, en el hogar y transporte, con el fin de que no tenga la necesidad de adaptarse sino viceversa, evitando enfermedades o lesiones que podrían ser irreversibles en la salud del hombre (Chicaiza, 2019). La mayoría de los trabajadores en el sector panadero están expuestos a situaciones de trastornos musco-esqueléticos de manera que afecta el desempeño físico y este a su vez prolonga eficiencia en el desempeño del trabajador (Medina, 2020).

Según el Instituto Mexicano del Seguro Social en México, los TME aumentaron en el año 2015, de los cuales el síndrome del túnel del carpo y las lesiones en el hombro mostraron un incremento del más del 70% con respecto al 2011 (Balderas, 2019) Para poder llevar a cabo un análisis ergonómico en el ámbito laboral se aplica el método QEC (Quick Exposure Check), el cual consiste en una evaluación rápida de la carga física en el puesto de trabajo basado en la utilización de un cuestionario el cual requiere la participación del operario en la identificación de los riesgos presentes (Mayerly, 2020). Calcula la exposición de cuatro partes del cuerpo en gran riesgo de lo más importantes factores de riesgos estimados. Además de calcular el cambio en exposición a factores de riesgo músculo-esqueléticos antes y después de una intervención ergonómica (Naranjo, 2020). Para evaluar el nivel de riesgo en las zonas corporales como espalda, hombro, muñeca se debe de seguir correctamente la metodología de QEC y plantear propuestas precisas para la disminución de riesgos de exposición (Gutiérrez, 2022).

Un segundo método utilizado en el análisis es el diagrama de Corlett y Bishop, el cual es un mapa corporal que divide el cuerpo en 24 segmentos funciona como una prueba de confort que se basa en la inspección del cuerpo humano por partes, en la cual cada trabajador ubica las zonas donde siente las molestias (Guevara, 2019). Así mismo (Medeiros, 2021) alude que en el mapa de regiones corporales se encuentra dividida por la parte derecha e izquierda y se complementa con una escala progresiva de incomodidad clasificando la intensidad del dolor en 5 niveles (normal, poco, moderado, alto y extremo).

Por otro lado, la industria panificadora mantiene tareas que implican riesgos ergonómicos para lo cual pueden evaluarse mediante los métodos QEC y Diagrama Corlett y Bishop. Actualmente en la región huasteca sur potosina existe una gran variedad de empresas dedicadas a la elaboración de pan artesanal en las cuales se ejecutan diferentes actividades que implican un mayor esfuerzo, dado a la poca tecnificación industrial en su sistema de producción por lo que mantienen posturas inapropiadas por intervalos de tiempos largos, además de tener que ejercer fuerza y movimientos no recomendables para el cuerpo. Los métodos QEC y Diagrama Corlett y Bishop se aplican directamente a los sistemas de producción artesanales específicamente en algunas de las actividades observadas, las cuales representan un reto para los operarios, pues en ocasiones son ejecutadas con sobreesfuerzo sin conocer los riesgos y enfermedades que pueden llegar a causar a largo plazo. Con la aplicación del método QEC y el diagrama Corlett y Bishop se busca la reducción de riesgos ergonómicos a través de la implementación e incorporación de mejoras en las áreas de trabajo en la panadería artesanal de la región huasteca sur potosina.

II. METODOLOGÍA

Localización y descripción del área de estudio

En la Huasteca Sur Potosina existen diversos trabajos artesanales realizados por pequeños grupos emprendedores; una de estas oportunidades es el sector de la panificación. Este sector se caracteriza según las investigaciones por su producción en el que existe una variación por demanda semanal de acuerdo a la temporada o el clima también por el tipo de pan que se elabora pues es dependiendo a la demanda de los clientes y para ello se manejan distintos tipos de masa, como son, masa para pan salado haciendo pan tostado, granada, armadillo y rosca mestiza, masa para pan dulce haciendo pan armadillo, pan taco, pan rosca mestiza y chilindrina; masa para pan de queso obteniendo pan liso y pan tipo conchas.

Para el presente trabajo las empresas fueron analizadas durante el periodo de enero-junio 2022 con una duración de 6 meses, dentro de este periodo se recabaron datos necesarios como se describe a continuación. Los materiales y equipos que son utilizados dentro del proceso de panificación se encuentran ordenados y distribuidos por áreas de trabajo que se describen. Almacén de materia prima y materiales: En la panadería, los materiales fundamentales que se necesitan para la elaboración de pan, es la mesa de trabajo, utensilios (cuchillo, rodillo, cucharas, cestos), báscula, cortadora de masa, recipientes (agua); además de contar con un buen suministro de leña misma que se compra por tercios para preparar el horno horas antes de terminar es por ello que es necesario contar con área para almacenar este suministro.

Almacén de material y equipo: Dentro del área se almacenan los materiales y equipos tales como las canastillas artesanales para la distribución de pan en diferentes lugares y los estantes donde se dejan reposar las piezas de pan crudo durante una hora de reposo.

Área de empaque: El empaque de las piezas de pan se realiza de dos maneras, el primero se empaqueta en cartones reciclados y en empaques de canastillas artesanales.

Área de horneado: En esta área se encuentra el horno artesanal construido a base de barro, además de contar con una paleta de madera de 6m con la cual se adentran las charolas de pan crudo al horno y así mismo manipularlas dentro sobre cocción.

Problemática identificada

Las largas horas de trabajo en la elaboración del pan, causan en el cuerpo dolores musculares que se recientan a medida que avanza la producción, esto debido a que el personal no cuenta con algún equipo de protección adecuado, además que el espacio físico donde se realiza el proceso de producción apenas se adecua a sus necesidades. Otro de los

factores observados es al momento de cargar las charolas de pan y el recipiente de agua de aproximadamente 10 litros para agregar a la amasadora, lo cual presenta dolor y fatiga al operario especialmente en la columna; por otro lado, la máquina cortadora se opera de manera manual y se requiere un gran esfuerzo muscular por parte del panadero ya que esta herramienta se encuentra en la base del suelo y al momento de manipularse se presenta una mala inclinación y otras posiciones que pueden generar trastorno musculoesquelético.

Métodos

Se aplicó el método QEC para diagnosticar y evaluar los factores de riesgo en la espalda, brazos, cuello y extremidades superiores en el proceso de elaboración de pan en las diferentes áreas de trabajo. A continuación, se presentan los dos instrumentos de evaluación utilizados en el proceso de amasado, cortado y acomodo de charolas en los estantes; la tabla 1 muestra las preguntas del evaluador aplicada mediante un análisis sigiloso al operario dentro del desarrollo de las actividades y la tabla 2 representa las preguntas aplicadas mediante el cuestionamiento directo al operario.

En esta tabla se muestran las preguntas diseñadas para la evaluación ergonomía del operario mediante el análisis del entrevistador.

Tabla 1
Preguntas para el entrevistador.

Tipo	Pregunta	Opciones de respuesta
Espalda	A. Cuando se realiza la tarea, ¿Está la espalda: (seleccionar la situación más penosa)	A1. Casi neutra (menos de 20°) (recta)? A2. Flexionada o girada o inclinada lateralmente de forma moderada (más de 20° y menos de 60°)? A3. Flexionada o girada o inclinada lateralmente de forma excesiva (más de 60°)?
	B. Seleccionar SOLO UNA de las siguientes opciones: 1. Para tareas prolongadas, de pie o sentado. ¿Permanece la espalda en posición ESTÁTICA la mayoría del tiempo?	B1. No B2. Si
	2. Para levantamientos, transportes, empujes y/o arrastres. ¿El movimiento de la espalda es	B3. Infrecuente (alrededor de 3 veces por minuto o menos)? B4. Frecuente (sobre 8 veces por minuto)? B5. Muy frecuente (sobre 12 veces por minuto o más)?
	C. Cuando se realiza la tarea, ¿están las manos (selecciona la situación más penosa)	C1. A la altura de la cintura o por debajo? C2. Sobre la altura del pecho? C3. A la altura de los hombros o por encima?
Hombro/ Brazo	D. ¿El movimiento del hombro/brazo es	D1. Infrecuente (algunos movimientos intermitentes)? D2. Frecuente (movimientos regulares con algunas pausas)? D3. Muy frecuente (casi movimientos continuos)?
Mano/ Muñeca	E. ¿Se realiza la tarea con (seleccionar la situación más penosa)	E1. La muñeca casi recta? E2. La muñeca desviada o doblada?
	F. La repetición de los movimientos es	F1. 10 veces por minuto o menos? F2. De 11 a 20 veces por minuto? F3. Más de 20 veces por minuto?
Cuello	G. Cuando se realiza la tarea, ¿está la cabeza/cuello doblado o girado?	G1. No G2. Si, ocasionalmente G3. Si, constantemente

Fuente: Elaboración propia

Método de Evaluación Ergonómica del Diagrama Corlett y Bishop

Se realizó una prueba de confort mediante el diagrama de Corlett y Bishop para identificar las partes del cuerpo donde el trabajador localiza el lugar en que se manifiestan las molestias músculo-esqueléticas y se plasman en un mapa corporal

donde cada operario señaló las zonas exactas de sus molestias. El mapa de regiones corporales mostrada en la figura 1, está dividida por la parte derecha e izquierda y se complementa con una escala progresiva de incomodidad clasificando la intensidad del dolor en 5 niveles (normal, poco, moderado, alto y extremo).

En esta tabla se muestran las preguntas diseñadas para la evaluación ergonómica del operario mediante el cuestionamiento del entrevistador.

Tabla 2

Formato de preguntas para el operario.

Pregunta	Opciones de respuesta
H. ¿Cuál es el máximo peso que MANEJAS MANUALMENTE en la tarea?	H1. Ligero (menos de 5kg) H2. Moderado (entre 5 y menos de 10 kg) H3. Pesado (entre 10 y menos de 20 kg) H4. Muy pesado (20 kg o más)
J. De media, ¿Cuánto tiempo pasas al día en esta tarea?	J1. Menos de 2 horas J2. De 2 a 4 horas J3. Más de 4 horas
K. Cuanto se lleva a cabo la tarea, ¿Cuál es la máxima fuerza ejercida por una mano?	K1. Baja (menos de 1 kg) K2. Media (de 1 a 4 kg) K3. Alta (más de 4 kg)
L. ¿La demanda visual de la tarea es	L1. Baja (casi no se necesitan observar detalles precisos)? L2. Alta (necesidad de observar detalles precisos)?
M. En el trabajo, ¿conduces algún vehículo	M1. Menos de una hora al día o nunca M2. Entre 1 y 4 horas al día M3. Más de 4 horas al día?
N. En el trabajo, ¿Utilizas herramientas que vibran durante	N1. Menos de una hora al día o nunca N2. Entre 1 y 4 horas al día N3. Más de 4 horas al día
P. ¿Tienes dificultades para seguir el ritmo de trabajo?	P1. Nunca P2. Algunas veces P3. Generalmente
Q. En general, ¿Cómo encuentras este trabajo?	Q1. Para nada estresante Q2. Ligeramente estresante Q3. Moderadamente estresan Q4. Muy estresante
Detalles P, L y Q si se considera necesario	P Q L

Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS Y AVANCES

Con el diagrama QEC aplicado a la actividad más penosa y que requiere más esfuerzos fue la elaboración de la masa (chilindrina) en la que se consideraron los principales factores laborales; largas horas de trabajo, diferentes posiciones corporales y el entorno, dentro de esta actividad se eligieron tres actividades: cortar porciones medidas, bolear masa de queso

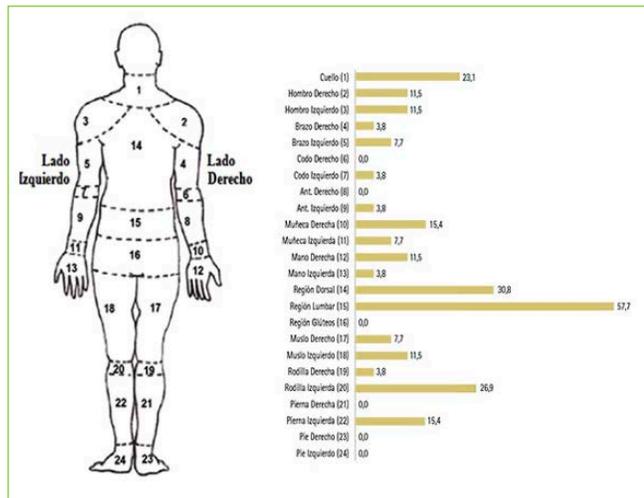
cortadas y colocación de charolas en carritos de espera.

Mediante el cuestionario tanto al evaluador (u observador) que le corresponde las preguntas A-G y así mismo al trabajador con las preguntas H, J, K y L, con ello se obtiene se calcula la puntuación QEC basado en combinaciones de los

factores de riesgo identificados por el evaluador para cada segmento corporal y por las respuestas subjetivas del trabajador en las tres actividades, en la tabla 3 se muestra el nivel de exposición para cada segmento corporal y con ello se determinó el nivel de exposición de acuerdo a los puntajes obtenidos.

A través de las puntuación de los segmentos corporales, en la primera actividad de cortado presenta un nivel bajo con un puntaje de 14 el segmento Mano/muñeca y en espalda con una puntuación de 22, hombro/brazo con 22 y con 8 para el segmento corporal del cuello todos con un nivel moderado, en la tercera actividad de boleado en todos los segmentos que son espalda con 18 puntos, hombro/brazo con 14, mano/muñeca 28 y cuello con una puntuación de 8, todos ellos con un nivel de exposición moderado, en la última actividad acomodo de charolas en los segmentos de espalda con un puntaje de 14 y cuello con 6, se obtuvo un nivel de exposición bajo y en hombro/brazo con una puntuación de 24, mano/muñeca con 20 ambos con un nivel de exposición moderado.

Figura 1
Percepción del Peso de una Carga Según Composición Corporal en Asistentes de Buses Interurbanos



NOTA: Percepción del Peso de una Carga Según Composición Corporal en Asistentes de Buses Interurbanos (p. 12), por Espinoza, et. al, 2018, Ciencia & trabajo.

Este formato de evaluación del Diagrama de Corlett y Bishop; la figura representa las zonas del cuerpo humano en las que se puede presentar cansancio, dolor y/o molestias músculo-esqueléticas debido al trabajo repetitivo o de largas jornadas laborales.

Tabla 3

Categorías de exposición para los segmentos corporales.

Segmentos corporales	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Espalda (B1-B2)	8-14	16-22	24-28	≥30
Espalda (B3-B5)	10-20	22-30	32-40	≥42
Hombro/brazo	10-20	22-30	32-40	≥42
Mano/muñeca	10-20	22-30	32-40	≥42
Cuello	4-6	8-10	12-14	≥16

Nota: Fuente propia

Además de los cuatros apartados que recogen los cuatro factores adicionales (conducción, vibración, ritmo de trabajo y estrés), que corresponden a las interrogantes M, N, P y Q del cuestionario, en la tabla 4 se muestra el nivel de exposición para los factores considerados y de acuerdo a los puntajes obtenidos es como se determinó el nivel de exposición del resto de los factores.

Tabla 4

Categorías de exposición para el resto de factores considerados.

Factores de exposición	Nivel de exposición			
	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Conducción	1	4	9	-
Vibración	1	4	9	-
Ritmo de trabajo	1	4	9	-
Estrés	1	4	9	16

Nota: Fuente propia

En la actividad de cortado con un puntaje de 1 en los factores de conducción y vibración con un nivel de exposición bajo y un nivel moderado en ritmo de trabajo y estrés ambos obtuvieron un puntaje de 4, en la segunda actividad de boleado en el factor de conducción y vibración con 1 de puntaje por ello se obtuvo un nivel de exposición bajo, para el ritmo de trabajo y estrés ambos con puntaje de 4 le corresponde un nivel moderado, en la última actividad de acomodo de charolas su nivel de exposición es igual a las anteriores, en los factores de conducción y vibración con una puntuación 1 se obtiene un nivel de exposición bajo y el factor de ritmo de trabajo y estrés ambos con un puntaje de 4 y con ello se obtuvo un nivel moderado.

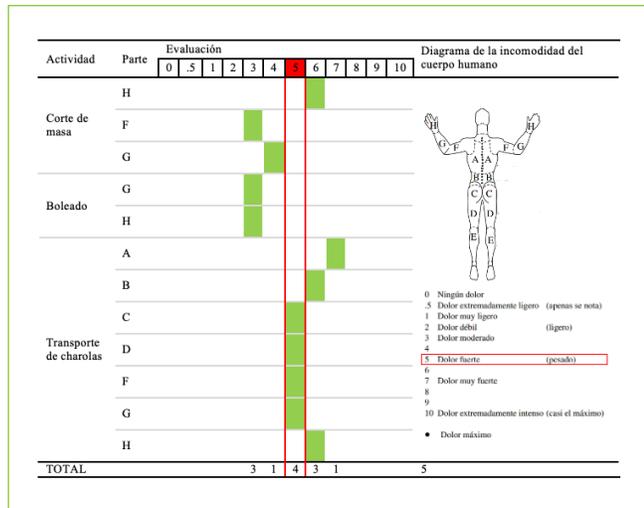
Otra herramienta que se aplicó para determinar el estado de salud e incomodidad durante la realización de las tareas es el diagrama de Corlett y Bishop en 1976, En la tabla 5 se plasman los resultados del cuestionario mediante el cual el trabajador evalúa el nivel de dolor o incomodidad en varias partes del cuerpo, en una escala del 0 (sin dolor) a 10 (casi máximo).

Las tres tareas seleccionadas se tomaron por criterio de los autores contemplando la dificultad de la actividad, cantidad de repeticiones y el tiempo, el resultado del cuestionario dio un resultado general de 5 quedando en un nivel de dolor por las actividades seleccionadas que al término de la jornada de trabajo tiende a tener un dolor fuerte pesado en la parte G y H, es decir, que al finalizar la producción del día la operaria presenta un dolor fuerte pesado en los codos del brazo y las muñecas.

Por otra parte la aplicación del Diagrama de Corlett y Bishop se determinó que las tareas que representa más fatiga en base a los comentarios de los operarios al finalizar las tareas son los hombros, brazos y muñecas de los operarios, tomando en cuenta que dentro del proceso de elaboración del pan son las partes del cuerpo que realizan mayor esfuerzo físico; las escalas de evaluación nos arroja el resultado de dolor fuerte pesado que significa que en estas partes del cuerpo solo presentan malestares al finalizar el proceso.

Con base a los resultados obtenidos de los métodos aplicados, podemos deducir que la gran parte de las actividades realizadas durante el proceso de elaboración del pan presentan una concordancia en las áreas afectadas a nivel anatómico es por parte del tronco y las extremidades superiores (Hombro/brazo, mano/ muñeca y cuello), debido a las actividades se realizan de manera repetitiva, generando así estímulos de dolor y estrés provocando que a largo tiempo estas puedan provocar enfermedades musculoesqueléticas, evidenciando así que en el diagrama de Corlett y Bishop las áreas que más se presentan también son de los miembros superiores, recordando así que fisiológicamente cada persona presenta un umbral de dolor diferente, presentado un nivel de dolor máximo de 7 a nivel del humero.

Tabla 5
Diagrama de la incomodidad del cuerpo humano.



Nota: Fuente propia

Resultado del nivel de dolor y parte del cuerpo de las 7 tareas seleccionadas.

IV. CONCLUSIONES

Una de las principales fuentes de ingreso en la región se debe al emprendimiento artesanal de panificación como se analizó en el presente proyecto, si bien es cierto el cuidado de la salud de los colaboradores es uno de los puntos críticos cuando se trata de pequeñas empresas en donde no se cuenta con un conocimiento amplio en cuestión de posturas y fuerza a aplicar en distintas actividades que el trabajo requiera.

Es por ello que se diseñaron métodos que permiten analizar los trastornos musculo-esqueléticos como lo es el método QEC el cual permite evaluar las lesiones del cuerpo en donde se detectaron las causas de los tipos de posturas que adoptan en el área de trabajo, las actividades como; cortado boleado, colocación de charolas, las tareas establecidas para la elaboración de dicho producto y las horas de trabajo, el análisis fue realizado gracias a la base de puntuaciones establecidos en los niveles de exposición en mano, muñeca, espalda, hombro, brazo, cuello, todos presentando un nivel bajo y moderado.

De la misma manera Mejía (2022) al aplicar el método QEC a paramédicos al momento de hacer el levantamiento de camillas el estudio refleja una alta puntuación que afecta al cuello, hombro, manos, muñecas, piernas y pies, lo que permite pensar en áreas de oportunidad para contrarrestar estos datos arrojados. En el estudio del proyecto en base al análisis del diagrama Corlett y Bishop se identificó que las tareas que presentan mayor fatiga de acuerdo a los comentarios de los operarios al finalizar las tareas, son los hombros, brazos y muñecas, con dicho análisis se llegó a la conclusión que dentro del proceso de la elaboración del pan son las partes que realizan mayor esfuerzo físico. Por otra parte, las actividades realizadas durante el proceso de elaboración del pan presentan una concordancia en las áreas afectadas a nivel anatómico del tronco y las extremidades superiores, generando así estímulos de dolor y estrés.

Del mismo modo al aplicar el método en cuestión y determinar si han desarrollado desordenes traumáticos acumulativos, los resultados obtenidos demuestran que zonas del cuerpo más expuestas a sufrir dolor en una escala de muy fuerte a máximo son la Región A (espalda alta), región B (espalda baja), región D (piernas) y la región E (pantorrillas); por lo que el equipo de investigación propone desarrollar mejoras en la distribución de la planta, donde a propósito Rivero et al (2021) en su artículo “necesidad de estudios antropométricos para la mejora de condiciones ergonómicas en la elaboración de productos artesanales” menciona la importancia del rediseño de las áreas de trabajo considerando principios ergonómicos, más aún creemos que cuando los resultados de los métodos de evaluación indican resultados alarmantes que afecta a la salud de las operarias.

Se llega a la consumación que con la realización del proyecto se logró un impacto positivo en la disminución de riesgos ergonómicos de las operarias, pues la elaboración de pan requiere de largas horas de trabajo, así como de esfuerzos y posturas no recomendables, según (Celestino, 2022) en los procesos de manufactura existen gran cantidad de actividades que se realizan de forma repetitiva y en posiciones corporales riesgosas que causan fatiga por consiguiente propone la implementación de mejoras que logran minimizar los dolores y molestares que se obtuvieron de estos análisis, entre los cuales se encuentran la utilización de fajas, de tapetes ergonómicos, la iluminación de área oscuras, la práctica de ejercicio de manos antes de comenzar el proceso y la fabricación de una mesa ergonómica.

Al igual que la panadería en cuestión se plasmaron propuestas para prevenir y/o corregir los malos hábitos, los cuales consisten en el diseño de mesas de trabajo para cortadora con medidas obtenidas mediante percentiles, así mismo la implementación de una faja y el instructivo para manos y muñecas. Estos resultados arrojaron notoriamente la disminución de molestares en las operarias, mediante la reevaluación de los niveles de riesgo TME. Por ello es importante identificar este tipo de riesgos, así como sus principales medidas de acción, puede ayudar a reducir el desgaste físico en los puestos de trabajo y por tanto lesiones futuras (Peñaranda, 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balderas. (2019). Evaluación Ergonómica con Quick Exposure Check (QEC) para la detección de Trastornos Musculoesqueléticos. Obtenido de Revista ingeniería y gestión industrial: <https://ingenieriaygestion.uanl.mx/index.php/r/article/view/8>
- Chicaiza. (Febrero de 2019). Google Académico. Obtenido de Repositorio Institucional: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5454/7/T-001062.pdf>
- Cruz-Rivero, L., Estévez-Gutiérrez, I. A., Delgado-Soto, S. E., & Cruz-Martínez, P. Y. (2021). La necesidad de estudios antropométricos para la mejora de condiciones ergonómicas en la elaboración de productos artesanales. *RINDERESU*, 5(2). <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/96>
- Celestino, J. C. (2022). Evaluación Ergonómica con Quick Exposure Check (QEC) para la detección de Trastornos Musculoesqueléticos. *Revista de Ingeniería y Gestión Industrial*, 28-37. <https://doi.org/https://doi.org/10.29105/revig1.1-8>
- Espinoza, Eduardo Navarrete, & Lizama, Estefanía Saldías. (2018). Percepción del Peso de una Carga Según Composición Corporal en Asistentes de Buses Interurbanos. *Ciencia & trabajo*, 20(61), 7-13. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492018000100007>
- Mayerly. (2020). Factores de riesgos biomecánicos en algunas panaderías de Patio Bonito en la localidad Kennedy. Factores de riesgos biomecánicos, 38-40. <https://repositorio.unitec.edu.co/bitstream/handle/20.500.12962/683/FactoresRiegoBiomec%C3%A1nicoPanaderiasBogota,ValledelCauca.pdf?sequence=1>
- Medeiros, S., (2021) Aspectos ergonómicos y riesgos laborales de los odontólogos. *Ufersa*, 20-25.
- Medina Sanchez, C. J. (09 de septiembre de 2020). Repositorio Institucional UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24831>
- Mejía Martínez. (2022). Propuesta de mejora de la cabina de ambulancia tipo ii para prevenir los riesgos músculo esqueléticos en paramédicos. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, 43-50. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3776/1/78209.pdf>
- Naranjo, A., Ramírez, E., López, M., & Rodríguez, I. (2020). Manual de prácticas de laboratorio de ergonomía. Obregón: Instituto Tecnológico de Sonora.
- Nelly Gloria Guevara Huilca. (2019). “Prevención de riesgos disergonómicos en el proceso de soldadura de tuberías metálicas de 24 en una empresa minera. Arequipa. 2018”. Obtenido de Repositorio Institucional: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1791>
- Gutierrez, L. C. (Junio de 2022). Ingeniería y Gestión Industrial. Obtenido de <https://ingenieriaygestion.uanl.mx/index.php/r/article/view/8>
- Peñaranda, A. (2022). Factores de riesgos biomecánicos en algunas panaderías de Patio bonito en la localidad de Kennedy, Bogotá y algunas en Alameda Palmira, Valle del Cauca. *Estudio de panaderías*. 144. <https://repositorio.unitec.edu.co/bitstream/handle/20.500.12962/683/FactoresRiegoBiomec%C3%A1nicoPanaderiasBogota,ValledelCauca.pdf?sequence=1>

EVALUACIÓN DE POSTURAS ERGONÓMICAS A MUJERES PANADERAS DE LA ZONA HUASTECA SUR DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ MEDIANTE RULA

¹ Gaudencio Antonio Benito, gaussjordan15@gmail.com

² Yoana Diaz Castillo, yoana.dc@tamazunchale.tecnm.mx

³ Aldahir Mogica Reyes, L19IIN103@tamazunchale.tecnm.mx

⁴ José Ángel Rosa Hernández, L19IIN044@tamazunchale.tecnm.mx

⁵ José Francisco Rosa Hernández, L19IIN043@tamazunchale.tecnm.mx

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar factores de riesgo ergonómicos que están expuestas las mujeres indígenas que trabajan en la panadería artesanal, es tomado como caso de estudio a la Zona Huasteca Sur del estado de San Luis Potosí; se realiza un estudio ergonómico, donde se evaluaron todos los procesos y actividades en la elaboración del pan, identificando las tareas más críticas mediante el método Rapid Upper Limb Assessment (RULA), las cuales permiten visualizar la interacción del operario con su entorno. El método RULA se aplicó para posturas del grupo A que abarcan brazo, antebrazo y muñeca, y para el grupo B que considera el tronco, cuello y piernas. Se identificó a través de fotografías las posturas críticas de cada proceso que realizan las mujeres panaderas, analizándolos mediante el software ErgoSoft PRO, los resultados muestran los riesgos más sobresalientes de todo el proceso del sistema de producción de pan artesanal, en este caso fueron para las tareas de amasado y horneado. Se realiza una propuesta de una mesa de madera con medidas ergonómicas, así como el uso de un tapete ergonómico con el fin de mejorar las condiciones de trabajo, aumentar la productividad y salud ocupacional de las mujeres.

KOOM T'AAN

The present work of investigation has as objective to identify ergonomics risks factors that are exposed the indigenous women who work in the artesian bakery, is taken as a case research to the southern Huasteca zone of the San Luis Potosí state; Is realized a ergonomic research, where is evaluated all the processes and activities in the bread making, identifying the most critical tasks through the method Rapid Upper Limb Assessment (RULA), which allow to visualize the interaction of the operator with its environment. The method RULA is applied for postures of the group A that include arm, forearm and wrist, and for the group B that considers the trunk, neck and legs. It was identified through photographs the critical postures of each process that perform the women bakers, analyzing it by means of the software ErgoSoft PRO, the artesian bread production, in this case were for the tasks of kneaded and baked. It realizes a proposal of a wooden table with ergonomic measurements, as well as the use of an ergonomic rug with the purpose of improve the work conditions, increase the productivity and occupational health of the women.

PALABRAS CLAVE

Ergonomía,
Panadería artesanal,
Riesgos Ergonómicos,
RULA.

KEYWORDS

Ergonomics
Artisan bakery
Ergonomic Risks
RULA

1 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Profesor de Ingeniería Industrial

2 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales

3 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Estudiante de Ingeniería Industrial.

4 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Estudiante de Ingeniería Industrial.

5 Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale/Estudiante de Ingeniería Industrial.



I. INTRODUCCIÓN

México, cuenta con una gran diversidad de actividades económicas para obtener alimentos, productos de consumo y bienes, en 2021 el Producto Interno Bruto (PIB) de la industria de los alimentos y bebidas en México fue aproximadamente de 703.608 millones de pesos mexicanos, durante el mismo año, la industria de la elaboración de productos de panadería y tortillas fue el sector que más aportó al PIB de la industria alimentaria, con una aportación de más de 210.000 millones de pesos (Statista Research Department, 2022). De los productos de panadería, la panificación tradicional tiene gran relevancia económica en México, del 2007 al 2016 la panadería habitual tuvo un gran crecimiento en la economía mexicana siendo de 9.4% aumentando 0.8% con respecto al año anterior (Gobierno de México, 2017).

Por otra parte, en el estado de San Luis Potosí el 42.46% de la distribución económica se encuentra en el comercio de alimentos (INEGI, 2020), particularmente, en la región sur del estado de San Luis Potosí (Huasteca Potosina), su población indígena de comunidades rurales, por lo que el pan es elaborado de forma tradicional el cual es realizado en su mayoría por mujeres, tales actividades en ocasiones son realizadas con herramientas que no son aptas para ese tipo de acciones e incluso el lugar de trabajo es inadecuado para el desempeño de tareas. Actualmente en la industria panificadora se realizan estudios para evaluar los riesgos en los operarios y así poder mejorar las condiciones ergonómicas.

Por lo anterior, el estudio de la ergonomía se basa en el operario de forma individual y de forma grupal, así también del diseño de la estación de trabajo; estudia al sistema Hombre-Máquina-Entorno (Avila y Duran, 2019). Se han desarrollado varios métodos, principalmente observacionales como por ejemplo, RULA (Rapid Upper Limb Assessment), REBA (Rapid Entire Body Assessment) y OWAS (Ovako Working Analysis System) que permiten evaluar el riesgo en los puestos de trabajo asociado a una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo y, como modelo tenemos el método RULA que implica la recopilación de información que es generalmente obtenida mediante una observación subjetiva o una simple estimación de ángulos proyectados en fotos y/o videos (Jara, 2019).

Con respecto a los factores de riesgos ergonómicos en la industria de la panadería, Peñaranda y Cano (2020) describen actividades que implican sobreesfuerzo de tipo músculo esquelético causado por movimientos, los operarios suelen adoptar posturas forzadas incluso con ángulos articulares extremos, ya sea para alcanzar algún material o equipos que están ubicados a alturas inadecuadas; entre las más frecuentes están la flexión de brazos, de tronco y cuello y el mantenimiento de la postura en pie, dado que las actividades duran más de una hora, entre las actividades se encuentran el mezclado, amasado y boleado que implican posturas forzadas para las extremidades superiores con aplicación de fuerzas cuyos efectos pueden verse reflejados en el aumento de lesiones musculares, ausentismo por incapacidades debido a las lesiones y, por ende, la disminución de la productividad.

De acuerdo con lo anterior, en el presente trabajo se muestran los resultados de la aplicación del método RULA a empresas panificadoras artesanales de la Zona Huasteca Sur, para realizar un análisis de factores de riesgos ergonómicos con mayor presencia en cada una de las operarias evaluadas y así lograr disminuirlos o eliminarlos.

II. METODOLOGÍA

Diagnóstico general de la empresa Características Generales de los Puestos de Trabajo: Las trabajadoras desarrollan tareas diferentes con alta variabilidad a lo largo de la jornada laboral y con un alto grado de rotación entre tareas, estas no están asignadas a una operación, sino que deben conocer y trabajar en casi todas las tareas. Los grupos de trabajo cuentan en promedio entre 5 a 7 operarias con edades entre 24 años y 56 años laborando dos días a la semana.

En lo que respecta al tipo de carga física se trata en la mayoría de los casos de puestos de trabajo de pie con requisitos de movilidad y requerimiento de aplicación de fuerzas (figura 1), en donde la mayoría conlleva la manipulación manual de cargas, cuyo peso varía en función del tipo de pan a fabricar; los sobreesfuerzos ocasionados por la carga física a la cual es sometido el sistema musculoesquelético suponen un alto porcentaje de bajas, además, conllevan una alta repetitividad de movimientos por el tipo de tareas que se manejan en los puestos (ver figura 2), por ello, de acuerdo con las visitas realizadas y a través de un diagnóstico de la empresa, entre los problemas generales que se encontraron dentro de esta organización son; mala iluminación (figura 3), posturas ergonómicas incorrectas, a su vez algunas de las herramientas de trabajo se encuentran desgastadas y la temperatura no es controlable.

Figura 1

Aplicación de fuerza mediante el uso de pala de ma-
dera.



Nota: Fuente propia

Figura 2

Proceso de amasado de mezcla de ingredientes.



Nota: Fuente propia

Figura 3

Iluminación deficiente en el área de horneado de pan



Nota: Fuente propia

Descripción del proceso

El proceso de pan artesanal en las panaderías se basa en la realización de varios tipos de piezas de pan diferentes, los cuales en su mayoría son del tipo pan dulce, pero también se elaboran a base de sal, estos últimos conocidos generalmente como pan blanco.

El proceso comienza con el batido de la mezcla de la materia prima, para posteriormente comenzar la elaboración del diseño de las piezas comenzando por las que son realizadas a base de azúcar (también llamados pan dulce), ya que, debido a su mayor demanda de pedidos deben ser las primeras que se deben realizar.

El proceso de reposado se realiza en estantes alejados de luz directa y calor, luego siguen diseñando algunas piezas faltantes siendo principalmente los de tipo salado, para posteriormente pasar al área de horneado en general, los tipos de panes elaborados son los armadillos, carteras, tortas de queso, tortas de yema, naranjos, tapadas, cuernos, cambrays, mestizas, conchas, puros, royal, ojos, piedras, pasteles, bolillitos, tacos, gusanos, catarinos y tostados. La elaboración de pan artesanal sigue el siguiente proceso con la recolección de ingredientes para el amasado, amasado, diseñado, reposado, horneado, y empaquetado de las piezas de pan.

Diagnóstico visual

Las condiciones en las cuales laboran las trabajadoras se describen mediante las siguientes áreas.

Área de almacén. La distribución y acomodo de la materia prima que se utiliza, las trabajadoras se dirigen a los estantes que se encuentran en el almacén por cada ingrediente que requieran, se visualizó que no existe algún artefacto que pueda servir de apoyo para colocar los ingredientes pesados, como el azúcar y manteca.

Área de mesa/barra. En esta área se encuentran ubicados los costales de harina utilizados para la masa, las porciones de cada costal son de 44 kg., al tratarse de una cantidad difícil de maniobrar la dosifican utilizando una cubeta y una pala de cocina.

Área de mesas. En esta área la ventilación es muy escasa, ya que se encuentra cerrada y con una ventana pequeña que no permite una ventilación directa, lo que resulta sofocante para las trabajadoras al tener que estar realizando el pan dentro de un lugar con ventilación nula, así mismo las malas condiciones en la iluminación.

Área de horneado. El horno se encuentra a una temperatura interior de entre los 220° y los 260° y de 55°C al exterior, se observó que el área del horno tiene un espacio reducido para, además la falta de iluminación, y la falta de la ventilación, ya que todo se encuentra cercado y se dificulta el hecho de poder respirar con facilidad.

Área de estantes. Esta área es donde se colocan las charolas de pan, estas se dejan reposar alejadas de la luz directa y fuentes de calor, para ello no se cuentan con un orden específico del acomodo de cada una de las charolas lo que provoca que al momento de realizar el horneado y empaquetado se pierda tiempo en estar clasificándolo.

Hallazgos de área de oportunidad

A través del análisis realizado en la panadería, se observa un buen funcionamiento en sus procesos, sin embargo, se han encontrado algunos problemas corporales en las panaderas, situaciones que afectan directamente al bienestar de cada una de las trabajadoras, así como también en las áreas en las que realizan su trabajo.

• Al momento de preparar toda la materia prima a ocupar, se tienen que efectuar levantamientos y traslados bruscos tales como maniobras con los bultos de harina, cubetas de manteca y el agua que se va a ocupar, en dichas tareas la postura de levantamiento es incorrecta ya que se flexiona el torso.

• El segundo problema ocurre cuando se está amasando y moldeando ya que las dos mesas utilizadas para el trabajo son rústicas y fabricadas con el propósito de servir de comedor, por lo que a la hora de hacer el trabajo de mezclado se tienen que inclinar un la espalda y la cabeza para poder alcanzar.

• El espacio destinado al trabajo es insuficiente y mal distribuido con respecto al número de personas que están realizando el trabajo, específicamente durante la etapa de amasando y diseño.

• Durante el horneado, al introducir y sacar el pan del horno, el calor al que se someten las trabajadoras es excesivo a su vez se deben efectuar inclinaciones y ejercer fuerza para observar la cocción del pan.

Desarrollo del Método RULA

El método RULA (Diego-Mas, 2015) divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende el cuello, el tronco y las piernas, este método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo, en adición a ello, posteriormente las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea (Cuellar, 2018), por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

Al aplicar el método RULA, se realizó el enfoque para las tareas de amasado y horneado, pues estas tareas se consideraron significativas para las trabajadoras del establecimiento, cabe mencionar que la evaluación se realiza al par de miembros corporales, como lo son brazos, antebrazos y muñecas, esto con respecto al grupo A, y con respecto al grupo B a las piernas (Flores, 2017). Con ayuda del software ErgoSoft PRO, se colocó la información y puntajes recolectados para obtener puntajes finales y niveles de riesgo, posteriormente se inició con “amasado”, el primer miembro “brazos” del grupo A obtuvo un ángulo de flexión entre 45° y 90°, por lo que se le dio una puntuación de 3 puntos, siguiendo por “antebrazos” se obtuvo un ángulo de flexión entre 60° y 100°, por lo que se le dio una puntuación de 1 punto y finalizando con “muñecas” se obtuvo un ángulo de flexión entre 0° y 15°, otorgándole una puntuación de 2 puntos. En el grupo B, en

el miembro “cuello” se obtuvo un ángulo de flexión entre 10° y 20°, por lo que se le dio una puntuación de 2 puntos, en el “tronco” se obtuvo un ángulo de flexión entre 0° y 20°, por lo que se le dio una puntuación de 2 puntos, por su parte, las “piernas” se le otorgó una puntuación de 1 punto, pues la posición es de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición. Continuando con la segunda tarea “horneado”, el primer miembro “brazos” del grupo A se obtuvo un ángulo de flexión entre 45° y 90°, por lo que se le dio una puntuación de 3 puntos, siguiendo por “antebrazos” se obtuvo un ángulo de flexión entre 60° y 100°, por los que se le dio una puntuación de 1 punto, y concluyendo con “muñecas”, se obtuvo un ángulo de flexión entre 0° y 15°, otorgándole una puntuación de 2 puntos. En el grupo B, en el miembro “cuello” se obtuvo un ángulo de flexión entre 10° y 20°, por lo que se le dio una puntuación de 2 puntos, con el “tronco” se obtuvo un ángulo de flexión entre 0° y 20°, por lo que se le dio una puntuación de 2 puntos, por último, a las “piernas” se le otorgó una puntuación de 1 punto, pues la posición es de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición.

Obtención de Puntuación en Software Ergosoft PRO

El reporte generado a través del software especifica que para la tarea de amasado que se realizó en la Panadería existe un nivel de riesgo alto, es decir que se encuentra en el nivel de actuación 3, por ello se deben realizar modificaciones en el diseño o en los requerimientos de la tarea a corto plazo, para evitar molestias, enfermedades, etc. Por su parte el índice de riesgo de esta actividad para el grupo B se encuentra en un nivel medio, con un nivel de actuación 2, donde se recomienda mejorar las situaciones actuales de esta tarea, pero no es necesario intervenir a corto plazo, también, la segunda tarea significativa es horneada, para esto se evaluó a la colaboradora hacer su trabajo, se tomaron evidencias y se procedió a realizar el análisis ergonómico. De acuerdo con lo establecido anteriormente, las tareas consideradas como las más pesadas fueron el amasado y el horneado, ya que son las que presentan más dificultad por parte de las trabajadoras al momento de la elaboración del pan. Al concluir la revisión de puntuaciones de las dos tareas consideradas, obtenemos que la de mayor riesgo ergonómico es la de horneado, ya que presenta una puntuación final de 7, superior a la de amasado, y se encuentra en un nivel de riesgo muy alto tanto para el grupo A como para el B, indicando así que se deben de desarrollar las medidas ergonómicas adecuadas para arreglar las posturas que se tienen en el proceso de la elaboración del pan.

III. RESULTADOS Y AVANCES

Resultados de la Tarea 1: Amasado

El reporte generado (Figura 4) especifica que para la tarea de amasado que se realiza en la Panadería existe un nivel de riesgo alto, es decir que se encuentra en el nivel de actuación 3, por ello se deben realizar modificaciones en el diseño o en los requerimientos de la tarea a corto plazo, para evitar molestias, enfermedades, etc. Por su parte el índice de riesgo de esta actividad para el grupo B se encuentra en un nivel medio, con un nivel de actuación 2, donde se recomienda mejorar las situaciones actuales de esta tarea, pero no es necesario intervenir a corto plazo.

Figura 4

Resultados de Ergosoft PRO, Índice de Riesgo RULA para Amasado.



Nota: Fuente propia

Resultados de la Tarea 2: Horneado

El reporte generado (Figura 5) especifica que para la tarea de horneado que se realiza en la Panadería existe un nivel de riesgo muy alto, es decir que se encuentra en el nivel de actuación 4, lo que requiere de prioridad de intervención ergonómica a corto plazo, para evitar molestias, enfermedades, etc. Por su parte el índice de riesgo de esta actividad para el grupo B se encuentra en un nivel de actuación 3, donde se recomienda realizar modificaciones en el diseño o en los requerimientos de la tarea a corto plazo.

Figura 5

Resultados de Ergosoft PRO, Índice de Riesgo RULA Para Horneado



Nota: Fuente propia

Interpretación de resultados

Para la tarea de amasado, el grupo A, compuesto por las extremidades superiores (brazos, antebrazos y muñeca) obtiene una puntuación mayor a la del grupo B (tronco-espalda), esto indica que los brazos izquierdo y derecho son las partes del cuerpo que más se cansan, por lo que se debe de priorizar una intervención ergonómica. Para la tarea de horneado, la mayor puntuación también se concentra en el grupo A, que es el de extremidades superiores, ya que la fuerza que se ejerce en estos músculos es mayor que la que se ocupa para el grupo B.

Al concluir la evaluación de puntuaciones obtenidas de las dos tareas consideradas para este proyecto, se obtiene que la de mayor riesgo ergonómico es la tarea de horneado, ya que presenta una puntuación final de 7, superior a la de amasado, y se encuentra en un nivel de riesgo muy alto tanto para el grupo A como para el B, indicando así que se deben de desarrollar las medidas ergonómicas adecuadas para mejorar la condición de las posturas que se tienen en el proceso de la elaboración del pan artesanal, obteniendo un producto de la mejor calidad considerando una buena condición de salud para el operario.

IV. CONCLUSIONES

En virtud de lo analizado a lo largo de este proyecto se encontró que las técnicas de ergonomía dentro del sector panadero no siempre son aplicadas de manera adecuada, por lo que las operarias comienzan a presentar problemas o enfermedades generadas por molestias en distintas partes del cuerpo que a su vez son derivadas por la mala postura que tienen al realizar el pan.

De este modo, se optó por realizar un estudio ergonómico con el fin de fabricar una mesa de madera con medidas ergonómicas perfectamente echas en base a los percentiles, movimientos y posturas que realizan cada una de las operarias que laboran dentro de las panaderías ubicadas en la zona sur de San Luis Potosí, así como el uso de un tapete ergonómico, todo esto con el fin de aumentar la productividad, mejorar las condiciones de trabajo y evitar de esta manera el desgaste en cuanto a la salud de las operarias a través del tiempo.

Para esto se realizó un análisis para determinar que trabajadoras presentan mayor riesgo de lesiones durante las tareas asignadas mediante la aplicación del método RULA evaluando las tareas de horneado y amasado en donde se obtuvo que la de mayor riesgo ergonómico es la operaria que se encuentra en el área horneado, ya que la fuerza que se ejerce en estos músculos es mayor, por lo tanto, se encuentra en un nivel de riesgo muy alto, indicando así que se deben de desarrollar las medidas ergonómicas adecuadas en el proceso de la elaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascanio Peñaranda, M. P., & Balcázar Cano, E. V. (2020). Factores de riesgos biomecánicos en algunas panaderías de patio bonito localidad Kennedy, Bogotá y algunas de Alameda Palmira, Valle del Cauca. Estudio de panaderías. Obtenido de Repositorio Institucional UNITEC: <https://repositorio.unitec.edu.co/handle/20.500.12962/683>
- Cuellar Mendoza Jonathan, D. S. (2018). Método Rula . Universidad Politecnica de San Luis Potosí, 13. Obtenido de https://www.academia.edu/40405303/_Ciencia_Tecnolog%C3%A9Da_y_Cultura_al_servicio_del_Ser_Humano_
- Diego-Mas, J. (2015). Evaluación Postural del Método RULA. Ergonautas, Universidad Politecnica de Valencia.
- Flores, M. (2017). Evaluación de riesgos ergonómicos en el área de estibación y monitoreo de panel central, mediante los métodos RULA y OCRA en industrias Guapán. Ciencias pedagógicas e innovación, 151.
- Gobierno de México. (1 de Noviembre de 2017). Gobierno de México. Obtenido de <https://www.gob.mx/se/articulos/conoce-mas-sobre-la-industria-panificadora-en-mexico?idiom=es>
- INEGI. (2020). Censos económicos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019>
- INEGI. (2020). INEGI. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019>
- Jara, H. &. (2019). Evaluación Ergonómica Mediante con el Método RULA en condiciones reales de trabajo mediante Kinect V2. I+T+C-Investigación, tecnología y ciencia. En H. &. Jara.
- Sausa Avila, B., & Duran Flores, L. (2019). Ergonomía, concepto y aplicación. Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún, 6-12. doi:<https://doi.org/10.29057/escs.v6i12.4303>
- Statista Research Department. (8 de Abril de 2022). Statista . Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/579324/pib-industria-alimentos-bebidas-por-subcategoria-mexico/#:~:text=En%202021%2C%20el%20producto%20interno,703.608%20millones%20de%20pesos%20mexicanos.>
- Villacís Jara, H., Zambrano Orejuela, O., Araujo Vizueté, D., & Cevallos Barragán, C. (2019). Corporación Univeritaria Comfacauca. Obtenido de Evaluación Ergonómica con el Método RULA en Condiciones Reales de Trabajo mediante Kinect V2.: https://revistas.unicomfacauca.edu.co/ojs/index.php/itc/article/view/itc2019_pag_24_33

PERFIL FITOQUÍMICO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS A PARTIR DE EXTRACTO DE FLORES DEL MUÉRDAGO PSITTACANTHUS CALYCVLATUS POR MEDIO DE METANOL/ACETONA/AGUA

¹ Jaziel Emmanuel Estrada Schwichtenberg, lrs18110586@purisima.tecnm.mx

² Jorge Elimzon Becerra Martínez, lrs18110344@purisima.tecnm.mx

³ José de Jesús Flores Sierra, jesus.fs@purisima.tecnm.mx

⁴ Luis Ángel Xoca Orozco, luis.xo@purisima.tecnm.mx

RESUMEN

El área natural protegida del Cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato, ha presentado un deterioro gradual de sus recursos naturales, destacando la parte forestal, donde la presencia de plantas parásitas ha contribuido en gran medida a los retrasos de procesos de conservación selectiva de varias especies. El muérdago *Psittacanthus calyculatus* es una planta hemiparásita de flores atractivas que es capaz de mantener permanentemente engañada a la rama donde se ha colocado, haciéndole creer al individuo que es parte de su sistema, para con esto obtener una amplia variedad de nutrientes, dañando progresivamente a su hospedero. Hasta ahora no hay un control químico eficaz para eliminar esta plaga, por lo que en este estudio se propuso identificar compuestos bioactivos, contenidos en el extracto de flor del muérdago *Psittacanthus calyculatus* con la finalidad de identificar componentes de interés terapéutico. La evaluación cualitativa se realizó por medio del uso de reactivos de coloración y precipitación, evidenciando: fenoles, antocianidinas, flavonoides, alcaloides y glucósidos cardiotónicos como los más importantes. Se realizó un análisis cuantitativo para conocer la concentración de fenoles y flavonoides totales contenidos en el extracto. Este estudio sugiere que el extracto de flores a partir del muérdago *Psittacanthus calyculatus*, podría ser aprovechado dentro del área farmacológica-medicinal, ya que se identificó que contiene una amplia variedad de compuestos bioactivos y que estos al ser de alto valor biológico, son capaces de brindar una actividad antimicrobiana y antioxidante, por lo tanto, la posibilidad de utilizarse en el tratamiento de enfermedades humanas.

PALABRAS CLAVE

Antioxidante
Extracción
Farmacológico
Bioactivo

ABSTRACT

The protected natural area of Cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato, has presented a gradual deterioration of its natural resources, highlighting the forest part, where the presence of parasitic plants has contributed greatly to the delays in selective conservation processes of Various species. The mistletoe *Psittacanthus calyculatus* is a hemiparasitic plant with attractive flowers that is capable of permanently deceiving the branch where it has been placed, making the individual believe that it is part of its system, in order to obtain a wide variety of nutrients, progressively damaging its host. So far there is no effective chemical control to eliminate this pest, so in this study it was proposed to identify bioactive compounds contained in the flower extract of the mistletoe *Psittacanthus calyculatus* in order to identify components of therapeutic interest. The qualitative evaluation was carried out through the use of coloration and precipitation reagents, showing: phenols, anthocyanidins, flavonoids, alkaloids and cardiotonic glycosides as the most important. A quantitative analysis was performed to determine the concentration of total phenols and flavonoids contained in the extract. This study suggests that the flower extract from the mistletoe *Psittacanthus calyculatus* could be used within the pharmacological-medicinal area, since it was identified that it contains a wide variety of bioactive compounds and that, being of high biological value, they are capable of provide antimicrobial and antioxidant activity, therefore, the possibility of being used in the treatment of human diseases.

KEYWORDS

Antioxidant
Extraction
Pharmacological
Bioactive

¹ Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón - Estudiante.

² Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón - Estudiante.

³ Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón - Docente.

⁴ Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón - Docente.



I. INTRODUCCIÓN

El área natural protegida del Cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato, México (decretado oficialmente desde el 2012) ha presentado un deterioro gradual de sus recursos naturales, destacando la parte forestal, donde la presencia de plagas, enfermedades y plantas parásitas contribuyen en gran medida a los procesos de conservación selectiva de varias especies, haciendo del área natural un sistema muy frágil. Este presenta 155 especies de fauna con 38 especies con alguna categoría de riesgo y/o endémicas y una flora que alberga 125 especies de plantas con 3 especies en alguna categoría de riesgo reportada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato, 2022). La capacidad de absorber nutrientes de las plantas parasitarias se asocia con la producción de órganos y mecanismos especializados para adquirir recursos desde su hospedador. La transferencia de solutos del huésped a una planta parásita depende de la formación de un puente entre los dos organismos. Este órgano, el haustorio, es la característica definitoria de todas las plantas parásitas (Westwood et al., 2010). El muérdago es una planta hemiparásita que crece en las ramas de los árboles, puede realizar la fotosíntesis, pero no sobrevivir sin un hospedero, es decir, que posee cierta independencia de este. Los muérdagos son un grupo polifilético de plantas que comprende a más de 1300 especies en una amplia gama de hábitats y se dividen en dos familias: Loranthaceae y Viscaceae, las cuales se distribuyen en todo el mundo, correspondiendo aproximadamente a 940 y 350 especies, respectivamente (Watson, 2001).

Los efectos estudiados en el muérdago varían en función no solo de su capacidad de tomar agua y nutrientes del árbol hospedante, sino, también, dependen de las condiciones ambientales en las que se desarrolla el anfitrión, su tamaño, edad y densidad (Alvarado & Saavedra, 2005). Un árbol infestado por *Psittacanthus calyculatus* (*P. calyculatus*) utilizará los nutrientes del hospedero sin detenerse, provocando la disminución del crecimiento meristemático y capacidad reproductiva necesaria para la producción de semillas y perpetuación del hospedero, y por consecuencia el hospedero está destinado con el tiempo a la muerte (Van Ommeren & Whitham, 2002).

La flora del Cerro del Palenque es susceptible al ataque de diferentes patógenos, principalmente la planta de muérdago *P. calyculatus*, de los cuales se ha demostrado, el incremento y reproducción masiva de dichas poblaciones. Haciendo que esté termine de secar a los árboles que parásita, consumiendo el agua y sales minerales del huésped, provocando su muerte (Espinoza, 2017). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue encontrar un valor agregado del muérdago *P. Calyculatus*, mediante el diseño de un perfil fitoquímico, para identificar compuestos bioactivos de alto valor que puedan ser aplicados como agentes terapéuticos en el tratamiento de enfermedades.

II. METODOLOGÍA

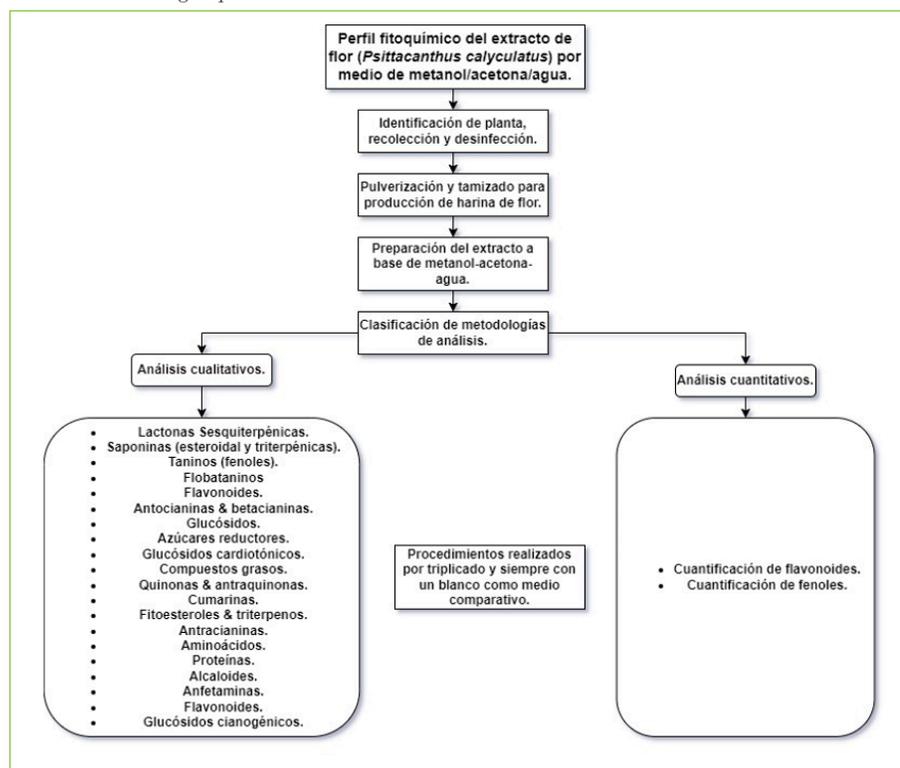
Toda la investigación se ha estado realizando en los laboratorios de ciencias biológicas y bioprocesos, del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. Mayoritariamente dentro de cada uno de los procesos se realizaron procedimientos por triplicado y siempre con un blanco como medio comparativo.

Materiales de Laboratorio. Vidrio de reloj, espátula, probetas de 25, 50 ml; pipetas de 5 y 10 ml; propipetas de hule (bulbo), tubos falcon, vasos de precipitado de 50, 500 y 600 ml; matraces erlenmeyer de 250 y 500 ml; frascos para laboratorio de tapa azul 1 L, embudo de vidrio, agitadores magnéticos, tubos de ensayo 15x150 mm, tubos de ensayo con tapa 15x100 mm, gradilla para tubos de ensayo, piseta con agua destilada, goteros, micropipeta 0.1-2.5 μ L, 2-20 μ L, 10-100 μ L, 20-200 μ L y 100-1000 μ L; tubos eppendorf, gradilla para tubos eppendorf, soporte universal, anillo, mechero de bunsen, malla de asbesto & microplacas.

Material Biológico. Muestras de flores de *Psittacanthus calyculatus* (*P. Calyculatus*) de mezquite *Prosopis laevigata*, planta hospedante en el Cerro del Palenque.

Equipos Utilizados. Horno de secado, molino IKA, termoagitador, centrifuga, rotavapor, licuadora industrial, bomba de vacío, balanza digital, agitador vortex, autoclave, campana de extracción de vapores, computadora con Windows +7, fotómetro ELISA & refrigerador.

Figura 1
Resumen de metodología aplicada.



Nota: Imagen de autoría propia.

Obtención de la Planta, Desinfección y Preparación de la Harina de Flor de Muérdago. Se realizó un lavado del material biológico con cloro al 2% durante un tiempo aproximado de 10 min, esto con el fin de desinfectar las muestras a procesar; al término del lavado se retiró el exceso de agua y se llevaron a un horno de secado a una temperatura de 60°C durante 48 horas. Las flores secas y quebradizas fueron pulverizadas en un molino IKA, y filtradas en un tamiz no.60.

Preparación del Extracto Metanol-Acetona-Agua con Harina de Flor. Se utilizaron 5 g de harina de flor y se le agregó metanol acidificado (1 ml HCl con 125 ml de metanol) y agua destilada (125 ml) para obtener una relación 50/50 volumen/volumen en una proporción de 50 ml/g de muestra (se utilizó 250 ml en total), posteriormente se mantuvo en agitación durante 60 min a temperatura ambiente. Después, la suspensión fue centrifugada mediante tubos falcon (50 ml) a 5000 g (g: Fuerza centrífuga relativa) durante 15 min a temperatura ambiente. Se separaron las fases y se retuvo el sobrenadante. El precipitado obtenido se lavó con una mezcla de acetona/agua (70:30 volumen/volumen, 50 ml/g de muestra) siendo un volumen total de 250 ml (175 ml de acetona con 75 ml de agua destilada), se centrifugó nuevamente durante 60 min a temperatura ambiente y se combinaron los sobrenadantes del lavado de cada ronda. Posteriormente, se decidió aplicar una última

centrifugación a la mezcla de ambos sobrenadantes, esto con el fin de eliminar la mayor cantidad de sólidos. Finalmente, se aplicó una filtración a vacío con doble papel filtro de 90 mm. Los extractos fueron almacenados en oscuridad a 4°C.

Análisis Cualitativo

Ensayo Cualitativo para la Detección de Lactonas Sesquiterpénicas (Prueba de Baljet). Se midió 4 ml de extracto y se le adicionaron 5 gotas del reactivo de Baljet; un cambio de coloración naranja a rojo indicó la presencia de lactonas sesquiterpénicas.

Prueba de Saponinas (Esteroidal y Triterpénicas).

Se midió 1 ml de extracto y se le añadió 4 ml de agua destilada, posteriormente se agitó en vortex por 1 min. Se consideró positivo a la aparición de espuma en la parte superior del líquido de más de 2 mm de altura y si fue persistente por un tiempo aproximado de 2 min.

Prueba de Taninos (Fenoles).

Se midió 1 ml del extracto y se le adicionó 1 ml de etanol, posteriormente se le añadieron 3 gotas de una solución de cloruro férrico al 5%. Los siguientes cambios indicaron lo siguiente: rojo-vino= fenoles en general, verde intenso= pirocatecólicos y azul= pirogalotánicos.

Prueba de Precipitación con Gelatina. Se disolvió 1 ml de extracto con 5 ml de una solución de gelatina (1%) y cloruro de sodio al 10%. Los taninos e incluso pseudotaninos a altas concentraciones precipitarán.

Prueba de Flobataninos. Fueron añadidas unas gotas de HCl al 2% a 1 ml del extracto. La aparición de un precipitado rojo indicó la presencia positiva para este tipo de prueba.

Prueba General para Flavonoides. A 2 ml de extracto, se le agregó 1 ml de NaOH 2N. La presencia de un color amarillo indicó una muestra con flavonoides.

Prueba de Shinoda. A 1 ml de extracto se le agregó 0.1 g de limaduras de magnesio y se calentó a 60°C con ayuda de un baño María; posteriormente se adicionó de 3-4 gotas de HCl concentrado por las paredes del tubo. La prueba es positiva si ocurren cambios de coloración naranja, rojo, rosa, azul o violeta.

Prueba Alcalina. Los extractos (1 ml) se trataron con 1 ml de una solución de NaOH al 40% dando un fuerte color amarillo. Al añadir 1 ml de HCl al 10% se observó una decoloración, demostrando la presencia de flavonoides.

Prueba de Acetato de Plomo. Se adicionó 0.5 ml de una solución de acetato de plomo (Meyer) al 2% a las soluciones de los extractos (1 ml), un color amarillo indicó la presencia de flavonoides.

Antocianinas-Betacianinas. A 1 ml del extracto se le añadió 5 gotas de NaOH al 20%, la decoloración lenta de violeta, azul, verde y amarillo indicó fenolatos alcalinos. Una decoloración rápida a amarillo es para el caso de betacianinas.

Reacidificación. A la solución anterior se le añadió 1 ml de HCl 1N. La regeneración del color rojo indicó la presencia de antocianinas.

Alcohol Isoamílico-Agua. A 1 ml del extracto se añadió 1 ml de alcohol isoamílico y 1 ml de agua destilada; la fase alcohólica adquirió una coloración rojiza a pH ácido para antocianina y en el caso de betacianina no ocurrió alguna coloración.

Prueba para Glucósidos. A 2 ml de extracto, se añadieron 3 ml de cloroformo e hidróxido de amonio al 10%. La formación de color rosa indicó la presencia de glucósidos.

Prueba de Azúcares Reductores Fehling. En un tubo de ensayo se añadieron 1 ml del extracto y 1 ml del reactivo Fehling, después se taparon y se llevaron a baño María a ebullición durante 5 min; posteriormente se realizó la evaluación cualitativa.

Prueba de Azúcares Reductores Benedict. En un tubo se añadieron 1 ml del extracto y 1 ml del reactivo Benedict, después se taparon y se llevaron a baño María a ebullición durante 5 min; posteriormente se realizó la evaluación cualitativa.

Prueba Keller-Kilani para la Detección Glucósidos Cardiotónicos. Se colocó 1 ml del extracto en 1 tubo de ensayo y se agregó 1 ml de ácido acético glacial y posteriormente se adicionaron 5 gotas de FeCl₃ al 5%. Las soluciones se vertieron en tubos de ensayo con 1 ml de H₂SO₄ concentrado. La formación de un anillo marrón en la interfaz indicó la presencia de glucósidos cardiotónicos, al igual que la formación de un anillo violeta debajo del anillo marrón o bien en la fase de ácido acético; un anillo verdoso también pudo formarse gradualmente, indicando la presencia de estos compuestos.

Compuestos Grasos. En un tubo de ensayo se puso 1 ml del extracto y se le añadió 1 ml de reactivo de Sudán III. Se llevó a baño María hasta que se evaporó el solvente y se realizó la evaluación cualitativa.

Prueba de Quinonas. A 1 ml de extracto, se agregó 1 ml de H₂SO₄ concentrado. La formación de color rojo indicó la presencia de quinonas.

Prueba de Antraquinonas. A 1 ml de extracto de fruta se agregaron de 3-5 gotas de solución de amoníaco al 10%, la apariencia de un precipitado color rosa indica la presencia de antraquinonas.

Cumarinas. Se agregó 1 ml de NaOH al 10% a 1 ml del extracto. La formación de un color amarillo indicó la presencia de cumarinas.

Ensayo Cualitativo para Detección de Fitoesteroles y Triterpenos (Liebermann-Burchard). Si la alícuota del extracto no se encontró anteriormente en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 ml de cloroformo. Se adicionó 1 ml de anhídrido acético y se mezcló bien. Por la pared del tubo se adicionó 2-3 gotas de H₂SO₄ concentrado sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio de coloración:

1. Rosado-azul, muy rápido.
2. Verde intenso, visible, aunque rápido.
3. Verde oscuro-negro, final de la reacción.

A veces, el ensayo queda en dos fases o desarrollo de color. Muy pocas veces puede observarse el primer cambio. El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos. Esta reacción también se emplea para diferenciar las estructuras esteroideas de las triterpénicas, las primeras producen coloraciones que van desde azul a azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes o a presencia de triterpenos es positiva por él vire de la solución a amarillo, mientras que los fitoesteroles se denotaran por un cambio de coloración a rojo en la capa inferior del tubo de ensayo.

Antracianinas. A 1 ml del extracto se añadió 1 ml de NaOH 2N y se calentó durante 5 min a 100°C. La formación de color verde azulado indicó la presencia de antocianinas.

Prueba de Aminoácidos con Ninhidrina. A 2 ml de extracto se agregaron 3-5 gotas del reactivo de ninhidrina 0.2% y se calentó durante 5 min. La formación de color azul indicó la presencia de aminoácidos.

Prueba de Proteínas. Prueba de Biuret. Se añadieron unas 4 gotas del reactivo de Biuret a 2 ml del extracto. La formación de un color violeta a rosa indicó la presencia de proteínas.

Reactivo de Wagner para Detección de Alcaloides. En un tubo se colocó 1 ml de extracto, se añadió 1 ml de HCl al 1% y 5 gotas de reactivo Wagner en frío. Un precipitado prominente de color marrón o amarillo indicó la prueba como positiva.

Reactivo de Mayer para Detección de Alcaloides. En un tubo de ensayo se puso 1 ml del extracto, se añadió 1

ml de HCl al 1%, una pizca de cloruro de sodio (NaCl) en frío y finalmente 5 gotas de reactivo Mayer. Un precipitado amarillo indicó la prueba como positiva.

Reactivo de Erdman Mayer para Detección de Alcaloides. En un tubo de ensayo se colocó 1 ml del extracto, se añadió 1 ml de HCl al 1% y 3 gotas de reactivo Erdman (frío) y se realizó la evaluación. Un precipitado naranja o verde indicó la prueba como positiva.

Test de Marquis para Detección de Anfetaminas. En un tubo se agregó 1 ml del extracto más 3 gotas del reactivo Marquis. Se produjo un púrpura intenso a la vez con morfina y cambia rápidamente a azul-violeta profundo. La reacción con el ácido nítrico concentrado permite diferenciar entre la morfina (color rojo anaranjado) y sus derivados sustituidos por O en C-3, por ejemplo, codeína (color naranja) y heroína (color amarillo).

Reactivo de Dragendorff para Detección de Anfetaminas. En un tubo se pusieron 1 ml del extracto y 1 ml de HCl al 1%, luego se añadieron 3 gotas de reactivo Dragendorff. Un precipitado naranja o amarillo prominente indicó la prueba como positiva.

Glucósidos Cianogénicos (Compuestos Tóxicos). Se preparó una solución de picrato de sodio (se disolvieron 1 g de carbonato de sodio, 100 mg de ácido pícrico y 10 ml de agua destilada). Se cortaron tiras de papel filtro Whatman No.1 y se humedecieron de la solución de picrato de sodio, hasta secar. En un tubo de ensayo se agregaron 2ml de extracto, luego se añadió 1 ml de cloroformo y se introdujeron las tiras a 1 cm de la muestra cuidando que no tocaran las paredes del tubo. Se taparon los tubos, se calentaron a baño María por 3 h a 37°C y se realizó la evaluación cualitativa.

Análisis Cuantitativo

Determinación de Flavonoides. Para la cuantificación del contenido de flavonoides totales se utilizó la metodología colorimétrica propuesta por (Dewanto et al., 2002) y adaptado a microplacas. Primeramente, se realizó una curva estándar con catequina (0-100 ppm) (0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 y 0.1 mg/ml). Para la cuantificación total de flavonoides se colocaron 20 µL de las soluciones anteriores y 20 µL del extracto de flor en pozos de una microplaca ELISA, se realizó por triplicado. Después con la micropipeta, se vertió 6 µL de NaNO₂ al 5%, 12 µL de AlCl₃ al 10%, 122 µL de agua destilada, se dejó reposar por 6 min y se añadió 40 µL de NaOH 1M recién preparada. Finalmente, la absorbancia se midió a 570 nm en el equipo espectrofotómetro de microplacas Thermo Scientific™ Multiskan.

Determinación de Fenoles Totales. Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu de acuerdo con (Velioglu et al., 1998), adaptado en microplacas, este ensayo se realizó por triplicado. Primeramente, se preparó una solución madre de ácido gálico a una concentración de 1 g/L (1000 ppm), de esta solución se preparó la curva estándar (0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.12, 0.15, 0.2, 0.22 y 0.25 mg/ml). Posteriormente en una microplaca se depositaron 25 µL de cada dilución de ácido gálico, 80 µL de agua destilada, 5 µL de Folin-Ciocalteu y se dejó reposar por 30 min en ausencia de luz. Una vez transcurrido este tiempo se agregaron 80 µL de carbonato de sodio, esto se hizo por triplicado para cada respectiva dilución.

A continuación, se diluyeron los extractos de flor en escalas 1:10, 1:50, 1:100 y 1:200, 1:1000 respectivamente. Después se colocaron en la microplaca 25 µL de los extractos diluidos, 80 µL de agua destilada, 5 µL de Folin-Ciocalteu y se dejó reposar por 30 min en ausencia de luz. Una vez transcurrido

este tiempo se agregaron 80 µL de carbonato de sodio, esto se realizó igualmente por triplicado. Finalmente, la absorbancia se midió 750 nm en el espectrofotómetro de microplacas Thermo Scientific™ Multiskan.

III. RESULTADOS O AVANCES

Pruebas Cualitativas. El estudio de algunos compuestos bioactivos en el extracto procedente de la flor del muérdago con metanol-acetona-agua, mostraron la presencia de algunos de estos estándares seleccionados previamente en su composición (tabla 1). La clasificación de estos fue mediante la ejemplificación proporcionada por (Soto, 2015). Debido a la importancia de los antioxidantes naturales, existen estudios sobre los diferentes tipos de obtención y propiedades, pero la escasa difusión de estos y las diferentes condiciones de experimentación, hacen que se necesite de ajustes de ciertos parámetros de extracción como solventes y dosificación para que puedan ser más utilizados (Fung et al., 2016).

Tabla 1
Ensayos realizados e intensidad de presencia de los compuestos.

Compuesto	Ensayo	Respuesta
Lactonas sesquiterpénicas	Baljet	++
Saponinas (esteroidal y triterpénicas)	Agitación por vortex	+++ (Ambos)
Taninos (fenoles)	Cloruro férrico 5%	+++ (Solo Pirogalotánicos)
Taninos y pseudotaninos	Precipitación con gelatina	+++
Flobataninos	HCl 2%	-
Flavonoides	NaOH 2N	+++
Flavonoides	Shinoda	+
Flavonoides	Alcalino	++
Flavonoides	Acetato de plomo	+
Antocianinas y betacianinas	NaOH 20% y HCl 1N	+++ (Solo Betacianinas)
Antocianinas y betacianinas	Alcohol isoamílico-agua	+(Solo Betacianinas)
Glucósidos	Cloroformo y NH ₄ OH 10%	-
Azúcares Reductores	Fehling	-
Azúcares Reductores	Fehling con baño María	-
Azúcares Reductores	Benedict	-
Azúcares Reductores	Benedict con baño María	-
Glucósidos cardiotónicos	Keller-Kilani	+++
Compuestos grasos	Sudán III	++
Quinonas	H ₂ SO ₄ concentrado	-
Antraquinonas	NH ₄ OH 10%	+
Cumarinas	NaOH 10%	+++
Cumarinas	NaOH 0.5M	+++
Cumarinas	NaOH 1N	+
Fitoesteroles y triterpenos	Liebermann-Burchard	++ (Solo Triterpenos)
Antracianinas	NaOH 2N calentado 100°C	+++
Aminoácidos	Ninhidrina 0.2%	-
Proteínas	Biuret	-
Alcaloides	Wagner	+++
Alcaloides	Mayer	+
Alcaloides	Erdman	-
Anfetaminas	Marquis	-
Anfetaminas	Dragendorff	++
Glucósidos cianogénicos	Picrato de sodio y cloroformo	-

Intensidad: (+): Poca; (++) Moderada; (+++) Alta. Identificación: (+): Presencia; (-): Ausencia.

Nota: Fuente propia

Determinación de Flavonoides. El extracto obtenido muestra una consistencia de baja viscosidad, donde a bajas temperaturas (4°C) es posible ver la sedimentación de varios compuestos orgánicos propios de la flor del muérdago. Por otro lado, la curva de calibración obtenida mediante el uso de la catequina hidrolizada como estándar (fig. 2) presentó la ecuación de regresión $y = 0.0017x + 0.0414$ con R2 de 0.9951, lo que permitió calcular la concentración de flavonoides en diferentes diluciones (tabla 2); esto permite una mejor aproximación a la cuantificación en extractos naturales mencionado por la metodología de (Gracia, 2007).

Figura 2

Curva de calibración para la determinación de flavonoides totales a 570nm

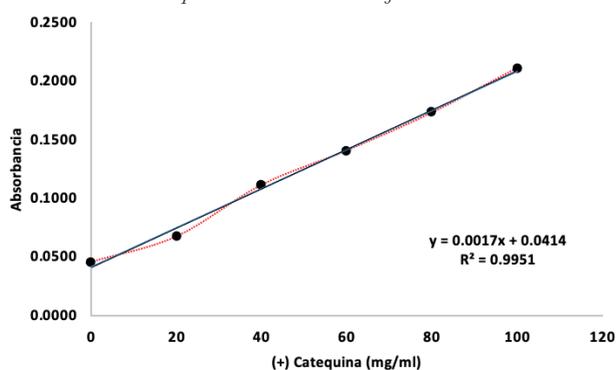


Imagen de autoría propia.

Por lo tanto, la concentración de estos compuestos del subgrupo fenólico puede ser aprovechados para lograr nuevas incorporaciones a varios productos que puedan tratar enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso en la fijación de metales requeridos en el cuerpo como el hierro y cobre como es mencionado por (Hernández et al., 2019).

Tabla 2

Contenido de flavonoides en extracto de flor a partir de metanol-acetona-agua

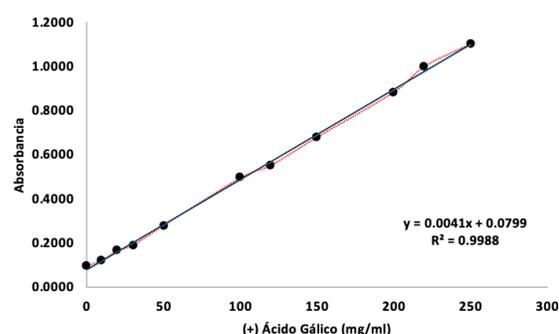
Dilución	Promedio de Absorción	Concentración de Flavonoides mg/ml
0 (Blanco)	0.0427	0.7647
1:20	0.0558	8.4510
1:40	0.0476	3.6275
1:60	0.0486	4.2549
1:80	0.0435	1.2549
1:100	0.0445	1.8235

Nota: Tabla de autoría propia.

Determinación de Fenoles. La curva de calibración fue obtenida mediante la aplicación del ácido gálico como estándar (fig. 3) mostrando la ecuación de regresión $y = 0.0041x + 0.0799$ con una R2 de 0.9988 siendo la guía para calcular la concentración de compuestos fenólicos en diferentes diluciones (tabla 3); esto permite una mejor aproximación a la cuantificación del extracto empleado.

Figura 3

Curva de calibración para la determinación de fenoles totales a 760nm



Nota: Imagen de autoría propia.

Tabla 3

Contenido de fenoles totales en extracto de flor a partir de metanol-acetona-agua

Dilución	Promedio de Absorción	Concentración de Fenoles Totales mg/ml
0 (Blanco)	0.1059	6.3415
1:10	1.5029	347.0650
1:50	0.5052	103.7398
1:100	0.2747	47.5203
1:200	0.1653	20.8374
1:1000	0.1081	6.8862

Nota: Tabla de autoría propia.

IV. CONCLUSIONES

El extracto de flor obtenido a partir del muérdago *Psittacanthus calyculatus* localizado en el cerro del Palenque de Purísima del Rincón, Guanajuato, evidencio una gran variedad de compuestos bioactivos, entre ellos alcaloides, fenoles y flavonoides. También se observó una buena concentración de compuestos antioxidantes: fenoles y flavonoides totales. Por lo tanto, los resultados obtenidos a partir de *Psittacanthus Calyculatus* mostraron que esta planta podría tener un gran potencial terapéutico para el tratamiento de enfermedades en humanos. Todo esto fue desarrollado durante el origen y evolución del COVID-19, donde fue difícil estructurar algunos métodos debido a la falta reactivos, materiales y equipos de laboratorio; he incluso recalando el frecuente riesgo de indicación por suspensión de labores derivado de la pandemia que lograron obstaculizar la obtención de resultados eficientes y replicables.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto TECN10539.21-PD y SPRI-PYR-2022-13652 y al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, por el apoyo otorgado para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- Alvarado, D., & Saavedra, L. (2005). El género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: muérdago verdadero o injerto. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 11(1), 5-9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62911101>
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K., & Hai, R. (2002). Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3010-3014. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jf0115589>
- Espinoza, P. (Diciembre de 2017). Distribución espacial del muérdago en las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. Chapingo, Estado de México, México. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/9d4b293e-353b-4722-b943-ba7e280c7575/content>
- Fung, Y., Molina, J., Ramírez, E., Gómez, L., Quiñones, J., Ferrer, A., . . . Cuypers, A. (2016). Evaluación cualitativa de monoterpenos en *Rosmarinus officinalis* cultivados con agua tratada magnéticamente. *Cultivos Tropicales*, 37, 136-141. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193246189018/movil/>
- Gracia, M. (20 de Septiembre de 2007). Cuantificación de Fenoles y Flavonoides Totales en Extractos Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro: https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56_1UAQGarciaNava.pdf
- Hernández, G., Sabrina, N., Marino, L., Isern, D., Coria, I., & Irurzun, I. (2019). Flavonoides: Aplicaciones medicinales e industriales. *Invenio*, 22(40), 11-27. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/113738>
- Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. (2022). Cerro del Palenque. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protegidas/4/Cerro-del-Palenque>
- Soto, M. (2015). Metabolitos secundarios, cuantificación de fenoles y flavonoides totales de extractos etanólicos de propóleos de tres localidades del Perú. In *Crescendo*, 6(2), 22-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.21895/incres.2015.v6n2.03>
- Van Ommeren, R., & Whitham, T. (2002). Changes in interactions between juniper and mistletoe mediated by shared avian frugivores: parasitism to potential mutualism. *Oecologia*, 130(2), 281-288. <https://doi.org/10.1007/s004420100792>
- Velioglu, Y., Gao, L., & Oomah, B. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4113-4117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jf9801973>
- Watson, D. (2001). Mistletoe—A Keystone Resource in Forests and Woodlands Worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 219-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114024>
- Westwood, J., Yoder, J., Timko, M., & DePamphilis, C. (2010). The evolution of parasitism in plants. *Trends Plant Sci.*, 15(4), 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.01.004>

ANEXOS

Figura 4

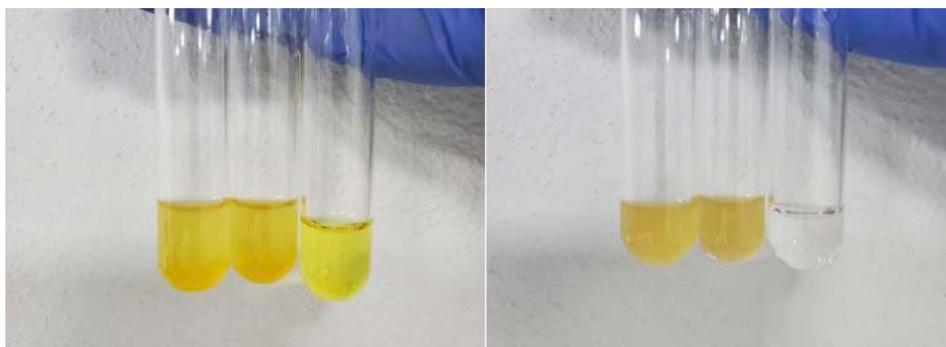
Respuesta de alcaloides por Erdman, Mayer & Wagner (Izq. A Der.)



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 5

Respuesta de anfetaminas por Dragendorff & Marquis (Izq. A Der.)



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

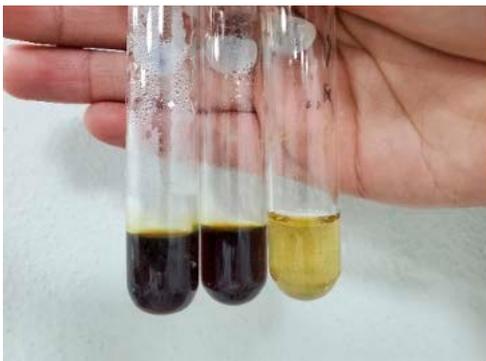
Figura 6

Respuesta de Betaninas Alcohol Isoamílico-Agua & Reacidificación-NaOH



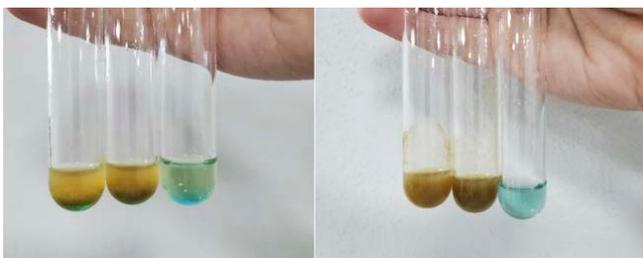
Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 7
Respuesta de antracianinas



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 8
Respuesta de azúcares reductores por Benedict & Fehling



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 9
Respuesta de compuestos grasos



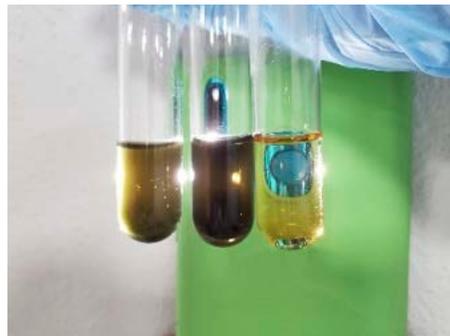
Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 10
Respuesta de cumarinas



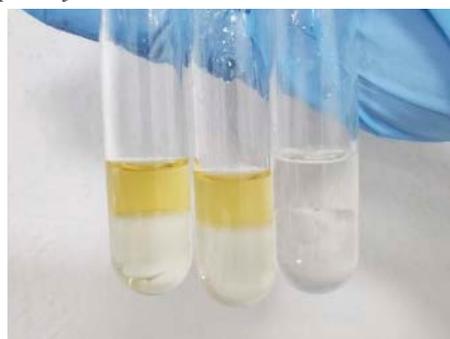
Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 11
Respuesta de glucósidos cardiotónicos por Keller-Kilani



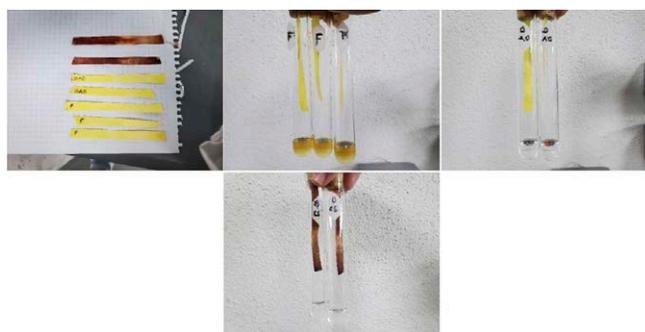
Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 12
Respuesta por ensayo de Liebermann-Burchard



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 13
Respuesta de glucósidos cianogénicos (F = Extracto de flor, BAD = Blanco con agua destilada, CS = Cianuro de potasio)



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 14

Respuesta por prueba de antraquinonas



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 18

Respuesta por prueba de saponinas



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 15

Respuesta por prueba de Baljet



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 19

Respuesta por prueba de taninos



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 16

Respuesta por prueba taninos & pseudotánicos de precipitación por gelatina



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

Figura 17

Respuesta por prueba de glucósidos



Nota: Blanco en extremo derecho de cada prueba

DIAGNÓSTICO PARA EL APROVECHAMIENTO EFICIENTE DE SUSTRATO RESIDUAL EN BANCOS DE MATERIAL

¹ Jesua Abraham Romero Rodriguez, 119030023@valladolid.tecnm.mx

² Delghi Yudire Ruiz Patron, Delghi.rp@valladolid.tecnm.mx

RESUMEN

En los bancos de material donde se realiza la extracción, producción, distribución y comercialización de materiales para la construcción y de productos complementarios relativos al ramo requiere de propuestas para el aprovechamiento total del componente extraído en los bancos de material, ya que 3/5 partes de lo extraído es clasificado como residuo ya que puede tener materia orgánica y otros componentes que afecten a la producción de materiales para la construcción.

Actualmente este recurso solo se aprovecha como material de relleno, aun así se prevé que tiene potencial para ser usado en alguna vertiente que no se ha apreciado, el sustrato “cernido” del que se habla contiene características singulares así como propiedades aprovechables, estudios preliminares de laboratorio demuestran que posee escaso material orgánico pero con suficiente cantidad de minerales, esto da pauta a que pueda ser empleado como abono orgánico si se adicionan los nutrientes correctos, es decir, enriquecer este material para su uso como aditivo en el suelo, otra de las propuestas contempladas es hacer pruebas para superadobe (técnica de construcción sustentable).

Todo esto a favor del desarrollo sostenible, Madroñero Palacios & Guzmán Hernández (2018) define que el desarrollo sostenible, “tiene una connotación política, social, económica y ecológica que establece la interacción de los mismos de manera tal que dicha interacción se dé de manera equilibrada”. El desarrollo sostenible es la tendencia del desarrollo humano que se proyecta como una medida para satisfacer las necesidades de la población, encaminando a la sociedad a mejorar los sistemas y procesos con la finalidad de no comprometer los recursos naturales para las generaciones posteriores, englobando a la sociedad, economía y medio ambiente.

Partiendo de esta premisa se pretende ejecutar a manera de diagnóstico las vertientes mencionadas, cada una con una metodología aplicable y adecuada, además mediante el análisis e interpretación de los datos cualitativos y cuantitativos exponer la alternativa con mayor probabilidad de éxito y que aproveche de forma eficiente el cernido.

ABSTRAC

In the material banks where the extraction, production, distribution and commercialization of construction materials and complementary products related to the industry are carried out, proposals are required for the total use of the component extracted in the material banks, since 3/5 of what is extracted is classified as waste since it may contain organic matter and other components that affect the production of construction materials.

PALABRAS CLAVE

Abono orgánico
Cernido
Ecovivienda

KEYS WORDS

Organic fertilizer
Sifting
Ecohousing

1 TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid /Estudiante.

2 TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/Docente.

Currently this resource is only used as fill material, even so it is expected that it has the potential to be used in some aspect that has not been appreciated, the “sifted” substrate that is spoken of contains unique characteristics as well as usable properties, preliminary studies of laboratory show that it has little organic material but with a sufficient amount of minerals, this gives guidelines that it can be used as organic fertilizer if the correct nutrients are added, that is, enrich this material for use as an additive in the soil, another of the proposals contemplated is to test for superadobe (sustainable construction technique). All this in favor of sustainable development, Madroñero Palacios & Guzmán Hernández (2018) defines that sustainable development “has a political, social, economic and ecological connotation that establishes their interaction in such a way that said interaction occurs in a balanced”. Sustainable development is the trend of human development that is projected as a measure to meet the needs of the population, directing society to improve systems and processes in order not to compromise natural resources for subsequent generations, encompassing society, economy and environment. Starting from this scope, it is intended to execute the aforementioned aspects as a diagnosis, each with an applicable and adequate methodology, in addition, through the analysis and interpretation of qualitative and quantitative data, to expose the alternative with the greatest probability of success and that takes full advantage of the sifting.

I. INTRODUCCIÓN

En este estudio se pretende aprovechar al máximo el sustrato residual que se genera en una empresa extractora de materiales de construcción.

Se tienen datos internos de la empresa de que solo se aprovecha el 20% del material extraído para elaborar materiales de construcción como bloques, grava y polvo, por lo que se genera una mezcla de polvo de piedra y sustrato de bajo contenido orgánico al cual se le denomina “cernido”.

El cernido representa un problema para la empresa constructora, puesto que su única utilidad es comercializarlo como material de relleno de construcciones o en pasos a desnivel y autopistas, sin embargo la producción de cernido supera por mucha a la demanda del material de relleno, por lo que el almacenamiento del mismo dentro de la empresa representa una de las mayores problemáticas porque no se encuentra espacio suficiente para su almacenamiento y al ser un material derivado de la extracción es considerado como un residuo de manejo especial.

En la actualidad el material o sustrato “cernido” se ha empleado solamente como un producto para el relleno de construcciones o en pasos a desnivel y autopistas. Este material no ha sido desarrollado para ser usado en todo su esplendor. Si bien no ha sido usado para algo más fructífero se han realizado estudios de laboratorios preliminares para conocer sus propiedades y/o características.

El aprovechamiento de residuos o materia residual ha sido una tendencia que se promueve cada vez a mayor escala, debido a la escasez de materias primas o que ante la negativa de aprovechar el total de un recurso existe una mayor desventaja pues se tienen pérdidas económicas y un mayor impacto ambiental.

Según SEMARNAT (2017) el aprovechamiento de residuos se define como un “Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía”. Es por la problemática planteada que en este estudio se exploran las propuestas de someter a diagnóstico, distintos métodos de aprovechamiento del cernido, con la finalidad de conocer las características favorables para cada tipo de tratamiento a probar.

Se plantea que el uso del cernido se aproveche de tal manera que ataque una problemática que sobrepasa la escala local, nacional y mundial, este es el acceso a viviendas dignas que brinden comodidad, estabilidad, confort, protección y seguridad a las personas ante los desastres naturales, las inclemencias del tiempo y el expansionismo de las poblaciones, además de la urbanización.

El superadobe es una técnica de construcción rudimentaria que utiliza sacos de tierra o arena para la construcción de domos o casas habitación, es sustentable y se define como una técnica de autoconstrucción. Según Gonzales (2019):

El superadobe es una técnica de construcción natural que consiste en la utilización de sacos llenos de tierra intercalados entre sí a través de alambre de púa. Esta técnica ofrece múltiples ventajas que van desde un gran aislamiento térmico y acústico y casi un nulo uso de energía para la construcción; así como la utilización de pocos y en general accesibles materiales como tierra, bolsas o sacos, alambre de púa, agua y cal; características que hacen de ésta una técnica económica y de bajo impacto ambiental.

Agregado a esto, una construcción proyecta un impacto notable al medio ambiente, por la remoción de vegetación, ya sean árboles, césped o maleza así como la integración de capas de cemento, pegazulejos, y azulejos en el piso donde solía haber suelo, tierra, roca o piedra, dejando un área sin vegetación y compactando el suelo, perdiendo contacto con la luz solar, agua, aire, etcétera; es claro que, las construcciones modifican el entorno pero se pueden realizar construcciones menos invasivas, con más beneficios que perjuicios, menos costosas, cómodas, accesibles e increíblemente amigables con el ecosistema.

Con base a esto se puede usar el cernido como materia prima para la construcción de Ecoviviendas mediante la técnica Superadobe, es rudimentaria pero su impacto es realmente mínimo porque requiere de muy poca agua y solamente se usa el sustrato para llenar sacos que serán apilados en hiladas hasta crear la estructura total de la vivienda. Para ARQUBA, (2016) una Ecovivienda es... “una vivienda construida con materiales que no dañen el medio ambiente ni al futuro usuarios. Son viviendas sanas que favorezca el desarrollo psicosomático del usuario, son viviendas que están acordes con su entorno físico así como su medio ambiente, son viviendas que son optimizadores de recursos. “

En el estudio llevado a cabo por J. Arévalo y E. Cadena (2021) describen que el concepto bioarquitectura (arquitectura sustentable) engloba toda aquella arquitectura que busca establecer relaciones que se encuentren en equilibrio con lo construido, el medio ambiente, el entorno y las personas que habitan estos espacios.

El superadobe es una técnica de construcción (arquitectura sustentable) que utiliza la tierra sin necesidad de transformarla, solo se adiciona cal para hacerla resistente y duradera, este tipo de construcciones son resistentes a sismos, huracanes, condiciones de extremo calor y heladas. La tierra como material de construcción ya ha sido utilizado con anterioridad, de manera que...

“Es uno de los materiales más antiguos utilizado sobre todo debido a su facilidad de manipulación, su mínima necesidad de elaboración y sobre todo su amplia disponibilidad. Casi todos los tipos de tierra que existen a nivel mundial son aptos para utilizarlos en construcción.” (Herbosa Gutiérrez, 2019, p.24)

Por estas razones el cernido también puede ser ocupado para la creación de un abono comercializable, puesto que hasta ahora con los resultados de los estudios preliminares se conoce de su alto contenido en minerales pero deficiente en materia orgánica, el alto contenido mineral es un requisito para un abono pero al carecer del componente orgánico se

tiene una desventaja, para realizar el abono es necesario nutrir el suelo con composta, usando material orgánico (estiércol, cascaras, hojas secas, residuos orgánicos).

El abono orgánico impone una ventaja superior a otra clase de abonos o fertilizantes puesto que su aporte nutrimental es significativo y superior, su aporte nutrimental es mucho mejor.

En su contraparte, las compostas son abonos orgánicos que pasan por un proceso de maduración previo a su incorporación o aplicación al campo. Mediante este proceso comúnmente conocido como compostaje se gana gran estabilidad de la materia orgánica, pero con la desventaja de que se pierde una alta cantidad y disponibilidad de nitrógeno (“Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos Y Contenidos Nutrimientales | Intagri S.C.,” 2012)

Implementando el compostaje se logrará añadir todo el aporte orgánico del que el sustrato carece, es por eso que se desarrollara la composta de pila. Según un manual, la composta de pila “es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo este proceso están de manera natural en el medio ambiente.” (Castillo Ortíz & Jerezano Díaz, 2017)

Es importante la creación de abonos orgánicos para nutrir el suelo que se usa para la agricultura, ganadería y demás actividades, el Fondo para la Protección del Agua-FONAG (2010) dictamina que...

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

El principal objetivo será desarrollar una sola estrategia o distintas para revalorizar este residuo, así como su máximo aprovechamiento a través de procesos de remanufacturado para construcción de Ecoviviendas y adición de nutrientes para su uso como abono, probar estas distintas vertientes, así como proporcionar la alternativa con mayor viabilidad para el uso del cernido.

II. METODOLOGÍA

El material se extrae de una locación cercana a la ciudad de Valladolid, a unos kilómetros del poblado Yalcoba que es municipio de la ciudad antes mencionada; la planta donde se lleva a cabo el proceso de extracción, triturado, quebrado y separación del material, actualmente cuenta con varias toneladas del cernido a la espera para ser usado.

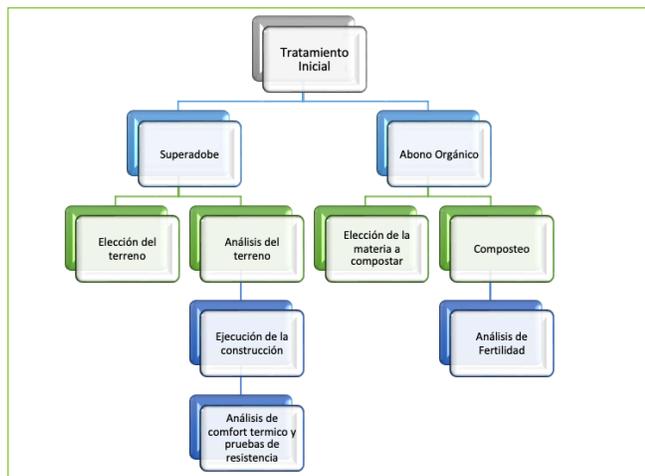
Figura 1
Ubicación del proyecto



Nota. La imagen representa la ubicación espacial del estado de Yucatán. Adaptado de GOOGLE MAPS [Fotografía], por INEGI, 2022 (<https://goo.gl/maps/7vk1tLcoMj5MPh8U8>).

La investigación a realizar será de índole pura y aplicada, para iniciar es necesario reconocer las características físicas de este material, por lo que debe ser sometido a un análisis de laboratorio con objeto de conocer las propiedades aprovechables que se pueden notar con pruebas simples, con este conocimiento preliminar se desarrolla la estrategia para el aprovechamiento de las propiedades físicas, así mismo, se define como cuantitativa y diagnóstica, es de mayor relevancia conocer qué se puede hacer con el material y cómo, se requiere de manipulación de las distintas variables para discernir entre la metodología con mejores beneficios para el material; considerada transversal por todos los pasos a realizar se requiere de un tiempo no mayor a un año para completar la investigación y obtener resultados concretos para dar dictamen a las conclusiones.

Figura 2
Diagrama de flujo de la metodología a implementar



Nota. El gráfico representa los procesos generales a realizar, los demás pasos se abarcan a lo largo del documento.
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento inicial o Caracterización

A fin de obtener datos iniciales y definir el material terroso a manejar se requiere de la caracterización del mismo, debido a esta razón se realiza una primera metodología diseñada para el desarrollo de la caracterización de las propiedades físicas del cernido. Para lo cual fue necesario utilizar los materiales, equipos y reactivos de la Tabla 1.

a) **Colecta de la muestra en campo:** para iniciar es necesario obtener una muestra, pero con antelación se realizó la colecta de ésta, se recabaron alrededor de unos 6 kilos del material.

b) **Tamizado:** en laboratorio se utiliza un tamiz para separar los gránulos de mayor tamaño de la materia y/o algún material indeseable.

c) **Pesaje del sustrato:** haciendo uso de instrumentos y equipo de laboratorio se pesa el material después de ser tamizado ya que este contiene un porcentaje de agua que requiere ser retirado.

d) **Secado:** con ayuda de un horno o al calor de la luz solar se seca el sustrato tamizado para obtener el volumen del material en seco.

e) **Tamizado:** un nuevo tamizado para retirar y obtener el material en su estado más concentrado.

f) **Cuarto del material:** El cuarteo de un material, es el procedimiento ya sea manual o mecánico que se realiza para reducir su volumen a otro menor que sea representativo. g) **Análisis de textura, estructura y pH:** el último paso es analizar las características más prácticas del cernido, que dan una pauta del estado en el que se encuentra el suelo y sus

Tabla 1
Materiales para el análisis de laboratorio.

Equipo	Reactivos
Potenciómetro	Búfer
Vasos de precipitado	Muestras de Suelo
Platos	Agua destilada
Tamiz 4.75 mm	
Espátula	
Botellas de 500 ml	
Guantes de látex	
Balanza analítica	
Capsulas de porcelana o Crisol	
Papel Aluminio o superficie de aluminio	
Papel estraza	

Nota. Elaboración propia

Superadobe

Para realizar la construcción de una Ecovivienda mediante la técnica de superadobe se plantea la siguiente metodología, que abarca desde los análisis físicos para el suelo donde se cimentara la construcción hasta las pruebas post-construcción para conocer las cualidades de la casa. Los materiales requeridos se aprecian en la Tabla 2.

A) **Planificar, organizar y determinar objetivos.** Diagnósticos pertinentes para conocer las condiciones del terreno, identificar las unidades a medir, propuestas de diseño, ejecución de la experimentación.

B) Recopilación de datos. Pruebas de resistencia, nivel de aceptación, confort térmico, análisis de los procesos, consumo de materiales de construcción, consumo de agua.

C) Análisis de datos. Análisis de toda la información recopilada en las pruebas de eficiencia, ficha técnica, encuesta y observaciones para obtener parámetros cualitativos.

D) Informe de resultados y conclusiones. Validar o refutar la hipótesis establecida, contrastar los resultados en gráficos mediante softwares. Demostrar si hay ahorro de materiales y costos, reducción de huella hidrológica, huella de carbono, impacto económico, social y ambiental. Identificar y priorizar áreas de mejora en los diseños o al ejecutar la metodología.

Tabla 2

Requerimientos para superadobe

Materiales regionales	Material
Tierra arcillosa	Cemento
Arena Cernida	Tubos galvanizados
Grava	Cableado
Ceniza	Madera
Cal	Piedra
Moldes	Malla acero galvanizado 55mm
Madera	Sacos polipropileno
Clavos	Alambre de púas
Brocha	Grapas
Moldes metálicos	Base metálica
Palas	Apisonador
Cuchara de albañil	
Pisón	

Nota. Elaboración propia

Abono orgánico

Para transformar el cernido en abono para plantas o para enriquecer el suelo, se necesita adicionar distintos materiales que aporten la suficiente materia orgánica, nutrientes y elementos químicos para obtener un abono eficiente, nutritivo y fértil.

En base a los estudios de laboratorio preliminares se conoce que el cernido tiene alto contenido en minerales, por lo que haciendo caso a estos estudios se podría determinar de que carece el sustrato y poder añadirselo mediante compostaje.

a) Análisis del contenido orgánico. En base a los estudios preliminares dar un dictamen reconociendo el porcentaje de materia orgánica que requiere el cernido y así proporcionarlo mediante el compost.

b) Elección de la materia orgánica. Se elige el material orgánico ideal para nutrir la tierra y el de más rápida degradación.

c) Elección de la técnica de compost. Con esto se contempla la técnica que será aplicada para compostar la cantidad de materia necesaria para el cernido.

d) Compostaje. Degradación natural de los residuos orgánicos.

e) Adición del compost al sustrato. Una vez realizado el compostaje y que la materia ya se ha degradado, será añadido al cernido para comenzar una mezcla que finalizará en la creación del abono orgánico.

f) Pruebas de fertilidad. Con el sustrato preparado se medirá la eficiencia a través de una prueba para germinar distintas clases de plantas.

III. RESULTADOS Y AVANCES

Anterior a este trabajo de investigación ya se ha realizado un estudio de laboratorio de carácter preliminar que ha servido para identificar ciertas cualidades del cernido (Tabla 3), tan solo se han incluido el contenido mineral que se han encontrado pero este estudio analizó otros indicadores como la humedad, el pH, porosidad, entre otros (Tabla 3).

Tabla 3

Resultados de la composición química del cernido (Muestra De Material Pétreo)

Indicador	Unidad	Resultado
Carbonatos (CO ₃)		0.20
Bicarbonatos (HCO ₃)		4.80
Nitrógeno Amónico (N-NH ₄)		NA
Cloro (Cl)		2.23
Nitratos (N-NO ₃)		4.89
Fosfatos (P-PO ₄)	me/L	0.03
Sulfatos (S-SO ₄)		2.31
Calcio (Ca)		9.45
Magnesio (Mg)		3.34
Sodio (Na)		1.68
Potasio (K)		0.43
Hierro (Fe)		4.75
Manganeso (Mn)	ppm	0.37
Cobre (Cu)		0.0010
Zinc (Zn)		0.33
Boro (B)		0.41

Nota. Análisis de laboratorio realizado por Fertilib (FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL.) Laboratorio de Análisis de Suelos y Nutrición. 2021

En busca de información en la teórica que respalde los criterios de un suelo a través de los parámetro fisicoquímicos se encontró la Tabla 4, que son indicadores que caracterizan las condiciones y los componentes de un suelo sano o al menos útil, usada para tener comparativa de los análisis preliminares del sustrato; en conjunto con esta información se puede determinar que el cernido cuenta con este contenido de minerales y elementos químicos, pero es necesario adicionar mayores cantidades de estos, así como adicionar materia orgánica, el compost debe de proveer en su mayoría a estos.

Tabla 4

Indicadores de la calidad del suelo para evaluar su fertilidad

Indicador	Valor máximo (I _{max})	Valor mínimo (I _{min})
pH (H ₂ O) (1:2)	7.5	5.0
Materia orgánica (MO) (%)	6.0	2.0
§P _{ext} (Olsen) (ppm)	20.0	8.0
†Ca _{int} (cmol kg ⁻¹)	35.0	8.0
‡Mg _{int} (cmol kg ⁻¹)	5.0	2.0
††K _{int} (cmol kg ⁻¹)	1.0	0.2
¶CICE (cmol kg ⁻¹)	40.0	15.0
§§C _{BM} (mg kg ⁻¹)	400.0	10.0

Nota. †I_{min}: valor mínimo del atributo; ‡I_{max}: valor máximo del atributo; §P_{ext}: fósforo extractable; †Ca_{int}: calcio intercambiable; ‡Mg_{int}: magnesio intercambiable; ††K_{int}: potasio intercambiable; ¶CICE: capacidad de intercambio catiónico efectiva; §§C_{BM}: carbono de la biomasa microbiana.

Los resultados de la caracterización llevan a concluir que se trata de un suelo arcilloso debido a como se comportaba, su oposición a la presión y al ser muy moldeable; el análisis de estructura indica que se trata de un suelo impermeable con contenido de materia orgánica pero escaso; el pH indica que se trata de un sustrato álcali, pero puede ser debido a la combinación de minerales, rocas y demás materiales, pero se puede corregir y dejarlo en un pH neutro (7) para su uso como abono orgánico.

Resultados de la caracterización de suelos

La caracterización de suelos fue un paso importante para este proceso de revalorización del cernido, es un estudio necesario que revela de manera puntual los caracteres del suelo muestreado, permite estudiar y analizar parámetros como el pH, estructura, humedad, entre otros; lo que sirve para determinar si hay alteraciones en el suelo por presencia de contaminantes o componentes no deseados y conociendo esto, así mismo para conocer las condiciones, si es aprovechable o es útil, con este análisis se pueden dar dictámenes de las características encontradas en el ya mencionado.

En primera instancia con las visitas a la cantera y durante el muestreo se nos dio las impresiones previas del suelo, se pudo observar los cortes del suelo, se pudieron apreciar las distintas capas del terreno.

Los resultados que se obtuvieron a lo largo del desarrollo de la práctica son la base para proveer de una propuesta de aprovechamiento o tratamiento para un manejo eficiente del material.

Textura

La superficie de la bola permanecía húmeda, moldeable/maleable con una apariencia de color naranja-rojizo, no es quebradizo y con una tolerable resistencia al tratar de romperla entre los dedos, según las características y el comportamiento que presentó este suelo se determina que es de tipo arcilloso. Contiene un nada desagradable porcentaje de arcilla (ver Figura 2 y 3).

Figura 3

El sustrato se torna color café-anaranjado es muy moldeable.



Nota. Elaboración propia

Figura 4

Prueba de textura (la esfera tiene una consistencia plastilina)



Nota. Elaboración propia

PH. El pH de la muestra es alcalino con una puntuación de 8.1, como se sabe el indicado para un suelo sano, fértil y adecuado debe de ser 7, es decir, un pH neutro.

Pero este grado de alcalinidad se debe a que estamos muestreando mineral y roca, las partículas de material calizo son básicas, pero el suelo tiene material orgánico, aunque no es el suficiente, es posible hacer que ese número baje para tener un pH neutro (7) (Figuras 5-7).

Figura 5

Solución de sustrato con agua destilada



Nota. Elaboración propia

Figura 6

Calibración del potenciómetro



Nota. Elaboración propia

Figura 7

Análisis de pH del cernido



Nota. Elaboración propia

Estructura

Para determinar la estructura del suelo (mediante prueba de densidad) se vertieron una porción de las muestras en botellas con agua y se dejaron sedimentar 24 horas, en la botella de la izquierda AD podemos apreciar más sólidos disueltos, presencia de materia orgánica, algunas rocas, particular de mineral; y en la muestra de mezclas BC menor presencia de materia orgánica, por eso el agua en la botella se ve más clara (Figura 8).

Figura 8

Prueba de densidad



Nota. Elaboración propia

Existe variaciones del contenido mineral, la materia orgánica, etcétera; esto debido a que son extraídos de distintas áreas de la cantera.

IV. CONCLUSIONES

En conclusión, una pérdida de materia prima se vuelve un problema grave, puesto que al no tener una medida para usar el cernido, ocasiona que se desencadene un entorpecimiento de la cadena de producción, ya que de la materia prima original solo se usa un porcentaje desequilibrado de materia para construcción y agregados, lo demás es el cernido, hay un sesgo en esto, que se debe de tratar, pues tener cierto componente natural que no se aprovecha lo hace más perjudicial de lo que parece, y el cernido está lejos de ser un residuo, es aprovechable, las características con las que cuentan hacen de este un material con un potencial desconocido.

Durante la ejecución del proyecto se prevé que no existan variables o limitantes que pueden afectar de manera grave a la aplicación de la metodología así como a la aplicación de la técnica, se espera que el suelo, el terreno sean aptos, así como un bajo costo de la vivienda en comparación a una vivienda tradicional este aspecto es la segunda finalidad del proyecto, la principal finalidad es que el proyecto sea de menor impacto ambiental que una construcción tradicional y que sea posible replicarlo más de una sola ocasión.

Para la elaboración del abono orgánico se visualiza que habrá una mejora trascendente del material original y que, de tener un mejor éxito de lo esperado, es factible crear un producto con alta rentabilidad para su comercialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARQUBA. (2016). ECOVIVIENDA - ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION. Retrieved May 24, 2022, from Arquba.com website: <https://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/ecovivienda/>
- Castillo Ortiz, B. & Jerezano Díaz, K. B. (2017, abril). MANUAL DE ABONOS ORGÁNICOS. Abonos Orgánicos. <https://www.uv.mx/television/files/2015/10/abonos-organicos-09.pdf>
- Fondo para la Protección del Agua-FONAG. (2010, septiembre). Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- González, C. (2019, August). ¿Qué es la construcción con Superadobe? Retrieved May 24, 2022, from Construir TV website: <https://www.construirtv.com/que-es-y-cuales-son-las-ventajas-de-la-construccion-con-superadobe/>
- Herbosa Gutiérrez, L. (2019). CONSTRUCCIÓN CON TIERRA ENSACADA. In PDF. <https://core.ac.uk/download/pdf/228073929.pdf>
- Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimen-tales | Intagri S.C. (2016). Retrieved September 20, 2022, from Intagri.com website: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimen-tales>
- Madroñero-Palacios, S., & Guzmán-Hernández, T. (2018). Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(3). <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907>
- Raymond J. Arévalo y Marcelo E. Cadena. (2021, marzo). Análisis de la Técnica del Superadobe para la Construcción de Espacios Habitables en el Sitio Las Lomas de Riochico. PDF. Recuperado 24 de mayo de 2022, de <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/1859/1/ARQ-C2021-03.pdf>
- Rayo, E.-H. I., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz, Navarro-Garza, H., Etchevers-Barra, J. D., ... Etchevers-Barra, J. D. (2017). Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813–831. Retrieved from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813
- SEMARNAT. (2017). Retrieved September 15, 2022, from Semarnat.gob.mx website: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D3_GLOS_RSM.htm#:~:text=Aprovechamiento%20de%20los%20residuos.,materiales%20secundados%20o%20de%20energ%C3%ADa.
- SEPÚLVEDA OCAMPO, Rubén; MARTÍNEZ MUÑIZ, Liliana; TAPIA ZARRICUETA, Ricardo; JIRÓN MARTÍNEZ, Paola; ZAPATA ALEGRÍA, Isabel; TORRES JOFRÉ, Mario y POBLETE TOELG, Carolina. 2005. Mejoramiento del parque habitacional. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de la Vivienda. 20. Disponible en: <http://www.libros.uchile.cl/545>
- Yalcobá · 97794 Yuc. (2013). Yalcobá · 97794 Yuc. Retrieved September 24, 2022, from Yalcobá · 97794 Yuc. website: <https://www.google.com.mx/maps/place/97794+Yalcob%C3%A1,+Yuc./@20.790213,-88.0486796,12z/data=!4m6!3m5!1s0x8f5199893d44487d:0x49b2de5fcd8e8f96!8m2!3d20.791482!4d-88.037996!16s%2Fg%2F11jg6fj98>

CARACTERIZACIÓN AUTOMÁTICA DE SERIES TEMPORALES UTILIZANDO ALGORITMOS METAHEURÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS DE PROPAGACIÓN DE EPIDEMIAS

¹ Valentín Calzada Ledesma, valentin.cl@purisima.tecnm.mx

² Blanca Veronica Zuñiga Nuñez, blanca.zn@purisima.tecnm.mx

³ María Liliana Lozano Coronado, lrs20110117@purisima.tecnm.mx

⁴ Honey Lisette Torres Ramírez, lrs20110264@purisima.tecnm.mx

⁵ Tristán Fernando Segura Barragán, lrs20110001@purisima.tecnm.mx

RESUMEN

Actualmente el COVID-19, la influenza, el dengue y el sarampión son enfermedades de preocupación nacional que han perdurado en el tiempo y han afectado a diversas regiones del mundo a nivel educativo, económico, social y de salud. Los esfuerzos de investigación en las ciencias computacionales se han centrado en enfoques de ajuste de curvas para predecir el comportamiento de una epidemia. Sin embargo, la caracterización matemática de la propagación epidémica es un tema poco explorado por estas técnicas. En este trabajo se propone utilizar un sistema de inteligencia artificial que implementa técnicas de optimización computacional y ajuste polinomial denominado META-COVID19 para caracterizar matemáticamente la propagación de epidemias en México. Los resultados de nuestra investigación muestran los modelos matemáticos explícitos que caracterizan las series temporales, los cuales son susceptibles de ser analizados por métodos matemáticos formales para obtener información valiosa sobre el comportamiento epidemiológico de diferentes enfermedades de interés nacional.

PALABRAS CLAVE

Ajuste
Propagación
Series
Metaheurísticas

ABSTRACT

Currently, COVID-19, Influenza, Dengue, and Sarampion are diseases of international concern that have endured over time and affected various regions of the world at educational, economic, social, and health levels. Research efforts in computer science have focused on curve-fitting approaches to predict the behavior of an epidemic. However, the mathematical characterization of epidemic spread is a subject little explored by these techniques. In this work, we propose to use an artificial intelligence system that implements computational optimization and polynomial adjustment techniques called META-COVID19 to mathematically characterize epidemic spreads in Mexico. The results of our research show the explicit mathematical model that characterizes the time series, which are likely to be analyzed by formal mathematical methods to obtain valuable information on the epidemiological behavior of different diseases of national concern.

KEYWORDS

Adjustment
Spread
Series
Metaheuristics

¹ Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón/docente.

² Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón/docente.

³ Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón/estudiante.

⁴ Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón/estudiante.

⁵ Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón/estudiante.



I. INTRODUCCIÓN

La humanidad se ha enfrentado a diferentes epidemias a lo largo de la historia, las cuales han cobrado la vida de millones de personas. Por ejemplo, en el siglo XIV, la “Peste Negra” se extendió por Europa y África, provocando entre 75 y 200 millones de muertes (Alchon, 2003). En 2019 y 2020, las infecciones respiratorias agudas fueron el tipo de enfermedad más común en México, se estimaron cerca de 24 millones de casos de este tipo de infección en el país (Martha, 2022). Además, la epidemia provocada por el virus del Coronavirus tipo 2 causado por el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV2 por sus siglas en inglés) fue la segunda causa más común. La influenza y la neumonía también se encontraban entre las diez principales causas de mortalidad en el país (Martha, 2022). En la actualidad, existe una tendencia creciente del uso de la inteligencia artificial para abordar problemas relacionados con el sector salud, enfocando los esfuerzos de investigación de las ciencias computacionales en las predicciones en tiempo real de epidemias, la simulación de la propagación de enfermedades, y el estudio de posibles brotes de nuevos virus en regiones (Saba y Elsheikh, 2020; Melin et al., 2020; Wang et al., 2020; Tuli et al., 2020).

En (Ioannidis et al., 2020) se analizó en profundidad el por qué varios de estos métodos no han funcionado bien, y se concluyó que se debe a la entrada deficiente de datos, la falta de incorporación de características epidemiológicas, suposiciones de modelado incorrectas, entre otros. Asimismo, la revista Nature, una de las más importantes a nivel internacional, publicó un manifiesto para evitar las malas prácticas (políticas) de los enfoques predictivos (Saltelli et al., 2020). Es por estos motivos que el equipo de investigación del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón propone META-COVID19 (De Anda-Suárez et al., 2022), una metodología basada en algoritmos metaheurísticos de población para caracterizar epidemias, utilizando como caso de uso la COVID-19.

La caracterización se conceptualiza como una forma de representar algo a través de un modelo a partir del cual se puede obtener información útil. El estudio publicado en (De Anda-Suárez et al., 2022), se centró únicamente en la

caracterización de la enfermedad COVID-19, es por ese motivo que en este artículo se propone extender la aplicación de META-COVID19 a otras tres epidemias (además de COVID-19): influenza, dengue y sarampión, considerando a México como caso prueba, ya que se cuentan con datos históricos sobre un modelo epidemiológico centinela que documenta casos probables, casos confirmados y muertes para cada una de las enfermedades.

META-COVID19 fusiona técnicas de optimización computacional y ajuste polinomial para realizar automáticamente la caracterización matemática de la propagación de epidemias a través del análisis de series de tiempo, sin conocimiento previo de los datos y sin involucrar a un experto humano. En general, la entrada del sistema es una serie temporal de datos recopilados sobre alguna epidemia. Posteriormente, se inicia un proceso iterativo guiado por dos operadores de selección basados en Boltzmann, de tal manera que el sistema busca automáticamente un modelo matemático explícito perteneciente a la familia de polinomios ortogonales de Jacobi, el cual se ajusta al comportamiento de la serie temporal. Es importante mencionar que los polinomios de Jacobi tienen una gran cantidad de propiedades matemáticas (Szeg, 1939), es decir, a partir de un solo modelo polinomial es posible obtener información múltiple que puede tener un impacto importante desde el punto de vista de la inferencia estadística en epidemiología (Jewell, 2003).

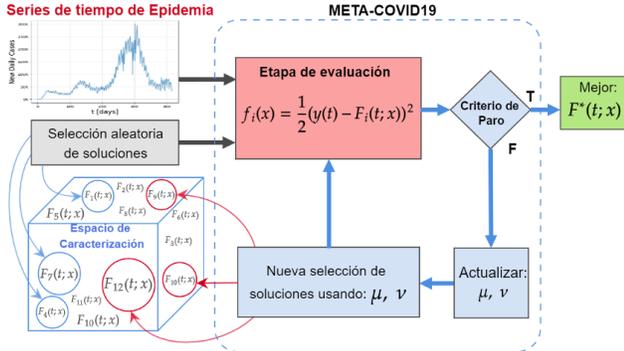
A partir de la caracterización matemática de epidemias que se propone en este trabajo, se podría profundizar en los supuestos para generar estadísticas inferenciales y sustentar la toma de decisiones asertivas con fundamentos matemáticos que podrían combinarse y fortalecerse con otros modelos computacionales en favor de la sociedad mexicana. Es importante no bajar la guardia y seguir desarrollando nuevas investigaciones que aporten metodologías capaces de analizar la información disponible sobre epidemias para estar mejor preparados para afrontarlas en el futuro.

II. METODOLOGÍA

En esta sección se describen en detalle los elementos del enfoque metaheurístico META-COVID19, cuyo esquema general se muestra en la Fig. 1 (De Anda-Suárez et al., 2022).

Figura 1

Esquema general META-COVID19 (De Anda-Suárez et al., 2022).



Nota. Elaboración propia

A. META-COVID19

En esta metodología, una serie de tiempo es ajustada través de la combinación lineal de múltiples polinomios de Jacobi, como se muestra en la Ec. 1:

$$F(t; x) = F(t; \alpha, \beta, d) = \sum_{j=1}^d a_j P_j^{\alpha, \beta}(t) \quad (1)$$

A. META-COVID19

donde $P_j^{\alpha, \beta}(t)$ es la parte real de un polinomio de Jacobi utilizado para ajustar la serie de tiempo, a_j son coeficientes de modulación calculados matemáticamente (para más detalles ver (De Anda-Suárez et al., 2022)), y $t \in [-1, 1]$ es el dominio de la serie de tiempo. De esta forma se establece un espacio de caracterización (cubo azul) restringido por los parámetros fundamentales $x = [\alpha, \beta, d]$ donde $\alpha \in [-1, 1]$, $\beta > -1$, y $d > 1$ es el grado del polinomio (De Anda-Suárez et al., 2022). Vale la pena mencionar que en la Ec. 1, que de aquí en adelante se llamará “solución”, los parámetros fundamentales x se establecen con números aleatorios muestreados de una distribución con parámetros μ y ν para seleccionar una solución del espacio de caracterización. Inicialmente, una población J de n soluciones se establece aleatoriamente utilizando una distribución uniforme. Para averiguar qué tan bueno es el ajuste para cada solución $F_i(t; x)$ (donde $i \in [1, n]$) sobre la serie temporal de la epidemia $y(t)$, se realiza una etapa de evaluación que utiliza el error cuadrático medio (Ec. 2) como función de aptitud:

$$f_i(x) = \frac{1}{2} (y(t) - F_i(t; x))^2 \quad (2)$$

En caso de que no se cumpla el criterio de parada establecido, META-COVID19 utiliza dos operadores basados en Boltzmann μ y ν para seleccionar una nueva población de soluciones y guiar el proceso evolutivo hacia la mejor solución $F^*(t; x)$ que minimice la función de aptitud, mientras más se aproxime a cero, mejor será la solución. El parámetro μ posiciona a la población en una trayectoria hacia el óptimo, y el parámetro ν proporciona la diversidad necesaria a la población para que el algoritmo pueda realizar una exploración guiada en el espacio de caracterización. Los operadores de selección se actualizan en cada iteración utilizando las Ecs. 3 y 4 respectivamente como se muestra a continuación:

$$\mu \approx \frac{\frac{b-a}{m} \sum_{i=1}^m \left[\frac{1}{2} \exp(\beta f_i(x)) \exp(\beta f_i(x)) x_i + \log(g(f_i(x))) x_i + \beta f_i(x) x_i \right]}{1 + \frac{b-a}{m} \sum_{i=1}^m (\log(g(f_i(x))) + \beta f_i(x))} \quad (3)$$

$$\nu \approx \frac{\sum_{i=1}^m \left[\frac{1}{2} \exp(\beta f_i(x)) \exp(\beta f_i(x)) (x_i - \mu)^2 + \log(g(f_i(x))) (x_i - \mu)^2 + \beta f_i(x) (x_i - \mu)^2 \right]}{\sum_{i=1}^m (\log(g(f_i(x))) + \beta f_i(x))} \quad (4)$$

donde x_i es el conjunto de parámetros fundamentales de la i -ésima solución, $g(\cdot)$ es una función que depende del rendimiento de la i -ésima solución $f_i(x)$ (Ec. 2), y $\beta = 1 / (F^*(x))$; por último, $F^*(x)$ es el rendimiento de la mejor solución encontrada hasta ese momento en el proceso evolutivo. Se debe considerar que para realizar esta actualización se necesitan las m soluciones de mejor desempeño en cada iteración para garantizar la convergencia del algoritmo, permitiendo seleccionar nuevas soluciones (círculos rojos) cuyo ajuste sea más cercano al comportamiento de la serie temporal analizada. El algoritmo de META-COVID19 se muestra a continuación.

Algoritmo 1 META-COVID19 Pseudocódigo (De Anda-Suárez et al., 2022)

Requiere: n : tamaño de población, $y(t)$: serie de tiempo.
Asegura: $F^*(t; x)$: Mejor solución.
1: $T \leftarrow 0$: Iteración actual.
2: $J_0 \leftarrow$ poblaciónInicial($n, \mu_0 = 0, \nu_0 = 1$).
3: Evaluar($J_T, y(t)$).
4: $F^*(t; x) \leftarrow$ obtenerMejorSolucion(J_T).
5: **while** $f^*(x) \leq \epsilon$ **do**
6: $S \leftarrow$ obtenerMejoresSoluciones(J_T, m).
7: $\mu_{T+1}, \nu_{T+1} \leftarrow$ actualizarOperadoresSelección(S).
8: $J_{T+1} \leftarrow$ nuevaPoblacion(n, μ_{T+1}, ν_{T+1}).
9: Evaluar($J_{T+1}, y(t)$).
10: $F^*(t; x) \leftarrow$ obtenerMejorSolucion(J_T).
11: $T \leftarrow T + 1$.
12: **end while**
13: **return** $F^*(t; x)$.

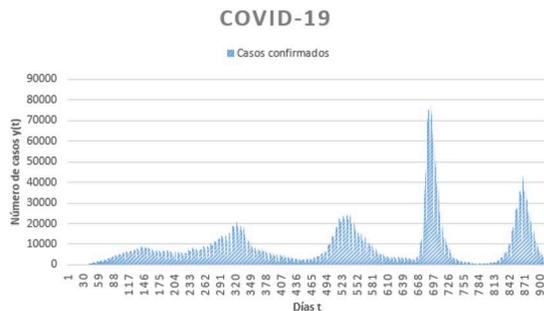
B. CONFIGURACIÓN EXPERIMENTAL

Para este trabajo nos enfocamos en las series de tiempo para casos positivos confirmados de COVID-19, influenza, dengue y sarampión reportados en México. Se utilizaron los datos disponibles de la Secretaría de Salud de México (Secretaría de Salud, 2022). La información se actualiza de manera periódica en esta plataforma e incluye conjuntos de datos tomados de un modelo epidemiológico centinela.

Sin embargo, estos datos no se encontraban en un formato adecuado para el análisis mediante algoritmos de inteligencia artificial. Por lo tanto, se necesitó un proceso de ingeniería de datos para preparar la información antes de llevar a cabo la caracterización propuesta en este trabajo. Cabe mencionar que la experimentación fue llevada a cabo utilizando los datos disponibles a la fecha de creación de este artículo (Octubre de 2022), pero puede ser aplicado para datos recolectados en cualquier momento. Las Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran las series de tiempo de casos confirmados para cada enfermedad, las cuales serán caracterizadas por META-COVID19.

Figura 2

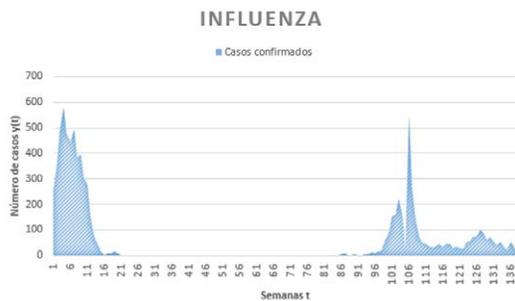
Series de tiempo para casos confirmados de COVID-19.



Nota. Elaboración propia

Figura 3

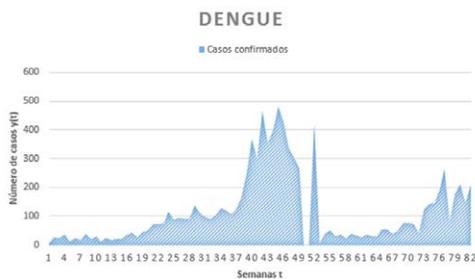
Series de tiempo para casos confirmados de Influenza.



Nota. Elaboración propia

Figura 4

Series de tiempo para casos confirmados de Dengue.



Nota. Elaboración propia

Figura 5

Series de tiempo para casos confirmados de Sarampión.



Nota. Elaboración propia

C. CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS

A continuación, se muestra la configuración de los parámetros para llevar a cabo la experimentación correspondiente con META-COVID19. Para esta experimentación se utilizó una población de $n=50$ soluciones. Para calcular los operadores de selección μ y ν , se utilizan $m=20$ (es decir, el 40% de la población) soluciones de mejor desempeño; es posible utilizar el 100%, sin embargo, esto conduce a un mayor costo computacional. Para el espacio de caracterización, como se detalló en la Sección II-A, los dominios se establecen de la siguiente manera: $\alpha \in [1,60]$, $\beta \in [-1,1]$, y $\gamma \in [-1,10]$.

Para cada experimento el criterio de paro se cumple cuando el error sea $\epsilon \leq 1 \times 10^{-3}$, o cuando el número de iteraciones sea de 50. Finalmente, para asegurar la consistencia de los resultados experimentales, cada experimento es ejecutado un total de 31 veces de manera independiente, y la mejor solución encontrada es guardada. La mediana y la desviación estándar de estos 31 experimentos se reportan en la Tabla 1.

La experimentación fue llevada a cabo en una computadora convencional con un sistema operativo Ubuntu, un procesador Intel i5 y una memoria RAM de 8GB. El algoritmo META-COVID19 fue implementado en el lenguaje de programación Python. La siguiente sección muestra los resultados obtenidos para esta configuración de parámetros.

III. RESULTADOS O AVANCES

En la Tabla 1, se muestran los mejores parámetros fundamentales para la combinación lineal de polinomios de Jacobi (es decir, solución), así como su correspondiente valor de aptitud $f^*(x)$ para cada epidemia. Asimismo, se muestran la mediana y la desviación estándar de los 31 experimentos.

Tabla 1

Los mejores parámetros fundamentales encontrados para aproximar una serie temporal epidémica, así como la media y la desviación estándar de 31 experimentos.

Epidemia	α	β	n	$f'(x)$	Mediana	SD
COVID-19	8.13E-01	-5.41E-01	60	6.13E-02	6.15E-02	7.67E-05
Influenza	8.48E-01	-5.70E-01	59	6.74E-02	9.57E-02	6.01E-03
Dengue	1.11E-01	-2.33E-02	60	9.89E-02	1.23E-01	5.60E-03
Sarampión	3.58E-01	-3.99E-01	52	1.47E-01	1.71E-01	1.03E-02

Nota. Elaboración propia

Como puede observarse para estos experimentos el mejor polinomio encontrado fue para COVID-10 con un valor de aptitud mediana de 6.15E-2 seguido de influenza. Esto puede deberse a la cantidad de datos disponibles, ya que la serie temporal de COVID-19 se compone de datos reportados diariamente, por el contrario, las otras series temporales se componen de datos semanales. La Tabla 2 muestra los coeficientes a_j de la combinación lineal de polinomios de Jacobi (es decir, soluciones) para ajustarse a las series temporales de epidemias que se muestran en las Figuras 2, 3, 4 y 5; para realizar esta tarea también se utilizaron los parámetros fundamentales reportados en la Tabla 1, según la Ec. 1.

Tabla 2

LCoeficientes a_j de las soluciones para ajustar la serie temporal de la epidemia

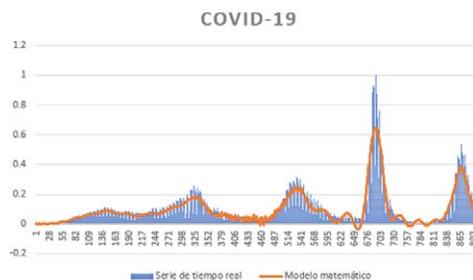
a_j	COVID-19	Influenza	Dengue	Sarampión	a_j	COVID-19	Influenza	Dengue	Sarampión
1	0.05	442.39	-272.08	-201494.55	31	-0.10	-1728.71	2600.59	260618.46
2	0.08	-757.83	966.99	493683.42	32	-0.05	1245.78	-3546.08	-582784.87
3	-0.04	989.35	-1168.62	-521378.26	33	0.02	-1539.89	2395.04	144917.16
4	0.02	-1024.16	2124.15	848769.61	34	0.07	918.70	-3200.49	-380545.92
5	-0.02	1219.38	-1919.93	-596910.43	35	0.06	-1292.86	2033.30	68449.18
6	-0.03	-1031.10	3085.99	1037394.60	36	-0.01	622.54	-2666.07	-221534.05
7	0.04	1270.96	-2476.41	-522904.05	37	-0.07	-1019.70	1588.79	25663.72
8	0.05	-848.48	3764.40	1064553.99	38	-0.05	381.65	-2047.82	-113064.16
9	0.05	1171.67	-2791.44	-335482.79	39	0.01	-751.89	1135.97	6271.25
10	-0.01	-515.50	4093.86	934320.22	40	0.03	206.08	-1441.29	-49328.45
11	0.03	942.20	-2835.43	-72541.01	41	0.05	-513.49	733.93	-96.20
12	-0.02	-74.94	4037.96	666602.85	42	0.04	93.40	-920.89	-17685.93
13	-0.15	606.03	-2602.90	222272.62	43	-0.03	-321.31	419.77	-1003.01
14	-0.02	424.07	3598.54	298875.22	44	-0.08	30.94	-524.70	-4867.13
15	0.13	194.47	-2114.68	503369.53	45	-0.04	-180.56	204.33	-525.60
16	0.07	928.98	2814.26	-116759.73	46	0.04	3.43	-259.79	-892.42
17	-0.05	-256.28	-1418.18	729656.62	47	0.07	-88.56	77.78	-133.56
18	-0.09	1386.38	1763.46	-521746.68	48	0.02	-4.68	-106.12	-68.02
19	-0.07	-707.39	-585.08	871316.63	49	-0.03	-35.98	17.03	-7.02
20	0.01	1750.38	554.63	-859748.26	50	-0.05	-4.58	-31.96	5.24
21	0.09	-1119.57	297.03	914974.85	51	-0.05	-10.57	-3.62	4.24
22	0.07	1986.13	-683.86	-1087367.37	52	0.02	-2.22	-4.72	-0.67
23	-0.01	-1459.06	1133.14	865579.93	53	0.07	-1.35	-5.86	--
24	-0.04	2075.71	-1819.62	-1182306.76	54	0.02	-1.03	1.64	--
25	-0.03	-1698.94	1835.48	744167.95	55	-0.02	0.64	-2.70	--
26	-0.04	2020.39	-2736.10	-1147221.98	56	-0.02	-0.15	0.77	--
27	-0.01	-1823.63	2334.33	581840.67	57	-0.05	0.38	-0.40	--
28	0.09	1839.40	-3347.36	-1007687.36	58	0.02	-0.24	0.18	--
29	0.09	-1830.40	2590.77	411619.03	59	0.02	-0.09	0.38	--
30	-0.04	1567.01	-3614.27	-804539.16	60	0.01	--	-0.06	--

Nota. Elaboración propia

Para ejemplificar gráficamente el desempeño de las mejores soluciones encontradas por META-COVID19 mostramos en las Figuras 6, 7, 8 y 9 el ajuste logrado utilizando los parámetros que se muestran en la Tabla 1.

Figura 6

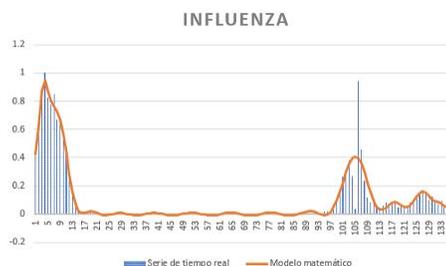
Aproximación de la solución a la serie temporal del COVID-19.



Nota. Elaboración propia

Figura 7

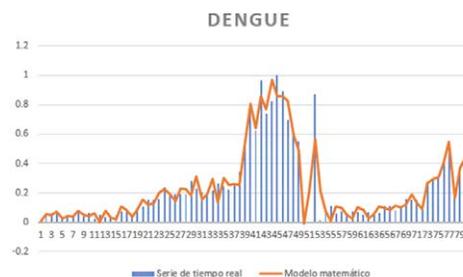
Aproximación de la solución a la serie temporal del Influenza.



Nota. Elaboración propia

Figura 8

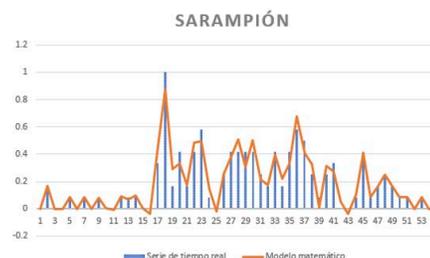
Aproximación de la solución a la serie temporal del Dengue.



Nota. Elaboración propia

Figura 9

Aproximación de la solución a la serie temporal del Sarampión.



Nota. Elaboración propia

En general, los resultados gráficos muestran que META-COVID19 es capaz de lograr un ajuste en cada una de las series temporales utilizadas en este estudio. Cabe mencionar que, como se indicó en la Sección II.B, la información proporcionada por el departamento de salud de México requiere un procesamiento de ingeniería de datos, por lo que los datos de entrada influyen directamente en el resultado de la aproximación.

A. EJEMPLO DE APLICACIÓN

A continuación, se muestra un ejemplo de aplicación del modelo polinomial encontrado para la serie temporal de COVID-19. Usando la propiedad derivada de los polinomios de Jacobi, es posible calcular la pendiente de los cambios para COVID-19. La Tabla 3 muestra los resultados.

Tabla 3
Cambio de pendiente.

Días (t)	Cambio de pendiente (casos confirmados)
250	1.18E+06
333	-9.28E+05
110	4.39E+04

Nota. Elaboración propia

El cálculo de la derivada es sencillo y se pueden calcular otras características a partir de los modelos polinomiales encontrados por META-COVID19. Algunos de ellos se enumeran a continuación:

- Diferenciación en el espacio de frecuencias.
- Obtener el valor esperado.
- Obtener la función de distribución de probabilidad.
- Integración.
- Proyección ortogonal.

Asimismo, los datos pueden ser interpolados matemáticamente para otro tipo de tratamiento epidemiológico.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONTRASTE CON OTRAS TÉCNICAS

Además de nuestra propuesta, en el estado del arte identificamos dos enfoques para realizar el ajuste de series de tiempo.

- Redes Neuronales Artificiales (RNAs).
- Métodos numéricos: Regresión e Interpolación.

En cuanto a las RNAs, en (De Anda-Suárez et al., 2022) se realizó una comparación sobre el desempeño de una RNA en contra de META-COVID19, logrando resultados estadísticamente similares, sin embargo, una RNA necesita de múltiples parámetros y un proceso de entrenamiento, haciendo computacionalmente costoso el ajuste de las series temporales involucrando más tiempo; además, un aspecto diferenciador es que las RNAs no son capaces de retornar un modelo matemático explícito del cual se pueda obtener información con garantías matemáticas, aspecto en el cual META-COVID19 muestra superioridad.

A diferencia de las RNAs, los métodos numéricos de Regresión e Interpolación, sí son capaces de retornar una función analizable explícita. Sin embargo, el problema principal es que se necesita información a priori sobre los datos para determinar la mejor configuración de parámetros para que los métodos numéricos funcionen correctamente. En el caso de la regresión se necesita conocer la distribución de los datos para poder elegir la función de ajuste adecuada, y en el caso de la interpolación se necesita establecer el grado y otros parámetros inherentes del método.

Todos estos procesos implican realizar un estudio exhaustivo a mano (por un experto humano) para establecer los parámetros adecuados, y eso es precisamente lo que estamos evitando con nuestra propuesta, esto al implementar una metaheurística capaz de encontrar de manera automática y sin información a priori, un modelo polinomial que se ajusta a la serie de tiempo. Por lo tanto, consideramos que una comparación directa entre META-COVID19 y los métodos mencionados es inapropiada.

Finalmente, es importante mencionar que META-COVID19 no requiere un proceso de entrenamiento ni información a priori y sólo requiere un único parámetro, el cual es el tamaño de la población de polinomios, esto lo hace un algoritmo fácil y simple de implementar. El tiempo de ejecución para estos experimentos está en el orden de los segundos, éste varía dependiendo de la cantidad de datos.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se utilizó un enfoque metaheurístico para caracterizar automáticamente la propagación de cuatro epidemias: COVID-19, Influenza, Dengue y Sarampión a través del análisis de series temporales de casos positivos confirmados, esto sin conocimiento previo de los datos y sin involucrar a un experto humano. Los resultados presentados en la Sección III, muestran que META-COVID19 es capaz de ajustar las series de tiempo con un error cercano a $1E-3$ y con una desviación estándar menor a $7.7E-5$.

Como se mostró en la Sección III.A, es posible obtener características epidemiológicas de las series de tiempo con ciertas garantías matemáticas. Sin embargo, la precisión de dicha información estará relacionada con el error de ajuste de dicho modelo con respecto a la serie de tiempo epidemiológica.

A partir de la discusión presentada en la Sección IV, podemos concluir que META-COVID19 es una herramienta poderosa, de bajo costo computacional y que se puede utilizar de manera simple, ya que sólo requiere configurarse un único parámetro.

Como trabajo futuro, realizaremos un estudio sobre diferentes series de tiempo de epidemias en diferentes países. Asimismo, estudiaremos con más detalle las propiedades de los modelos polinomiales encontrados por META-COVID19, de tal manera que la información obtenida pueda fortalecer y complementar otras técnicas de vanguardia, por ejemplo, el modelo epidemiológico SIR que evalúa la población Susceptible, Infectada y Recuperada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Alchon, S. A. (2003). A pest in the land: new world epidemics in a global perspective. UNM Press, pp. 109–143.
- De Anda-Suárez, J., Calzada-Ledesma, V., Gutiérrez-Hernández, D. A., Santiago-Montero, R., Villanueva-Jiménez, L. F., & Rodríguez-Miranda, S. (2022). A novel metaheuristic framework based on the generalized Boltzmann distribution for COVID-19 spread characterization. *IEEE Access*, 10, 7326-7340.
- Ioannidis, J. P., Cripps, S., & Tanner, M. A. (2020). Forecasting for COVID-19 has failed. *International journal of forecasting*.
- Jewell, N. P. (2003). *Statistics for epidemiology*. Chapman and hall/CRC.
- Martha, C. (2022, January 4). Statista Research Department. Statista. <https://es.statista.com/temas/7646/el-sector-de-la-salud-en-mexico/>
- Melin, P., Monica, J. C., Sanchez, D., & Castillo, O. (2020, June). Multiple ensemble neural network models with fuzzy response aggregation for predicting COVID-19 time series: the case of Mexico. In *Healthcare* (Vol. 8, No. 2, p. 181). MDPI.
- Saba, A. I., & Elsheikh, A. H. (2020). Forecasting the prevalence of COVID-19 outbreak in Egypt using nonlinear autoregressive artificial neural networks. *Process safety and environmental protection*, 141, 1-8.
- Saltelli, A., Bammer, G., Bruno, I., Charters, E., Di Fiore, M., Didier, E., ... & Vineis, P. (2020). Five ways to ensure that models serve society: a manifesto.
- Secretaría de Salud (2022, September 01). Datos Abiertos Dirección General de Epidemiología. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127>
- Szeg, G. (1939). *Orthogonal polynomials* (Vol. 23). American Mathematical Soc.
- Tuli, S., Tuli, S., Tuli, R., & Gill, S. S. (2020). Predicting the growth and trend of COVID-19 pandemic using machine learning and cloud computing. *Internet of Things*, 11, 100222.
- Wang, P., Zheng, X., Li, J., & Zhu, B. (2020). Prediction of epidemic trends in COVID-19 with logistic model and machine learning technics. *Chaos, Solitons & Fractals*, 139, 11005.

ESTUDIO DEL INTERÉS DE LA MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN DE LAS CARRERAS INGENIERÍA EN INFORMÁTICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DEL ITESCAM

¹ Franklin Brandon Mis Ortiz, 6680@itescam.edu.mx

² Rubí Esther Cabrera Cauich, 6538@itescam.edu.mx

³ Néstor Alexis Dzib Cuevas, 6513@itescam.edu.mx

⁴ Luis del Jesús Franco Pérez, ljfranco@itescam.edu.mx

⁵ Olivia Guadalupe Ortiz Cel, ogortiz@itescam.edu.mx

RESUMEN

La administración siempre es importante en todos los aspectos del mundo empresarial, se ha concluido que la administración es la base de una empresa. Cursar una maestría de la administración, reforzará el conocimiento de cada uno de los estudiantes, más que solo estudiar es la preparación profesional, esta preparación contiene diferentes beneficios particulares, las empresas contemporáneas tienen prioridad en contratar profesionistas con títulos de posgrados. Esta investigación tiene por objetivo el estudio del interés de la maestría en administración por parte de los egresados en las ingenierías informática, mecatrónica e industrias alimentarias. Para la recolección de información se tendrá que llevar a cabo una serie de encuestas a los egresados, el total de la población será de 73 egresados y tomaremos una muestra de 61 a los cuales le aplicaremos una encuesta para medir el interés que ellos poseen al querer estudiar una maestría en administración. Como resultados se obtuvo que el 84% está interesado en cursar una maestría con el fin de incrementar sus ingresos salariales y tener un trabajo seguro, ya que se asegura que un profesionista con estudio de posgrado es más valioso que solo tener una licenciatura.

PALABRAS CLAVE

Administración
Egresados
Empleo

ABSTRACT

The administration is always important for all labor aspects, it has been concluded that the administration is the base of a company. Studying a reference master's in administration will reinforce the knowledge of each contemporary of the students, more than just studying it is professional preparation, this preparation contains different benefits, companies have priority in hiring professionals with postgraduate degrees. The objective of this research is to study the interest of the master's degree in administration by graduates in computer engineering, mechatronics, and food industries. For the collection of information, a series of surveys will have to be conducted among the graduates, the total population will be seventy-three graduates and we will take a sample of sixty-one to whom we will apply a survey to measure the interest they have in wanting to study a master's degree in administration. As results, we obtained that 84% are interested in pursuing a master's degree to increase their salary income and have a secure job, since it is ensured that a professional with a postgraduate study is more valuable than just having a bachelor's degree.

KEYWORDS

Management
Graduates
Job

1, 2 y 3 Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche/ Estudiante.

4 y 5 Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche/ Docente.



I. INTRODUCCIÓN

En México, como en la mayoría de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) la tasa de empleo de los adultos tiende a aumentar según el nivel educativo alcanzado (OCDE, 2017). Estudiar un posgrado conlleva la expectativa de una mejora en la calidad de vida de las personas y del país, a través del incremento del ingreso promedio, además, se comenta que la posibilidad de una mejora económica para quienes cuentan con una maestría es 64.9% mayor al de los que sólo cuentan con licenciatura (Aréchiga, 2019). De igual forma, una maestría te abre la posibilidad de incrementar tus ingresos hasta un 75% dentro de una organización; o bien, cumplir tu meta de emprender un negocio propio (Pérez, 2018).

En el 2016, la tasa de empleo fue de 65% para personas de 25 a 64 años con educación por abajo de media superior (promedio de la OCDE: 57%), subiendo un 70% y 80% para la población con estudios de educación media superior y superior, respectivamente. Ambas tasas están cerca del promedio de la OCDE de 75% y 84%, respectivamente.

Las tasas de empleo aumentan considerablemente alcanzando los niveles de educación superior: desde un 70% para los titulados de Técnico Superior Universitario, hasta un 80% para los licenciados o equivalentes, y alrededor del 85% para los que cuentan con títulos de maestría, equivalente o doctorado (OCDE, 2017). Este mismo autor comenta que en México, los estudios de doctorado ofrecen una ventaja laboral relativa sobre aquellos que tienen maestría. Entre la población de 25 a 64 años, la tasa de empleo para quienes cuentan con doctorado es 8% más alta que para los que tienen maestría, por encima del promedio de la OCDE (5%) (OCDE, 2017).

Al graduarte en la universidad, ya sea en una carrera de ingeniería o de otro ámbito, cada vez está siendo más necesario darle continuidad a dicha formación. Además de adquirir nuevos conocimientos, se espera también que puedas crecer en el terreno profesional, pero también en el personal (Hernández, 2019). Acceder a estudios superiores facilita, por lo tanto, el ingreso y la adaptación al mercado laboral. Se demuestra, asimismo, que estás al día de las nuevas modalidades y tecnologías del momento. En definitiva, un máster dotará de conocimientos más especializados y actuales sobre el área de interés escogida (Hernández, 2019).

En cuanto a los estudios de posgrado, una maestría en Administración es una buena opción para quienes desean promover el crecimiento y el desarrollo de las organizaciones y agregar un componente diferenciador en el mercado laboral. Así fue como el aprender, estudiar, profesionalizarse o especializarse en un tema o actividad en particular, se fue convirtiendo en una necesidad básica para mayores oportunidades (Castillo B., 2020). Sin embargo, en México, los posgrados que más se ofertan son los siguientes:

- En salud pública: por ser un sector científico y tener un papel vital en la calidad de vida de la población, esta área concentra un 72.0% de profesionales con posgrado.
- Finanzas, banca y seguros: Este sector requiere de profesionales que estén al corriente de las tendencias empresariales y económicas. Concentra un 47.2% de profesionales con posgrado.
- Ciencias ambientales: es una área que se nutre constantemente de los nuevos avances científicos, por lo que el 46.8% de los profesionales del sector cuenta con un posgrado
- Ciencias de la educación, programas multidisciplinarios o generales: el desarrollo tecnológico y de nuevas metodologías exige profesionales con expertos en el área. El 41.2% cuenta con un posgrado.

Según Universia, entre las instituciones que ofrecen posgrado de Administración en el país se encuentran:

- Maestría en Administración de Empresas (MBA) de la Universidad Anáhuac México Sur: este programa posee un enfoque práctico, especializado en Mercadotecnia, Finanzas y Logística y busca brindar a los estudiantes los conocimientos y herramientas adecuadas para la toma de decisiones corporativas orientadas a generar un valor agregado.
- Executive MBA - Maestría en Dirección de Empresas del Instituto Tecnológico Autónomo de México: con una modalidad de 2 años de tipo presencial, esta maestría está diseñada para ejecutivos de alto nivel que desean fortalecer sus habilidades, aprender a ver más allá de los análisis empresariales convencionales e identificar oportunidades de negocios con un espíritu innovador.
- Maestría en Administración de Pymes del Centro de Estudios Universitarios: es un programa ideal para profesionales en Administración y Gestión de empresas que quieran enfocarse en pequeñas organizaciones. A través

de esta maestría de 6 cuatrimestres, podrán aprender sobre relaciones de competencia y cooperación en el sector en el que se desenvuelven.

- Especialidad en Administración de Empresas Turísticas de la Universidad Autónoma del Estado de México: un curso ideal para quienes quieren aprender nuevas habilidades para la gestión de empresas de la hospitalidad, de la restauración y del emprendimiento de negocios turísticos. El programa tiene una duración de un año y es de carácter presencial.
- Doctorado en Ciencias Administrativas y Gestión para el Desarrollo de la Universidad Veracruzana: tiene como objetivo formar profesionales capaces de crear y modelar estrategias de intervención, innovadoras y eficaces para las empresas, de manera de que estas puedan gestionar e incrementar sus recursos tangibles e intangibles para lograr un desarrollo sustentable.
- Doctorado en Dirección de Organizaciones de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla: es un programa dirigido a quienes quieran desarrollar una investigación aplicada en las micro, pequeñas y medianas empresas en diferentes sectores, regiones y contextos. A través de él, los profesionales aprenderán a generar estrategias de motivación, trabajo en equipo y liderazgo eficiente.

Según Universidad mexicana (s/f) un posgrado en administración puede ser enfocada a diversos profesionistas siendo las principales:

- Administración
- Administración de Empresas Turísticas
- Comercio Internacional y Aduanas
- Comunicación
- Contaduría Pública
- Derecho
- Diseño Gráfico
- Idiomas
- Informática Administrativa
- Mercadotecnia y Publicidad
- Pedagogía
- Psicología Social
- Relaciones Internacionales y Comercio Exterior
- Sistemas Computacionales
- Turismo

II. METODOLOGÍA

A continuación, se describe la metodología empleada en el desarrollo de la investigación, así como las técnicas e instrumentos aplicados a los jóvenes egresados del ITESCAM en las ingenierías informática, mecatrónica e industrias alimentarias.

La presente investigación es de tipo descriptiva, ya que mide el número de estudiantes de egresados por cursar una maestría en administración en el ITESCAM, este análisis fue guiado por medio de técnicas como la encuesta, y revisión documental.

De tipo cuantitativa, ya que se encarga de recolectar datos numéricos y estadísticos.

De igual manera es no experimental, dado que el investigador no intervino en la respuesta de los encuestados y, por último, es de tipo transversal, dado que el instrumento es aplicado una única vez a la población de estudio al ser suficiente para medir las opiniones de la población de estudio.

Población

La población en la que se realizó la investigación fue a egresados del ITESCAM, en las carreras Ingeniería en informática, mecatrónica e industrias alimentarias, con el objetivo de conocer si tuvieran algún interés en estudiar una maestría en administración en la misma institución. El proceso para realizar esta investigación fue de manera cuantitativa a través de encuestas aplicada a 61 egresados de las carreras Ingenierías en informática, mecatrónica e industrias alimentarias del ITESCAM, dichas encuestas fueron de manera digital por medio de la aplicación de Google Forms.

La población referida para el desarrollo de esta investigación se compone de un total de 73 egresados de las 3 carreras ya mencionadas anteriormente.

Para la aplicación del método probabilística de muestreo aleatorio simple se utilizó la siguiente fórmula para calcular la muestra de la población.

$$n = \frac{73 (1)}{\frac{73 - 1 (0.05)^2}{1.96^2} + 1} = 61$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra = 61

N: Tamaño de la población = 73

P: Posibilidad de que ocurra un evento, p = 0,5.

Q: Posibilidad de no ocurrencia de un evento, q = 0,5.

E: Error, se considera el 5%; E= (0.05).

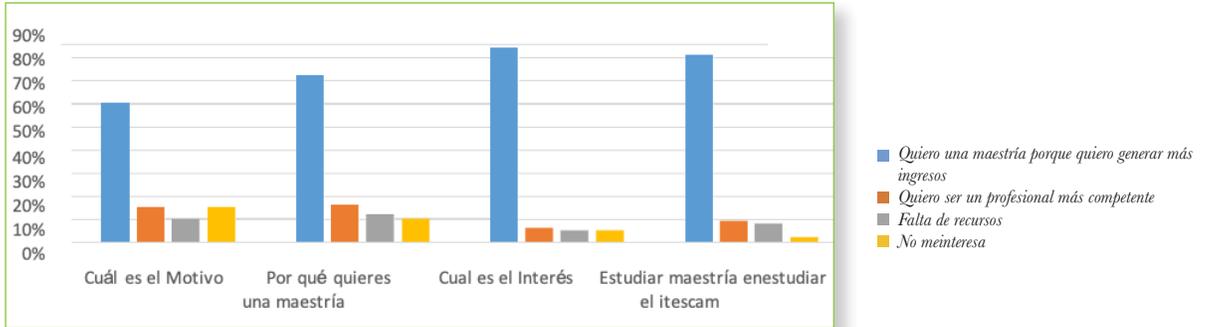
Z: Nivel de confianza, que para el 95%, z = 1,96

III. RESULTADOS O AVANCES

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos de la aplicación del instrumento.

Figura 1

Interés por estudiar una maestría.

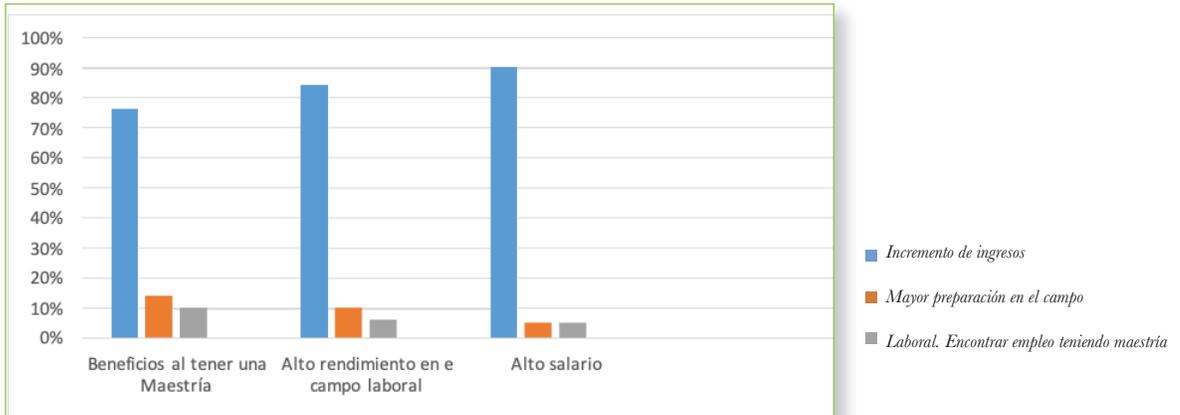


Nota. El grafico representa los motivo e interés para estudiar una maestría

Fuente: Elaboración propia

Figura 2

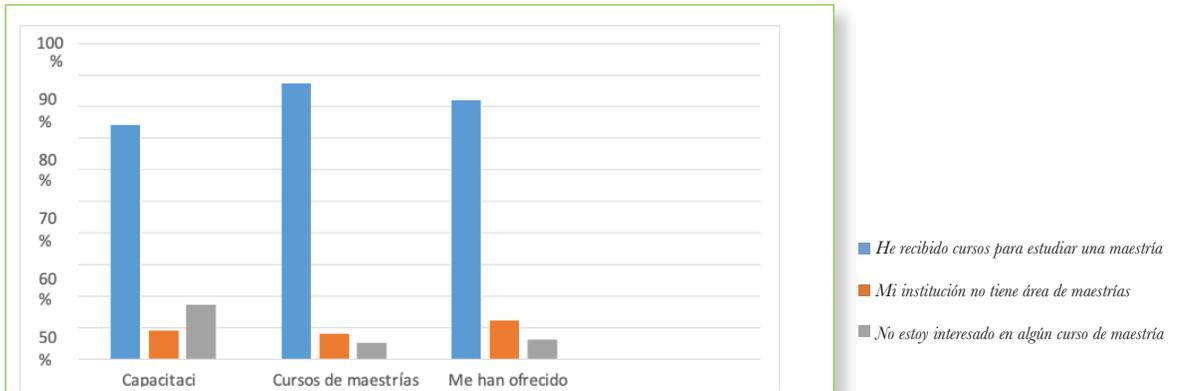
Beneficios por estudiar una maestría en administración.



Nota. Se presenta que el salario es el principal motivo para estudiar una maestría en administración. Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Recibir capacitación al estudiar una maestría en administración



Nota. Comparativo del interés por estudiar una maestría

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los egresados de las tres ingenierías comentan ITESCAM si están interesados en cursar una maestría en administración, porque el nivel más alto de los egresados respondió con un 84 por ciento de que ellos si quieren y están interesados en cursar una maestría en administración con el motivo de generar mayores ingresos que un licenciado, el 15 por ciento de los egresados el motivo por el cual están en cursar la maestría es porque quieren ser profesionales más competentes y el nivel más bajo de los egresados es del 2 por ciento que no están interesados en cursar la maestría porque simplemente buscaron empleo en otros lugares y no tienen tiempo. También hay un 81 por ciento de los egresados que quieren estudiar una maestría en administración en el ITESCAM para poder generar mayores ingresos, pero por el momento el ITESCAM no cuenta con una maestría de esa área, pero los egresados si les gustaría cursarlo ahí. De igual manera los egresados del ITESCAM optaron para que se implemente el área de especialidades de posgrados con diferentes áreas en el ITESCAM. (Figura 2.)

Con respecto a los beneficios esperados, los egresados del ITESCAM tienden a tener los beneficios que les traería el cursar una maestría en administración ya que estos les traerían un incremento en sus ingresos. El 90 por ciento de los egresados opto por un alto recurso salarial para el beneficio de ellos para cursar una maestría, el 14 por ciento de los egresados menciono que tener una maestría para mayor preparación en el campo laboral y un 5 por ciento opto que es un buen beneficio para encontrar un empleo. (Figura 3.)

Los egresados del ITESCAM el 87 por ciento si recibieron cursos para que ellos puedan seguir estudiando y mediante la maestría, ellos lo tomen como una ventaja para poder generar más ingresos en su sueldo y no quedarse como licenciados y tener el mismo salario. El 17 por ciento no le interesa la capacitación del curso de maestría porque ellos decidieron trabajar y otro ejercer su licenciatura y no tienen tiempo para volver a entrar a estudiar una maestría en administración. Y el 6 por ciento dice que su institución no cuenta con esa área.

IV. CONCLUSIONES

Después de haber culminado con el desarrollo de la investigación se llegó a la conclusión de que es importante cursar una maestría en administración ya que con ella se generan ciertos beneficios en distintos ámbitos, se refuerzan los conocimientos, se tiene mayor oportunidad laboral, y con ella se obtienen mejores puestos dentro de una organización, así como un mejor salario.

A los egresados de las carreras Ingenierías en informática, mecatrónica e industrias alimentarias del ITESCAM, si les gustaría cursar una maestría en administración, ya que con base a sus respuestas a la mayoría le interesaría obtener un mejor sueldo, así como de tener un mayor conocimiento y mejor oportunidad en el ámbito laboral, por otra parte uno de los obstáculos que existen para no poder cursar esta maestría son los recursos, es evidente que la mayoría de los jóvenes sufre este problema y por esa razón no continúan con sus estudios.

Por último, cabe mencionar que, si se llegara a dar el caso y que el ITESCAM abriera esta oportunidad de cursar una maestría en administración con un costo accesible, la mayoría de los egresados aprovecharían la ocasión y el instituto tendría muy buena respuesta y participación de parte de estos jóvenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aréchiga, B. G. (05 de Julio de 2019). Capital Humano. Obtenido de <https://factorcapitalhumano.com/mundo-del-trabajo/estudios-de-posgrado-incrementan-64-9-los-salarios-de-los-trabajadores/2019/05/#:~:text=Estudios%20de%20posgrado%20incrementan%2064.9%25%20los%20salarios%20de%20los%20trabajadores,-Por%3A%20Redacci%C3%B3n%20>
- Arias, F. (2006). Proyecto de investigación: introducción a la metodología científica. Caracas: Espítome. Castillo, B. (26 de Septiembre de 2020). Guía Universitaria . Obtenido de <https://guiauniversitaria.mx/la-importancia-de-estudiar/>
- Hernández, M. (2019). Emagister. Obtenido de <https://www.emagister.com/blog/que-master-estudiar-después-de-la-carre-en-ingeniería-industrial/>
- OCDE. (2017). Obtenido de <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/EAG2017CN-Mexico-Spanish.pdf>
- Perez, L. (10 de enero de 2018). UNITEC. Obtenido de <https://blogs.unitec.mx/vida-universitaria/la-unitec/4-razones-estudiar-mba>
- Red de Portales News Detail Page. (s. f.). <https://www.universia.net/mx/actualidad/empleo/estas-son-5-areas-mayor-cantidad-profesionales-posgrados-mexico-1149355.html>
- Universidad Mexicana. (s. f.). Posgrado en Administración. <https://unimex.edu.mx/posgrado-en-administracion>

ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE DEFORMIDAD DE MANOS EN USUARIOS DEL CUCHILLO “DESCACHETADOR” DE MANGO EN CONGELADORAS DE LA REGIÓN DEL VALLE DE ZAMORA.

¹ Daniela Guadalupe Dueñas Díaz, duenasdiazdanielaguadalupe@gmail.com

² Alejandro Jiménez Barragán, balex8115@gmail.com

³ Víctor Daniel Sánchez García, sanz01.vd@gmail.com

⁴ Guillermo Hernández García, Guillermo.hg@zamora.tecnm.mx

⁵ Iván Luis Acevedo Cornejo, ivan.ac@zamora.tecnm.mx

RESUMEN

El incremento de la producción de mango ha requerido de mayor capital humano de producción, siendo necesario cubrir con largas jornadas de trabajo lo que ha producido lesiones en los usuarios del cuchillo “descachetador”, el objetivo fue determinar si realmente el artefacto produce afectaciones a sus usuarios. Para ello se utilizaron dos métodos muy útiles, un estudio antropométrico comparando a la persona en cuestión con personas que no utilizan el artefacto, además de tomas de rayos X en la persona afectada y una persona sin problemas, además se toma un enfoque cuantitativo ya que usa la recolección de datos para la comprobación de una determinada hipótesis. Esto permitió determinar que, si existe relación entre el uso del artefacto y la deformidad en las manos de los usuarios, ya que la persona en cuestión presenta una separación en las articulaciones que une los huesos escafoides, trapecio y trapecoide y padece del síndrome de Quervain, otro hallazgo fue que la mano usada para sostener el mango también está expuesta a lesiones, por lo que un cambio el proceso es una alternativa a futuro, por ahora dado que se estableció una relación entre el índice de deformidad y el uso del artefacto es importante realizar un rediseño.

ABSTRACT

The increase in mango production has required more human capital for production, being necessary to cover long working days, which has produced injuries in the users of the “descachetador” knife, the objective was to determine if the artifact really produces affectations to its users. For this purpose, two very useful methods were used, an anthropometric study comparing the person in question with people who do not use the artifact, in addition to X-rays taken on the affected person and a person without problems, in addition a quantitative approach is taken since it uses data collection for the testing of a certain hypothesis. This allowed to determine that, if there is a relationship between the use of the device and the deformity in the hands of the users, since the person in question has a separation in the joints that joins the scaphoid, trapezium and trapezoid bones and suffers from Quervain’s syndrome, another finding was that the hand used to hold the handle is also exposed to injury, so a change in the process is an alternative for the future, for now since a relationship was established between the rate of deformity and the use of the device is important to make a redesign.

PALABRAS CLAVE

Calidad del agua
ICA
Coliformes totales
Coliformes fecales

KEYWORDS

Ergonomics
Occupational health
Productivity

1 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora / Estudiante.

2 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora / Estudiante.

3 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora / Estudiante.

4 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora / Docente.

5 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora / Docente.



I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el incremento en la producción de mango en las empresas ha sido significativo, ya que es un producto con alta demanda en sus temporadas alta por lo cual la creación de mejoras para su proceso, ha llevado a las empresas a desarrollar herramientas, las cuales no siempre son ergonómicas para el cumplimiento de la demanda es por ello que el uso excesivo de una herramienta hechiza para el “descachetado” de mango, conlleva a los usuarios a sufrir lesiones severas manuales como lo son las deformaciones o dolores de articulaciones. El paso del tiempo y la carga excesiva de trabajo en el área de producción llevara al personal a un nivel de deformación manual con el cual podría perder cierta movilidad y flexibilidad, por lo que este estudio busca mediante un estudio antropométrico identificar si el daño pertenece al agarre o a la estructura de la herramienta y buscar solución para tener un mejor desempeño en el área de producción.

La creación de una empresa siempre ha tenido como objetivo la generación de recursos económicos para la sostenibilidad de los propietarios como la de su personal, es por ello que la productividad es fundamental para la obtención de capital, sin embargo, se ha observado localmente, que en el procesamiento del mango desde hace años, no se ha prestado la atención suficiente a la salud de los trabajadores, específicamente en sus manos ya que el usar el cuchillo hechizo a largo plazo produce que estas se deformen, por lo que se puede deducir que es un artefacto incómodo para largas jornadas de trabajo que día a día tienen que cumplir para llevar sustento a sus hogares. Las herramientas manuales parecen tan sencillas que a veces se olvida de las grandes consecuencias que este puede causar por un mal diseño, uso o aplicación (Tamborero, s.f.).

A consecuencia de un diseño ergonómico nulo, se reduce la productividad de los trabajadores y además de afectar su salud, es por ello que los estudios antropométricos para mejorar la productividad y salud de los trabajadores hoy en día es una necesidad latente. Se considera de vital importancia la realización de un estudio antropométrico para determinar el índice de deformidad de manos en usuarios del cuchillo “descachetador” de mango en congeladoras de la región del valle de Zamora con la finalidad de establecer un plan de acción que beneficie tanto a los propietarios de las congeladoras y a los trabajadores, buscando tener un cuchillo ergonómico para evitar deformaciones a largo plazo y que este a su vez ayude a aumentar la productividad de los trabajadores dentro del proceso.

Es importante establecer la relación entre las deformaciones en las manos y el uso del cuchillo “descachetador” de mango con la finalidad de determinar que tanto influye su uso y descartar otras posibles causas dentro del proceso productivo del mango, como podrían ser la forma de sujetar el mango o mal uso del cuchillo, además es vital fundamentar el estudio antropométrico en el uso de herramientas manuales para comparar las distintas variantes que pueden presentarse a la hora de realizar el estudio y cómo interpretar los resultados en relación a las herramientas manuales, aunado a ello se considera un objetivo evaluar el daño producido a largo plazo en los usuarios del cuchillo, para establecer un patrón de daños que permitan identificar la raíz del problema y pensar en alternativas que ayuden a evitar los daños observados en los usuarios del cuchillo “descachetador” de mango.

II. METODOLOGÍA

La antropometría de la mano es un tema relevante que ha sido estudiado desde diferentes enfoques. Desde una perspectiva ergonómica, las dimensiones de la mano de poblaciones específicas se caracterizan con el fin de diseñar herramientas manuales, equipos, guantes, espacios de trabajo, guardas de seguridad, prótesis bajo configuraciones biomecánicas, así como también ayudan a predecir a través de modelos matemáticos otras variables antropométricas del cuerpo humano (Ron, 2022).

1.- Respecto al diseño de la investigación dado que el objetivo del estudio fue determinar cuál es el problema existente, si la estructura del cuchillo “descachetador” de mango o el agarre, se tendrá que llevar una investigación y aclaración de dicha incógnita para poder prevenir las lesiones que produce esta herramienta con el uso continuo del mismo. Para llevar a cabo dicho proyecto se realizarán mediciones, radiografías y un estudio antropométrico de la mano con las que podremos observar que tanto es el daño que le ha causado el estar expuesta tanto tiempo a carga excesiva de trabajo y movimiento.

2.- El enfoque de la investigación se diseñó bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, debido a que este se adaptó mejor a las características y necesidades de la investigación ya que se buscaba comprobar la hipótesis sugerida mediante enfoque cuantitativo: usa recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el su respectivo análisis para establecer patrones de comportamiento. (Sampieri et al., 2010, p.10). Se tomará la técnica de características para realizar los estudios antropométricos de las manos de los trabajadores que han utilizado el cuchillo “descachetador” de mango, en contraposición a las manos de una persona que jamás lo ha utilizado.

3.- Dado que la muestra y muestreo se define como la muestra al subconjunto de datos recopilados en una determinada población llegando así al objetivo de aceptar o rechazar una hipótesis “Una muestra es una parte de la población puede ser definida como un SUBGRUPO DE LA POBLACIÓN o universo. Para seleccionar la muestra, primero deben delimitarse las características de la población...” (Toledo, s.f., p.6). Para este caso se utilizó un muestreo no probabilístico, el cual fue hecho por conveniencia ya que este muestreo permite ser utilizado en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas, debido a que el muestreo no probabilístico es un método menos estricto, este método de muestreo depende en gran medida de la experiencia de los investigadores, este muestreo no probabilístico comúnmente se lleva a cabo mediante métodos de observación (QuestionPro, 2018).

4.- La técnica para la recolección de datos a utilizar en este trabajo de investigación fue el tomar mediciones de corte antropométrico de los sujetos seleccionados para realizar la observación, para posteriormente realizar el contraste con sujetos no involucrados en el proceso, para de esta manera determinar el daño generado por la utilización de la herramienta de corte.

5.- El trabajo contó con una variedad de instrumentos para la recolección de datos como fueron las entrevistas, cuestionarios de papel y referencias bibliográficas ya que al tratarse de una investigación de campo (La investigación de campo se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones) (Toledo, s.f.).

6.- La técnica utilizada en el procesamiento de datos será la estadística descriptiva, ya que esta es una disciplina que se encarga de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre el conjunto de datos (López, 2019).

7.- Una de las herramientas a utilizar para el procesamiento de datos son los estudios antropométricos al igual que un software estadístico para así lograr el análisis de datos en la comparativa de las distintas mediciones y características, y en caso de existir, las deformaciones en los usuarios.

III. RESULTADOS O AVANCES

La producción y proceso de alimentos ha sido de gran ayuda a lo largo del devenir de las sociedades, ya que la misma ha permitido almacenar por más tiempo distintos alimentos además de mejorar la calidad de estos. En el valle de Zamora en Michoacán, es una región con grandes productores agrícolas, en especial berries, además de esto la mayoría de las congeladoras de la región son participes del procesamiento del mango, ya sea: puré, cubicado, entre otros.

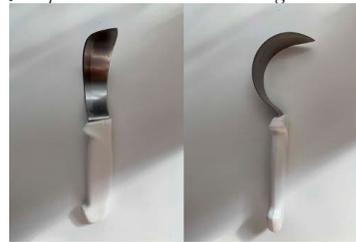
En total, Michoacán produce anualmente 160 mil 573 toneladas de nueve variedades de mango, los cuales son: el Haden, Kent, Ataulfo, Tommy, Criollo, Manila, Tommy Atkins,

por citar algunas; lo anterior de acuerdo con cifras del Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (Ruiz, 2021).

La demanda y la capacidad de producción estatal de mango ha ocasionado un alto nivel de producción en las congeladoras regionales, por lo que es una actividad recurrente dentro de las mismas, dentro del procesamiento del mango hay distintas etapas, sin embargo, el “descachetado” de mango es el foco de la presente investigación, esta actividad consiste en separar la pulpa del hueso del mango, para esta labor se requiere de un cuchillo “descachetador” (Figura 1), mismo que carece de una ergonomía adecuada y de algún estudio antropométrico.

Figura 1

Herramienta utilizada para el descachetado de mango.



Nota: Herramienta de estudio.

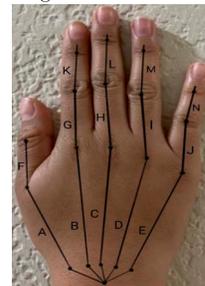
Fuente: Elaboración propia

Algunos factores que pueden desencadenar problemas tanto musculares como esqueléticos son: la herramienta no es la adecuada para desempeñar una actividad propuesta, la herramienta no está proporcionalmente diseñada para ejercer una tarea y las herramientas no fueron diseñadas para la población específica. Además, desde el punto de vista técnico, para el correcto diseño de herramientas en base a una población determinada, debemos considerar medidas antropométricas de la mano vinculadas directamente con medidas dimensionales del objeto diseñado (Piñeda et al., 2015).

Con respecto a lo antes dicho, es por eso por lo que se realizaron estudios antropométricos a usuario A, es una persona que labora en el proceso de “descachetar” mango, actualmente tiene 21 años y lleva trabajando 3 años en este proceso (Figuras 2, 4 y 6). Asimismo, se decidió comparar las manos de los 3 investigadores para poder tener un amplio rango de características en los estudios.

Figura 2

Mediciones antropométricas ángulo A



Nota. Las mediciones realizadas permiten identificar las mediciones de los huesos más importantes y funcionales de la mano.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Tabla comparativa de mediciones antropométricas ángulo A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
USUARIO A	7cm	8cm	8.5cm	7.5cm	6.7cm	3cm	3.6cm	3.7cm	3.4cm	2.4cm	2.1	2.2	2.1cm	1.5cm
INVESTIGADOR A	7.5cm	8.5cm	9cm	8cm	7cm	3.2cm	3.7cm	3.8cm	3.5cm	2.6cm	2cm	2.3cm	2cm	1.6cm
INVESTIGADOR B	8cm	8.9cm	9.2cm	9cm	7.1cm	3.3cm	4cm	4.3cm	3.9cm	2.8cm	2.3cm	2.5cm	2.2cm	1.9cm
INVESTIGADOR C	7cm	9.5cm	9cm	8.5cm	8cm	4.5	5.5	6cm	5.3cm	4cm	3cm	3.5cm	3cm	2.5cm

Nota: Se compararon las mediciones con 3 personas que no usan el cuchillo.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Mediciones antropométricas ángulo B

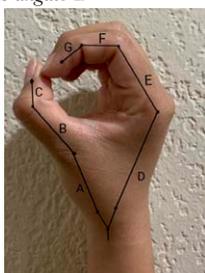
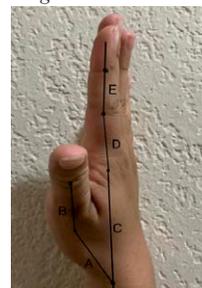


Figura 6

Mediciones antropométricas ángulo c



Nota: Estas mediciones permiten ejemplificar la forma en que se sujetan distintas herramientas manuales.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

Tabla comparativa de mediciones antropométricas ángulo B

	A	B	C	D	E	F	G
USUARIO A	3.5 cm	3.3 cm	1.2 cm	5.2 cm	3.8 cm	2.4 cm	1 cm
INVESTIGADOR A	3.5 cm	3.4 cm	1.3 cm	5.3 cm	4 cm	2.5 cm	1.1 cm
INVESTIGADOR B	3.9 cm	3.6 cm	1.5 cm	5.5 cm	4 cm	2.7 cm	1.5 cm
INVESTIGADOR C	4 cm	3.5 cm	2 cm	7 cm	4.5 cm	3 cm	1.4 cm

Nota: Se compararon las mediciones con 3 personas que no usan el cuchillo.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Tabla comparativa de mediciones antropométricas ángulo c

	A	B	C	D	E
USUARIO A	4.3 cm	3 cm	7.2 cm	3.8 cm	1.4 cm
INVESTIGADOR A	4.4 cm	3.2 cm	7.5 cm	4 cm	1.5 cm
INVESTIGADOR B	4.9	3.4	7.6	4	1.7
INVESTIGADOR C	6cm	3.5cm	8cm	4cm	2cm

Nota: Se compararon las mediciones con 3 personas que no usan el cuchillo.

En relación con lo anterior se decidió llevar más a fondo esta observación comparando la mano del usuario "A" con un usuario más llamado usuario "B" que no se dedica a ningún proceso agroindustrial para así lograr recabar diferencias entre los dos usuarios:

Fuente: Elaboración propia

Figura 8
Variedad de mango 1



Nota: Mango Tommy [Fotografía], por CITROFRUT.COM, 2002, Citofrut (https://citrofrut.com/images/fruits/mango/004_cf_mangotommy.webp).

Figura 9
Variedad de mango 2



Nota: Mango Kent [fotografía], por poviltrade.com, 2020, IONOS SE (<https://www.poviltrade.com/wp-content/uploads/2020/07/Mango-Kent-e1595817223450.png>).

Haciendo una comparación en la placa radiográfica AP de mano y muñeca derecha, de usuario A y usuario B (Figuras 10 y 11), se observa que en el usuario A existe una ligera separación en la articulación que une los huesos escafoides, trapecio y trapecoide el cual sumado con el historial clínico y sintomático de la paciente existe la sospecha de que se hable de una tendinitis del extensor corto del primer dedo y abductor largo del primer dedo lo que se conoce como síndrome de Quervain(Hinchazón de los tendones del pulgar provocada por un movimiento repetitivo) que al comparar con el usuario B en su historial clínico no presenta síntomas ni quejas de dolor o molestia ya que ella no realiza un movimiento repetitivo.

Figura 10
Radiografía Usuario "A"



Nota: Elaboración propia.

Figura 11
Radiografía Usuario "B"



Nota: Elaboración propia.

Haciendo una comparación en la placa radiografía AP, oblicua y lateral de mano y muñeca izquierda no se encuentra ninguna alteración en las articulaciones más sin embargo guiándonos por la sintomatología y anatomía se concluye que el peso de los diferentes mangos sostenidos durante la jornada laboral está provocando compresión del nervio medio y/o ligamento carpiano el cual ocasiona entumecimiento y dolor a dicha paciente, por lo que se hace necesario un rediseño del cuchillo “descachetador”, para posteriormente generar un prototipo y comenzar con una prueba de campo, para determinar las ventajas y mejoras de un rediseño.

IV. CONCLUSIONES

En el procesamiento de fruta se desarrolla la actividad de pelado y descachetado de mango el cual se lleva a cabo de una forma eficaz para el proceso, pero de manera poco ergonómico, ya que las lesiones que se desarrollan a largo plazo con el uso de esta herramienta que es hechiza sin ninguna adaptación ergonómica son bastante dañinas para el movimiento de las manos en las personas y su bienestar de sus manos.

Dentro del estudio antropométrico realizado, la hipótesis era el daño que podría causar el cuchillo, con lo que se determinó que efectivamente existía uno en la mano de la persona, se considera un índice de deformidad medio, ya que de momento no se percibe alguna anomalía a simple vista, sin embargo, las placas radiográficas nos muestran una, ligera separación en la articulación que une los huesos escafoides, trapecio y trapecoide ya que al realizar movimientos repetitivos y el agarre poco ergonómico hacían que el individuo sufriera de dolores y tendinitis adicional de otras lesiones. Por lo que el rediseño de esta herramienta será una solución muy factible en cuanto a prevención de daños.

Adicionalmente, mientras se estudiaba el efecto que podría tener la herramienta hechiza (cuchillo “descachetador”), se logró visualizar que otro de los factores que tenían un efecto adverso en la salud anatómica del trabajador, era el soportar el peso del mango en la mano que lo sostenía, por lo que será importante estudiar de manera posterior esta situación y poder lograr un área de trabajo reajustada de ergonómica para las personas que ahí laboran.

En este estudio antropométrico la aplicación de diferentes métodos para encontrar las incógnitas fue indispensable, ya que se logró observar lo planteado de manera hipotética, además de encontrar variables que no se habían incluido de manera preliminar y que fueron observadas durante el proceso, tales como que al tener contacto con los usuarios del proceso se observó que el índice de maduración del mango es determinante ya que este influye en la dureza del mango y puede volver más complicado realizar la labor de “descachetado”. El proceso de maduración del mango está gobernando bajo una serie de reacciones bioquímicas al interior del fruto que se caracterizan por cambios de textura, color, en el contenido de azúcares, ácidos, aromas, entre otros. Las sustancias acumuladas durante el desarrollo se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que permita clasificarlo como maduro (Quintero et al., 2013)

Otro aspecto relevante es la presencia de mujeres en las maquiladoras mexicanas ya que resulta un rasgo simbólico de estas fábricas desde hace cuatro décadas, así como su vínculo entre los procesos de transnacionalización del capital y la feminización de la fuerza de trabajo (De la O, 2006), esto se ve reflejado de manera patente en las congeladoras de la región de Zamora, ya que aproximadamente tres cuartas partes del personal dedicado al proceso de “descachetado” de mango son mujeres, por lo que el rediseño de la herramienta debe tomar este hecho en cuenta para su rediseño.

Durante este proyecto se encontraron varios obstáculos ya que las personas no fácilmente acceden a resolver dichos problemas por lo cual tener acceso a este al proceso completo sería fundamental para resolver toda la problemática existente. Los resultados esperados fueron los siguientes: conocimiento acerca del proceso determinado, ya que como investigadores se tuvo la oportunidad de experimentar todo el proceso en vivo, es decir, se experimentó empíricamente aplicando técnicas iguales a las del proceso. Seguimos trabajando para encontrar todas las soluciones posibles ante esta situación, ya que la salud e integridad del trabajador es lo más importante para la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De la O Martínez, E. (2006). Geografía del trabajo femenino en las maquiladoras de México. *Papeles de población*, 12(49), 91-126. <https://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v12n49/v12n49a5.pdf>
- López, J. F. (2019). Estadística descriptiva. *Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>
- Piñeda Gerlado, A., Cabrera Osorio, L., Esguerra Sabogal, C., Grajales Correa, J. y Gonzales, C. (2015). Variables antropométricas y su relación con la fuerza-prensión de mano, para el uso ergonómico de herramientas manuales en un grupo trabajadores del sector de la construcción en Bogotá. *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 3(5), 71-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2016.v3.n5.a7>
- QuestionPro. (14 de junio de 2018). Muestreo no probabilístico: definición, tipos y ejemplos. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-no-probabilistico/>
- Quintero, V., Giraldo C, G., Lucas A, J. y Vasco L, J. (2013). Cate-terización fisicoquímica del mango común durante su proceso de maduración. *Biocología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 11(1), 10-18. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000100002&ing=en&tlng=es
- Ron, M. (2022). Aplicaciones de la antropometría de mano con fines Ergonómicos. *Ingenio y Conciencia*. 9 (17), 41-42. <https://repository.uaeh.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive>
- Ruiz Muñoz, E. (26 de Julio de 2021). Mango michoacano de los mejores del país. *Periódico de la redacción*. <https://periodicodelaredaccion.com/mango-michoacano-de-los-mejores-del-pais/?amp>
- Sampieri Hernández, R., Collado Fernández, C. y Lucio Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Tamborero, J. (s.f.). *Herramientas Manuales*. Instituto Nacional de Seguridad e Herramientas Manuales. 1(1), 1-11. [https://cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20391%20-%20Herramientas%20manuales%20\(I\)%20condiciones%20generales%20de%20seguridad.pdf](https://cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20391%20-%20Herramientas%20manuales%20(I)%20condiciones%20generales%20de%20seguridad.pdf)
- Toledo Díaz de León, N. (s.f.). *Técnicas de investigación Cualitativas y Cuantitativas*. Sólo Visión (Proyectables). México: UAEM.

ÁRBOLES DE DECISIÓN COMO TÉCNICA DE FUSIÓN DE SENSORES PARA MEDICIÓN DE DISTANCIAS

1 Bernardo Cornelio Pozadas, cornelio.p.bernardo@gmail.com

2 Ángel Vergara Betancourt, angel.vb@zacapoaxtla.tecnm.mx

3 Ignacio Algreto Badillo, ialgreto@conacyt.mx

RESUMEN

La robótica móvil tiene múltiples aplicaciones que benefician y mejoran la calidad de vida de las personas. Gracias a los diferentes sensores con los que cuenta un robot móvil terrestre, es posible adquirir una gran cantidad de datos e información relativa a su entorno. Con esta información y después de un procesamiento adecuado, un robot puede ser capaz de realizar tareas específicas, tales como percepción del entorno, navegación, exploración, planificación de trayectorias, entre otros. Sin embargo, los sensores son susceptibles a errores, por lo cual es necesario el uso de técnicas de fusión de sensores para obtener datos precisos. El propósito de este trabajo consistió en determinar y predecir las distancias entre el robot y un obstáculo, con un coeficiente de determinación superior al 90%. Para llevar a cabo esta tarea se empleó la técnica de aprendizaje automático supervisado de árboles de decisión para regresión, con la finalidad de fusionar diversos sensores. Para ello se utilizaron dos sensores ultrasónicos, un sensor LIDAR y un encoder, gestionado con una Raspberry Pi 3B+ utilizando Python. Se recolectaron datos en una ruta lineal en laboratorio, se analizó la dispersión de éstos. Como resultado se obtuvieron modelos con un coeficiente superior al 90%, además, se consideró el error cuadrático medio para un mejor análisis, si bien, los modelos tienen un coeficiente esperado, las predicciones no son las óptimas en los árboles con baja profundidad, lo anterior es indicado por el error cuadrático medio. Para esta aplicación, árboles de decisión es una buena técnica para fusionar los sensores, pero se debe cuidar el ajuste del árbol, ya que es susceptible al sobre entrenamiento.

ABSTRACT

Mobile robotics has multiple applications that benefit and improve people's quality of life. Thanks to the different sensors that a terrestrial mobile robot has, it is possible to acquire a large amount of data and information related to its environment. With this information and after proper processing, a robot may be able to perform specific tasks, such as environmental perception, navigation, exploration, trajectory planning, among others. However, sensors are susceptible to errors, which is why it is necessary to use sensor fusion techniques to obtain accurate data. The purpose of this work was to determine and predict the distances between the robot and an obstacle, with a coefficient of determination greater than 90%. To carry out this task, the technique of supervised machine learning of decision trees for regression was used, in order to merge various sensors. For this, two ultrasonic sensors, a LIDAR sensor and an encoder were used, managed with a Raspberry Pi 3B + using Python. Data were collected in a linear route in the laboratory, their dispersion was analyzed. As a result, models with a coefficient greater than 90% were obtained, in addition, the mean square error was considered for a better analysis, although the models have an expected coefficient, the predictions are not optimal in trees with low depth, the above is indicated by the mean square error. For this application, decision trees is a good technique to fuse the sensors, but the adjustment of the tree must be taken care of, since it is susceptible to overfitting.

PALABRAS CLAVE

Árboles de decisión
Machine learning
Fusión de sensores
Robot móvil

KEYWORDS

Trees of decision
Machine learning
Sensor fusion
Mobile robot

1 TecNM - Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, estudiante de Ingeniería Mecatrónica.

2 TecNM - Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, docente-investigador de la división de Ingeniería Mecatrónica.

3 Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, investigador CONACYT-INAOE.



I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, la robótica móvil ha presentado grandes avances y su crecimiento es tal que sus aplicaciones no sólo se incluyen en la industria, sino que también en la medicina, transporte, milicia, agricultura, entre otras; en todos los casos, su objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas (Rubio et al., 2019). Una aplicación de lo antes mencionado es en el prototipo de un tractor desarrollado en Australia, cuyo objetivo principal es aumentar la producción con un bajo impacto ambiental, el vehículo es compacto y está diseñado para no atascarse en el terreno, causar el menor daño al suelo y ser robusto, cuenta con múltiples sensores para el tratamiento de las plantas, como es la detección de malezas; usa sensores de costo relativamente bajo para la detección de obstáculos y generación de trayectorias (Ball et al., 2014).

Como se puede observar, el uso de sensores es importante para el desarrollo de la robótica móvil (Faceli et al., 2001), sin embargo, la integración de estos dispositivos requiere el diseño de un sistema de captura, procesamiento e integración de información de distintas fuentes. Estos sistemas, en su mayoría, interactúan con el mundo real y necesitan información precisa y confiable. Con la información recopilada, el robot móvil puede modelar su entorno para realizar tareas de interés, por ejemplo, detección de obstáculos para la generación de rutas de navegación (Lázaro et al., 1999).

Uno de los retos en la robótica móvil es la medición de distancias precisas para describir su entorno, para ello pueden utilizarse sensores de diferente naturaleza, pero considerando que cada sensor tiene una técnica distinta para medir distancias. Dado que cada sensor puede presentar errores e imprecisiones en su medición, una alternativa es la combinación de sensores y la información obtenida de cada uno de ellos puede brindar distancias confiables y precisas. Este proceso se denomina fusión de sensores (Barreto-Cubero et al., 2022; Faceli et al., 2001). La fusión de sensores puede basarse en: enfoque probabilístico, filtro Kalman extendido, filtro de partículas, e Inteligencia Artificial (IA) (Barreto-Cubero et al., 2022). Dentro de la IA están las técnicas Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML), que se definen como un conjunto de métodos capaces de detectar patrones en datos de forma automática. El concepto de aprendizaje automático existe al menos desde la década de los 50, aunque era exclusivamente del campo académico, actualmente están experimentando un auge en diversas áreas (Management Solutions, 2018).

Árboles de decisión para clasificación y regresión (CART) son parte de los algoritmos de Aprendizaje Automático Supervisado (SML), que se encargan de hacer predicciones de muestras en función de una serie de datos predictores, los árboles de decisión son modelos sencillos y de fácil interpretación, lo cual posibilita su aplicación en diversos proyectos, sin embargo, es fácil el sobre entrenamiento de modelos basados en este algoritmo si no se realiza un ajuste correcto en su uso (Management Solutions, 2018). Las métricas estadísticas más utilizadas en el análisis de modelos de SML para regresión son el coeficiente de determinación (R^2) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE), los cuales nos indican cómo es la dispersión de los valores predichos respecto a los valores de referencia (Chicco et al., 2021; Pedregosa et al., 2011).

El objetivo de este trabajo es medir distancias en un robot móvil con un coeficiente de determinación (R^2) superior al 90% utilizando árboles de decisión para regresión (RT) de los métodos de SML, para lo cual se tiene que instrumentar un prototipo móvil con sensores que midan longitud, analizar las técnicas de aprendizaje automático supervisado para regresión y las métricas estadísticas de análisis, crear un conjunto de datos con los sensores, aplicar un método de SML para regresión y predecir distancias con los modelos de SML resultantes.

II. METODOLOGÍA

Sensores exteroceptivos y propioceptivos.

Los sensores empleados en el desarrollo del prototipo son:

- Sensor ultrasónico HC-SR04: Mide la distancia a la que se encuentra un objeto justo frente a él mediante pulsos de ultrasonido, utilizando el tiempo de vuelo de éstos, emisión y recepción.
- Sensor LIDAR Lite V3HP: Mide la distancia a la que se encuentra un objeto justo frente a él mediante la emisión de una señal láser infrarroja, se calcula el tiempo de retraso entre la transmisión y recepción después de reflejarse en un objeto, utilizando la constante de la velocidad de la luz.
- Encoder de efecto Hall bidireccional DF Robots 28PA51G: Proporciona un número determinado de pulsos, producto de una conversión de la posición lineal o angular de un eje en una señal mediante un transductor, que con las especificaciones del fabricante se obtiene la posición, la dirección y la velocidad del sistema.

Programación de los sensores.

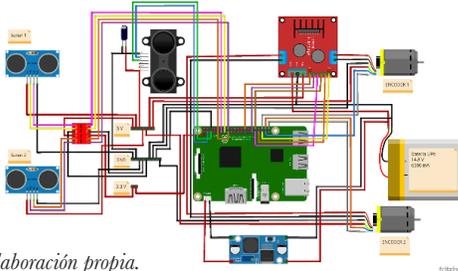
El lenguaje de programación empleado para el funcionamiento de los sensores es Python, para cada sensor se creó una función con la cual se mide la distancia entre el sensor y el objeto inmediato a éste. Se utilizó una Raspberry Pi 3B+

(RPi) para la gestión de los sensores, esto mediante el protocolo de comunicación Secure Shell (SSH), que facilita la comunicación segura entre dos sistemas (computadoras) de forma remota, esto con la finalidad de controlar el prototipo mediante una red WiFi.

Circuito electrónico.

El circuito electrónico, consta de dos sensores ultrasónicos, un sensor LIDAR y dos encoders, como se observa en la Figura 1. Se emplea un regulador de voltaje para la alimentación y protección de la RPi, así como un convertidor de nivel lógico bidireccional. La fuente de energía es una batería LiPo de 14.8 V 6000 mAh.

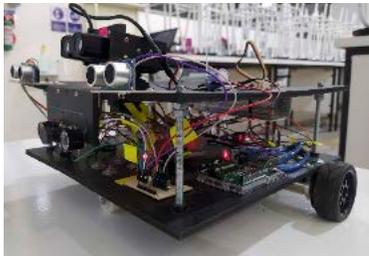
Figura 1
Radiografía Usuario "A"



Fuente: Elaboración propia.

El prototipo utilizado para la recolección de los datos de distancia hacia obstáculos se observa en la Figura 2.

Figura 2
Prototipo



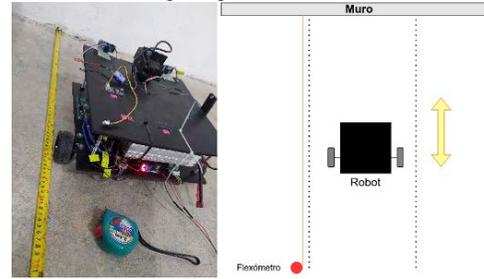
Fuente: Elaboración propia.

Recolección de datos.

Para la recolección de datos se utilizó el Laboratorio de Materiales del Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla (ITSZ), en el cual se colocó una cinta métrica flexible en la ruta lineal que iba a seguir el robot, como se observa en la Figura 3, para ir recolectando la distancia real entre el robot y uno de los muros del laboratorio. El robot cumplía una rutina en la cual retrocedía y se detenía para tomar lectura de sus 4 sensores, durante esta rutina el robot se detenía 27 veces, es decir, tomaba 27 medidas de cada sensor por cada rutina,

debido a que el intervalo de interés comprende desde los 0.3 m a 3.5 m. Los datos recolectados se almacenaron en un archivo CSV, ya que este tipo de archivos son los que se utilizan en los algoritmos de aprendizaje automático con Python, que se denomina conjunto de datos o dataset.

Figura 3
Recolección de datos con el prototipo.



Fuente: Elaboración propia.

Implementación de árboles de decisión para regresión.

Para obtener los modelos de predicción basados en árboles de decisión se implementaron las siguientes librerías:

- NumPy para el manejo y adecuación del dataset.
- Pandas para importar y trabajar con el dataset.
- Matplotlib para la generación de gráficas.
- Scikit-Learn para la división del dataset, así como la implementación del modelo predictivo y su ajuste.
- Joblib para guardar y cargar los modelos de predicción.

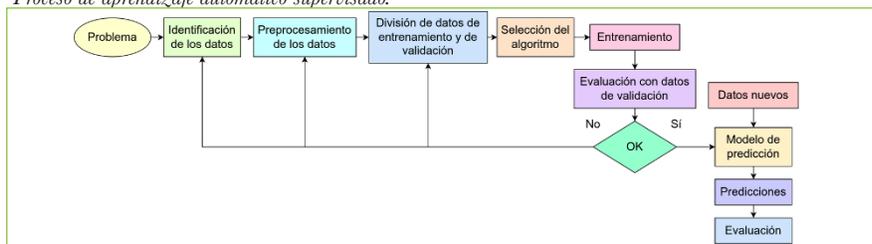
En la Figura 4 se observa el diagrama general del proceso de aprendizaje automático supervisado (Ayodele, 2010), para implementar árboles de decisión para regresión se realizó lo siguiente:

1. Se importó DecisionTreeRegressor de Scikit-Learn.
2. Se dividió el conjunto de datos con la función `train_test_split()`, de la librería Scikit-Learn, indicando los nombres de los conjuntos de entrenamiento y prueba, así como el porcentaje de elementos a poner en dichos conjuntos, para este trabajo la proporción es de 80% para entrenamiento y 20% para prueba, y el uso de una semilla o `random_state` para tener reproducibilidad (Bonaccorso, 2017).
3. Se ajustaron los hiperparámetros del modelo, en este caso, la profundidad o `max_depth` es el hiperparámetro de interés.
4. Se entrenó el modelo con la función `fit()` y el conjunto acorde.
5. Se guardó el modelo con la función `dump()` de Joblib.

Con los modelos obtenidos, se realizan predicciones con un conjunto de datos nuevo o datos de campo, es decir, datos que no fueron utilizados en el entrenamiento, para evaluar el rendimiento de cada modelo se cuantificó el error de predicción, es decir, se calculan una serie de medidas de “parecido” entre datos predichos y datos reales (Bustamante et al., 2018).

Figura 4

Proceso de aprendizaje automático supervisado.



Fuente: Elaboración propia.

III. RESULTADOS O AVANCES

El conjunto de datos o dataset constó de 513 observaciones o mediciones. Hay cuatro columnas de medidas de distancia en centímetros, la quinta columna corresponde a la medida real entre el prototipo y el muro del laboratorio, ver Tabla 1, cabe destacar que los títulos de columna no se encuentran en el dataset, en este caso se escriben para una mejor comprensión, éstos deben indicarse en el código de programación para la lectura del dataset, recordar que cuando se les asignan títulos a las columnas de un dataset se le denomina dataframe.

Para visualizar el dataset se elaboró un código de programación para graficar los datos, Figura 5, en ésta se apreció la dispersión de los datos y cómo difieren entre ellos, es evidente que en todos los datos existe un error respecto a las distancias reales, que se describen en la Tabla 2, donde el error obtenido en las pruebas es mucho mayor al que el fabricante proporciona, como en el LIDAR, que su error real es 3 veces el valor del fabricante. Sin embargo, estos errores son de utilidad para obtener modelos de predicción con aprendizaje automático.

Para revisar la distribución de los datos se realizaron diagramas de cajas y bigotes de cada sensor, Figura 6, donde se aprecia que las medianas son diferentes para cada sensor: 185 cm en el LIDAR, 174.23 cm en el ultrasónico 1, 164.85 en el ultrasónico 2, 169.79 en el encoder; se observa que la distribución es diferente en cada sensor, algunos datos están más concentrados que otros, ya sea en la caja o bigote.

Tabla 1

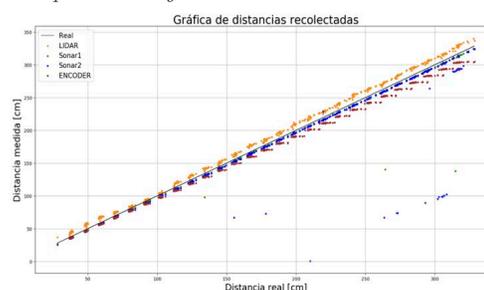
Algunas medidas del conjunto de datos.

LIDAR	Sonar1	Sonar2	ENCODER	Real
45	35.9714031219482	34.9702835083008	35.4708433151245	37.5
58	47.3687648773193	45.8083152770996	45.7580192592323	48.4
68	56.25319480896	55.6046962738037	56.0143952753637	58
76	67.0385360717773	65.3929710388184	66.2399713635187	69
84	77.3334503173828	75.9959220886231	76.4963473796501	79.5
94	88.4957313537598	87.0285034179688	86.8143232517342	90.9
...

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

Gráfica de dispersión del conjunto de datos.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Error en los predictores.

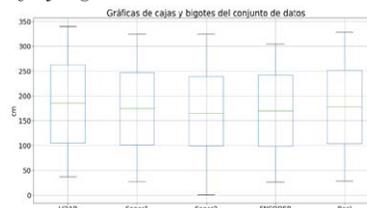
Predictor	R ²	RMSE	Error según el fabricante
LIDAR	0.98975	8.52414	d < 5m: ±2.5 cm d ≥ 5m: ±10 cm
Sonar1	0.98567	10.07869	No hay un dato preciso.
Sonar2	0.84165	33.50382	
ENCODER	0.98772	9.32862	10%, con el robot usado se traduce a 2 cm

Fuente: Elaboración propia.

Los datos recolectados se cargaron a un código de programación para obtener un modelo de aprendizaje automático supervisado, el algoritmo elegido para este caso es el de árboles de decisión para regresión (RT). Se realizaron pruebas con diferentes profundidades en el árbol, esto para observar el ajuste de cada caso, ver si está sub entrenado o sobre entrenado. Para cada profundidad las métricas de interés cambiaron, como se muestra en la Tabla 3, esto debido a que existen mayor número de nodos terminales para predicción. Las unidades de RMSE son cm. y para R² es tanto por ciento.

Figura 6

Diagramas de cajas y bigotes.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Métricas para diferentes profundidades de árbol en entrenamiento y prueba.

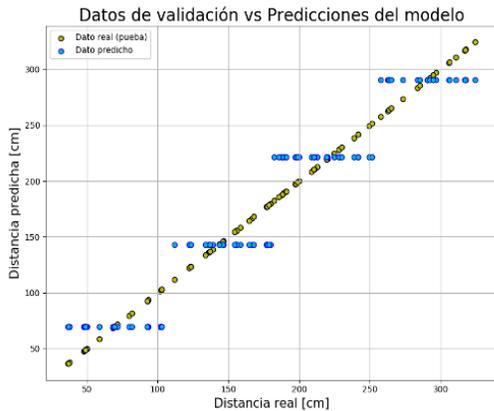
Métrica	Profundidad				
	2	3	4	5	6
R ² en entrenamiento	0.940107	0.985323	0.996508	0.999646	0.999897
RMSE en entrenamiento	20.913042	10.352491	5.049258	1.606314	0.866125
R ² en prueba	0.923106	0.978192	0.994911	0.999144	0.999518
RMSE en prueba	21.897064	11.661286	5.632873	2.309891	1.733517

Fuente: Elaboración propia.

La raíz del error cuadrático medio (RMSE) disminuyó conforme aumentó la profundidad del árbol, esto significa que la dispersión de los valores predichos disminuye respecto a los valores reales, Figuras 7 y 8, cabe destacar que un RMSE mínimo no significa que el modelo funcionará correctamente, ya que esto puede indicar que el modelo está sobreentrenado, y al predecir valores que éste nunca “observó” puede resultar erróneo.

Figura 7

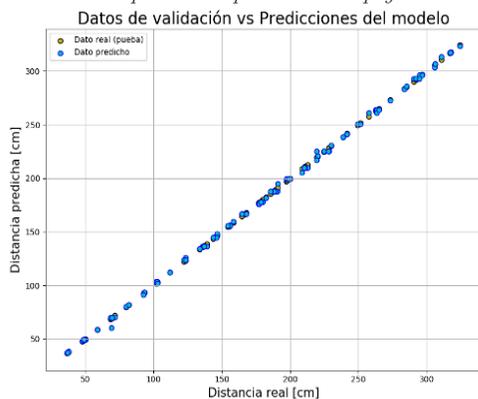
Dispersión de los datos predichos en prueba con una profundidad de 2.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Dispersión de los datos predichos en prueba con una profundidad de 6.



Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron predicciones con datos que los modelos obtenidos no observaron en el entrenamiento y prueba, para ello se cargaron los modelos en un código de programación con los datos nuevos, donde las métricas obtienen valores diferentes, como se muestra en la Tabla 4, se observó que el rendimiento sigue siendo menor al obtenido en entrenamiento, aunque la diferencia entre los rendimientos de prueba y datos nuevos presentan una variación menor comparada con los rendimientos de entrenamiento, lo anterior respecto al RMSE. La dispersión de las predicciones se observa en las Figuras 9 y 10.

Tabla 4

Métricas para diferentes profundidades de árbol en predicciones con datos no observados.

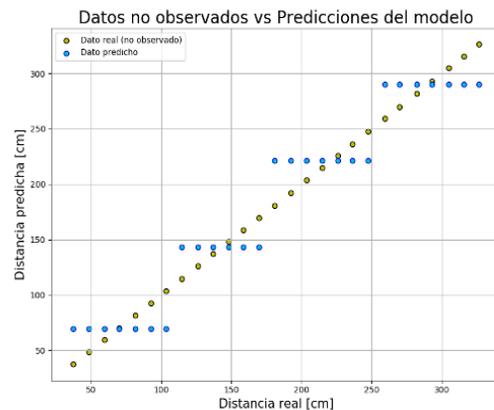
Métrica	Profundidad				
	2	3	4	5	6
R ²	0.936188	0.983041	0.995677	0.998853	0.999599
RMSE	21.882204	11.280687	5.69547	2.933507	1.734273

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados de las Tablas 3 y 4, los modelos que presentaron mayor rendimiento son los que tienen profundidad de 5 y 6, ya que el RMSE tiene un valor cercano al rango de error proporcionado por el fabricante de los sensores. En todos los casos R² indica un rendimiento alto, pero RMSE nos proporciona que tan disperso puede estar una predicción. Como en el árbol con profundidad de 3, que nos proporciona un R² 98.30% pero que la predicción puede presentar una dispersión de hasta 11.28 cm, lo cual no resulta óptimo para la aplicación que se requiere.

Figura 9

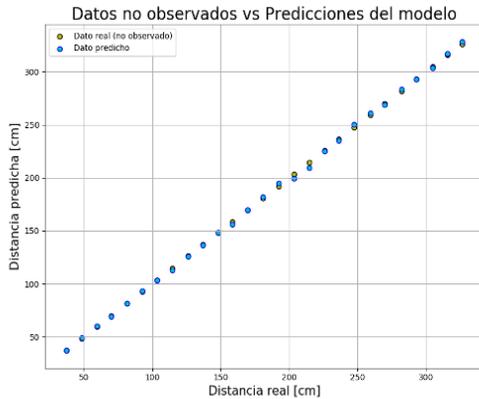
Dispersión de los datos predichos en prueba, con datos no observados, con un RT con profundidad de 2.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Dispersión de los datos predichos en prueba, con datos no observados, con un RT con profundidad de 6.



Fuente: Elaboración propia.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados del rendimiento, considerando R^2 son óptimos en la mayoría de los árboles, con un rendimiento superior al 90 %, pero no es suficiente evaluar modelos de predicción con esta métrica, ya que la dispersión puede ser significativa, como lo indica RMSE.

Árboles de decisión es viable como modelo de predicción para fusión de sensores, ya que su aplicación brinda resultados confiables para la predicción de distancias con una precisión arriba del 90 %. Por otra parte, con esta técnica se abre un panorama general de cómo implementar otros métodos de aprendizaje automático de forma simple.

Este método puede usar datos numéricos y categóricos, ya que se pueden evaluar los resultados fácilmente con métricas estadísticas y tiene un desempeño que ofrece resultados confiables. Sin embargo, su desventaja es que es demasiado susceptible a sobreajuste, ya que, si la profundidad es alta, el árbol también aprende del ruido, puede ser inestable con variaciones mínimas en los datos y los árboles sesgados son comunes en los aprendices de ML.

Se sugiere probar otros métodos de Machine Learning, para comparar el rendimiento con árboles de decisión, y descartar que la causa de los errores en las predicciones es por el sensor y no por el modelo implementado. También se sugiere considerar el uso de técnicas de Deep Learning.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayodele, T. O. (2010). Types of Machine Learning Algorithms. *New advances in Machine Learning*, 3, 19-48.
- Ball, D., Ross, P., English, A., Patten, T., Uprocroft, B., Fitch, R., Sukkarieh, S., Wyeth, G. y Corke, P. (2014). Robotics for Sustainable Broad-Acre Agriculture. En *Field and Service Robotics: Results of the 9th International Conference* (pp. 439-452). Springer International Publishing.
- Barreto-Cubero, A. J., Gómez-Espinosa, A., Escobedo Cabello, J. A., Cuan-Urquiza, E., y Cruz-Ramírez, S. (2022). Sensor Data Fusion for a Mobile Robot Using Neural Networks. *Sensors*, 22(1), 305.
- Bonaccorso, G. (2017). *Machine Learning Algorithms*. Birmingham, UK: Packt Publishing.
- Bustamante, Á. L., Padilla R., W., García Herrero, J., Molina López, J. M., Berlanga de Jesús, A., y Patricio Guisado, M. Á. (2018). *Ciencia de datos: técnicas analíticas y aprendizaje estadístico. Un enfoque práctico*. Bogotá, Colombia: Alfaomega.
- Chicco, D., Warrens, M. J., y Jurman, G. (2021). The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *PeerJ Computer Science*, 7.
- Faceli, K., de Carvalho, A. C., y Rezende, S. O. (2001). Experiments on machine learning techniques for sensor fusion. *Proceedings Fourth International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications. ICCIMA 2001*, 395-399.
- Lázaro, J. L., Gardel, A., Mataix, C., Rodríguez, F. J., y Martín, E. (1999). Adaptive workspace modeling, using regression methods, and path planning to the alternative guide of mobile robots in environments with obstacles. *1999 7th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. Proceedings ETFA '99 (Cat. No.99TH8467)*, 1, 529-534. <https://ieeexplore.ieee.org/document/815400>
- Management Solutions. (2018). *Machine Learning, una pieza clave en la transformación de los modelos de negocio*. Madrid, España.: Management Solutions. <https://www.management-solutions.com/sites/default/files/publicaciones/esp/machine-learning.pdf>
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M. y Duchesnay, É. (2011). 3.3. Metrics and scoring: quantifying the quality of predictions. https://scikit-learn.org/stable/modules/model_evaluation.html#regression-metrics
- Rubio, F., Valero, F., y Llopis-Albert, C. (Marzo de 2019). A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 16(2), 1-22. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1729881419839596>

TALLER DE ELABORACIÓN DE TINTURAS Y MACERADOS: UNA EXPERIENCIA SENSORIAL SOSTENIBLE CON TURISMO DE BASE COMUNITARIA EN LA SELVA MAYA DE NARANJAL PONIENTE Q. ROO

¹ Ing. (c) Yahaira Guadalupe Chuc Tuk, 181K0119@itscarrillopuerto.edu.mx

² Ing. (c) Cristian Armin Koh May, 181K0126@itscarrillopuerto.edu.mx

³ María Nathaly Xiu Sánchez, 191K0194@itscarrillopuerto.edu.mx

⁴ Sally Yesenia Chuc Tuk, 191K0177@itscarrillopuerto.edu.mx

⁵ Dr. José Francisco Hernández Libreros, jf.hernandez@itscarrillopuerto.edu.mx

RESUMEN

En la selva de Naranjal Poniente, la vegetación predominante es la selva mediana con gran variedad de animales silvestres: Colibrí Cándido, Tórtola Azul, etc. El objetivo del trabajo es diseñar una experiencia turística de Tinturas y Macerados para usos terapéuticos, con enfoque en la economía circular y las experiencias sensoriales dentro de la selva con las plantas medicinales de la comunidad de Naranjal Poniente, Quintana Roo a partir del proyecto Baños de Selva. De acuerdo a las investigaciones realizadas se menciona que las plantas medicinales tienen propiedades que son utilizadas para la curación, según Corrales (2014) “Este tipo de medicina han formado parte del patrimonio cultural de cada nación. Su empleo data de los tiempos más remotos en los que el hombre buscaba el remedio a sus males en la flora de su hábitat”. La metodología fue cualitativa empleando la etnografía sensorial, la muestra se determinó de manera no probabilística y homogénea, los sujetos de estudio fueron seleccionados acorde al objetivo de la investigación una parte de la población de estudio, se buscó actores locales utilizando herramientas como la entrevista y bitácora de campo a los informantes claves para obtener un análisis reflexivo. Los resultados recabados muestran que el término tintura no es conocido, ya que en muchas ocasiones es confundido. Los actores tienen los conocimientos para la realización de tratamientos con plantas medicinales donde la selva brinda los recursos necesarios para que los turistas puedan realizar su actividad en conexión con el medio ambiente. Se menciona que la comunidad es apta para la creación de la experiencia de tinturas y macerados ya que, brinda suficiente información para los recorridos en la selva y los habitantes tienen un amplio conocimiento en plantas como: Chacah (Bursera simaruba), Tankasché (Zanthoxy lumfagara), etc. Además de estar dispuestos a brindar sus saberes al turista.

ABSTRACT

In the forest of Naranjal Poniente, the predominant vegetation is the medium forest with a great variety of wild animals: Hummingbird Cándido, Tortola Azul, etc. The objective of the work is to design a tourist experience of Tinctures and Macerates for therapeutic uses, with a focus on the circular economy and sensory experiences within the jungle with the medicinal plants of the community of Naranjal Poniente, Quintana Roo from the Baños of Jungle. According to the investigations carried out, it is mentioned that medicinal plants have properties that are used for healing, according to Corrales (2014) “This type of medicine has been part of the cultural heritage of each nation. The use of it dates from the most remote times in which man sought the remedy for his ills in the flora of his habitat. The methodology was qualitative, using sensory ethnography, the sample was extended in a non-probabilistic and homogeneous manner; the study subjects were selected according to the objective of the research, a

PALABRAS CLAVE

Baños de Selva
Tinturas
Medicinales
Turismo de Base Comunitaria

KEYWORDS

Ungle Baths
Medicinal
Tinctures
Community tourism

¹ TECNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Ingeniería en Administración. Estudiante-Tesista.

² TECNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Ingeniería en Administración. Estudiante-Tesista.

³ TECNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Ingeniería en Administración. Estudiante.

⁴ TECNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Ingeniería en Administración. Estudiante.

⁵ TECNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Doctorado en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Docente-Asesor.

part of the study population, local actors were sought using tools such as interviews and field log to key informants for thoughtful analysis. The results obtained show that the term tincture is not known, since it is often confusing. The actors have the knowledge to carry out treatments with medicinal plants where the jungle provides the necessary resources so that tourists can carry out their activity in connection with the environment. It is mentioned that the community is suitable for carrying out the experience of tinctures and macerates since it provides enough information for tours in the jungle and the inhabitants have extensive knowledge of plants such as: Chacah (*Bursera simaruba*), Tankasché (*Zanthoxy lumfagara*), etc. In addition to being willing to offer their knowledge to tourists.

I. INTRODUCCIÓN

Problemática

El diseño de la experiencia forma parte del producto turístico Baños de Selva, se identificó que existe un gran número de individuos que pasan más tiempo en espacios cerrados o interiores y no frecuentan actividades al aire libre, lo que provoca un gran número de problemas de salud física y mental. Se detectó la falta de diferentes alternativas para utilizar las plantas medicinales y una pérdida de conocimiento sobre los beneficios de cada uno, es por ello que se pretende elaborar una experiencia turística enfocada a la elaboración de tinturas y macerados, para sus propias terapias medicinales, incorporando las experiencias en conexión con los 5 sentidos ya que, la destrucción del ecosistema natural de las plantas provoca su pérdida y con esto el aumento del riesgo de enfermedades. En este proyecto se busca elaborar productos medicinales, así como crear terapias dentro de una experiencia turística, en donde a su vez sean documentados los conocimientos que la comunidad otorgue para preservar la cultura y tradiciones.

Justificación

El Turismo de Base Comunitaria es una actividad complementaria con el objetivo de contribuir en el desarrollo de las comunidades, por lo que es conveniente llevar a la práctica el turismo experiencial con el uso de los recursos naturales con los que cuenta la comunidad de Naranjal Poniente, con el fin de que los pobladores tengan beneficios económicos a futuro, teniendo en cuenta la valoración y preservación de su identidad cultural a través de los recursos naturales con los que cuenta, por ello, se busca aprovechar los recursos disponibles y los conocimientos ancestrales con enfoque en la economía circular. Plantear el diseño de una experiencia turística dentro de la comunidad contribuye a que los pobladores sean partícipes, en donde se brinden nuevas oportunidades de empleo, así como, ser los propios guías expertos en cada aspecto enfocado al desarrollo de actividades dentro de la comunidad. Con esto, se promueve una imagen positiva atrayente para los turistas, donde se destaquen tanto sus riquezas naturales en sus plantas medicinales como a su diversidad cultural. Otro de los principales aspectos para el desarrollo de esta investigación, esta enlazada con tener un impacto hacia el gobierno para así, influir en el desarrollo de nuevas políticas públicas

que fomenten el desarrollo de las comunidades y el cuidado de los mismos, así cómo priorizar los objetivos del desarrollo sostenible. De igual manera, generar referencias directas de los pobladores con el fin de tener sustento y establecer lineamientos que intervengan en el plan municipal de desarrollo. Con esto, crear e impulsar la actividad turística dentro de las comunidades con la finalidad de tener bases sólidas para enfrentar, participar en el proyecto del Tren Maya con el desarrollo de la experiencia turística Tinturas y Macerados dentro de la selva de Naranjal Poniente proveniente del proyecto Baños de Selva. Se recalca que el impacto del ser humano en la naturaleza puede ser negativa. Se pretende que este estudio se lleve a cabo de una manera rigurosa y con respeto hacia el ecosistema de la comunidad.

Teoría de abordaje

Sistema turístico con enfoque territorial

Varisco (2016) declara:

Permite explicar el turismo como un conjunto amplio de actividades y actores interrelacionados, a la vez que pone de manifiesto las repercusiones, positivas o negativas, que puede generar en un territorio concreto.

Por tal motivo debe ser un sistema abierto el cual tiene 5 subsistemas: la oferta turística, la demanda, la infraestructura, la superestructura y la comunidad receptora. Este conjunto interrelacionado de elementos, puede analizarse a partir de cinco dimensiones: económica, social, cultural, ambiental y política, en donde se hace presente el análisis PESTEL, sin los subsistemas no es posible poder atender la demanda en el turismo.

Desarrollo Local

Arocena (2013)

Referirse a lo “local” no está exento de ambigüedad, de imprecisiones, de dificultades de definición. Las preguntas que surgen y que frecuentemente no encuentran respuestas convincentes es: ¿qué es lo local? ¿Se trata de una escala que habría que precisar en número de habitantes o en kilómetros cuadrados? ¿Se refiere a una unidad político administrativa que abarca una parte del territorio nacional? ¿Supone un sistema social con cierta autonomía?

La única forma de definir lo “local” es referirlo a su noción correlativa lo “global”. Cuando algo se define como “local”

es porque pertenece a lo “global”. Así, un departamento o una provincia es local con respecto al país global, y una ciudad es local con relación al departamento o a la provincia. La noción de “local” es, por lo tanto, relativa. Es por eso que un proceso de desarrollo local sólo puede ser analizado en cuanto a la sociedad global en la que está inscrito.

El desarrollo local pretende situar como punto central al ser humano y los intereses colectivos. Es un enfoque y una práctica que persigue impulsar el desarrollo endógeno, la auto-organización y el bienestar social, por lo que se requiere la participación colectiva, así como la intervención individual.

Objetivos de investigación

Objetivo general

Diseñar una experiencia turística de Tinturas y Macerados para usos terapéuticos, con enfoque en la economía circular y las experiencias sensoriales dentro de la selva con las plantas medicinales de la comunidad de Naranjal Poniente, Quintana Roo a partir del proyecto Baños de Selva.

Objetivos específicos

- Identificar la flora de la selva de Naranjal Poniente, para desarrollar la experiencia Tinturas y Macerados dentro de Baños de Selva.
- Conocer los componentes de las plantas medicinales de la selva de Naranjal Poniente Q.Roo.
- Conocer el proceso tradicional para elaborar una tintura y macerado a partir del uso de plantas medicinales nativas de la selva de la comunidad de Naranjal Poniente Q.Roo.

II. METODOLOGÍA

El estudio será regido por el paradigma hermenéutico interpretativo en donde Méndez, Marín, Cruz y Rosero (2019) la definen como “la hermenéutica se encauza hacia la búsqueda del sentido y la interpretación de las vivencias de las personas en cada grupo social.” Por lo tanto, al realizar la investigación bajo este paradigma se podrá interpretar, comprender y conocer el sentir de las personas, en donde pudo analizar y observar sus puntos de vista de los actores de la comunidad sobre el turismo y los conocimientos para la preparación de tratamientos con plantas, estudiando sus formas de pensar de manera subjetiva. El periodo que abarcó la investigación fue de enero a julio del año 2022.

Enfoque de la investigación

Debido a que la investigación se rige bajo el paradigma hermenéutico interpretativo, el método de investigación es de carácter cualitativo, debido a que se pretende trabajar desde un acercamiento a la realidad con el objeto de estudio. Por lo cual, Hernández, Fernández y Baptista (2016), menciona:

El método cualitativo es un proceso inductivo, recurrente, analiza múltiples realidades subjetivas y no tiene una secuencia lineal. La investigación cualitativa utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. Se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar, y describir, y luego generar perspectivas teóricas), va de lo particular a lo general. Este enfoque puede concebirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, o transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos.

Acorde a ello, se realizó un análisis directo al fenómeno estudiado lo que permitió elaborar comparaciones con la parte teórica y la investigación de campo que se llevó a cabo en la comunidad de Naranjal Poniente.

Diseño de la investigación

Para el diseño de la investigación se contemplaron los tres apartados principales que fueron guías para su desarrollo, en donde se utilizó:

Diseño no experimental

Por el tipo de investigación que se realizó, se tiene que es no experimental, en el cual Kerlinger (1979) citado por Aguelo y Aigner (2008) lo describen como:

La investigación no experimental o ex post facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

En dónde, no se manipularon las variables del estudio ya que fueron estudiadas desde su entorno, conociendo sus pensamientos y sus formas de vivir de los actores de la comunidad.

Método Etnográfico

Al no manipular las variables, se tuvo convivencia directa con el objeto de estudio, se utilizó el método etnográfico ya que, permitió conocer las costumbres, tradiciones y las propiedades medicinales de plantas para la creación de diversas preparaciones curativas de los actores de la comunidad. Con lo anterior, según Hernández & Mendoza (2018) lo argumentan como:

Los grupos o comunidades estudiadas en diseños etnográficos poseen algunas de las siguientes características: a) los individuos que las conforman mantienen interacciones regulares y lo han hecho durante cierto tiempo, b) representan una manera o estilo de vida y c) comparten creencias, comportamientos y otros patrones, así como una finalidad común.

A través de la investigación etnográfica se pretende, relacionarse con el objeto de estudio, de tal manera que se puedan analizar sus vivencias y aprender sus formas de preparación de tratamientos a base de plantas medicinales.

Etnografía Sensorial

Esta investigación, añade un valor agregado a los resultados, en donde se utilizó la etnografía sensorial como forma de plasmar las experiencias y emociones que se vivieron a través de los 5 sentidos, en el cual Muñoz (2021) comenta:

La etnografía sensorial es un método crítico que tiene su origen en los cuestionamientos del giro sensorial al visual centrismo. Las críticas a la centralidad de la vista en la producción de conocimientos han buscado recuperar en las vivencias del campo otras cosmo percepciones que revaloran el papel del cuerpo, los sentidos y las emociones en nuestras investigaciones.

La etnografía sensorial es un método, que busca obtener resultados más allá de la observación y convivencia con los objetos de estudio, en donde se tomó como una forma de desarrollar los sentidos en las cuales se involucraron para la realización de las actividades, en donde se brindaron explicaciones sensoriales al vivir la experiencia.

Investigación-Acción-Participativa

Acompañado del estudio etnográfico y etnográfico sensorial, se empleó la Investigación acción participativa en donde se involucren a los actores en el proceso de estudio. Para esto, Montenegro (2004) lo describe:

La metodología de intervención social propia de la Psicología Social Comunitaria (sobre todo en Latinoamérica) ya que es una corriente de pensamiento que surge en paralelo con los desarrollos de la dicha subdisciplina y que hace énfasis en que las personas que están afectadas por los problemas sociales deben ser parte de la solución de estos problemas. Por lo tanto, el diseño, ejecución y evaluación de los programas y acciones se hace a partir del diálogo entre quienes intervienen y los miembros de la comunidad

De lo anterior, se aborda la Investigación acción participativa ya que se realizó el estudio en la comunidad en compañía de los actores locales donde brindaron puntos de vista y propusieron ideas para el diseño de la experiencia turística a través de la elaboración de las tinturas y macerados donde se crearon propuestas sensoriales enfocados al turismo en la comunidad.

Alcance descriptivo

La investigación tiene un alcance descriptivo en donde Hernández, Fernández y Baptista (2016), lo definen como:

Los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comu-

nidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Se tuvo este alcance, debido a que, en conjunto con los actores de la comunidad, se conoció su entorno y las propiedades medicinales de las plantas, los cuales se utilizaron para la preparación de las tinturas y macerados.

Muestra

Para la investigación se definió un número determinado de habitantes de la comunidad de Naranjal Poniente, municipio de Felipe Carrillo Puerto, estado de Quintana Roo, como los sujetos de estudio. Actualmente cuenta con 806 habitantes, de los cuales 428 son mujeres y 378 son hombres, INEGI (2020). La muestra se determinó de manera no probabilística, por lo que los sujetos de estudio fueron seleccionados acorde al objetivo de la investigación, es decir solo a una parte de la población de estudio. Para ello se determinó la muestra homogénea de acuerdo con lo que comenta el autor Ormijana (2016):

La cual consiste en seleccionar las unidades que poseen un mismo perfil o características, o en su caso comparten rasgos similares, su propósito es enfocarse en el tema a investigar en el que resaltará situaciones, procesos o episodios en un mismo grupo social. Aceptando la simplificación y limitación que de la comprensión del fenómeno aporta, esta estrategia busca explicar muy en profundidad un único aspecto/característica/forma de expresión del fenómeno, dejando de lado el resto.

Seguido a esto, una vez determinada las características de los objetos de estudio serán los informantes claves, para esto Robledo (2009) lo define como:

Son aquellas personas que por sus vivencias, capacidad de empatizar y relaciones que tienen en el campo pueden apadrinar al investigador convirtiéndose en una fuente importante de información a la vez que le va abriendo el acceso a otras personas y a nuevos escenarios.

Sin embargo, una vez ubicado a los habitantes de la comunidad con estas características se utilizó la técnica de bola de nieve, de acuerdo a Atkinson y Flint (2001) citado por Baltar (2011) “una técnica para encontrar al objeto de investigación. En la misma, un sujeto le da al investigador el nombre de otro, que a su vez proporciona el nombre de un tercero, y así sucesivamente”, para esto, una vez localizado a los informantes se les pregunto a los objetos del estudio que nombraran a otros habitantes con las mismas características, con la finalidad de ubicar a más personas para complementar el estudio.

Técnicas de recolección de datos

Debido a que la investigación tiene un alcance descriptivo, siendo de carácter cualitativo, basado el método etnográfico y etnográfico sensorial en la comunidad. Las herramientas de investigación determinadas son entrevistas y observación.

Entrevistas

La entrevista cualitativa es más íntima, flexible y abierta que la cuantitativa, de acuerdo a Hernández et al. 2006 “Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados).”

Se tomó como instrumento la entrevista ya que, se pudo recabar la información necesaria para conocer los saberes de los tratamientos con plantas que se realizan en la comunidad.

Observación

La observación participante es una técnica de investigación utilizada para recabar datos sobre las personas, los procesos, las culturas y comportamientos. Se caracteriza por ser flexible, permitiendo además proveer datos específicos de la vida cotidiana de las personas. Como menciona Kawulich (2005) “La observación participante es el proceso que faculta a los investigadores a aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades”

La investigación cualitativa utiliza la recolección y el análisis de los datos para afinar preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación, también se basa en una lógica y proceso inductivo que consiste en explorar, interpretar para posterior a ello, generar perspectivas teóricas, lo cual abarca de lo particular a lo general. Acorde a estas técnicas se puede llevar a cabo un conjunto de prácticas interpretativas que hacen que se convierta en una serie de observación, anotaciones, grabaciones y documentos, las cuales servirán de apoyo para poder enriquecer los resultados.

Pautas de producción de datos

Entrevista semiestructurada

Por lo tanto, el instrumento que se utilizó durante el proceso de la investigación son la entrevista semiestructurada ya que, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2016) “Las entrevistas semiestructuradas se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información.”

La investigación abordó este tipo de entrevista, debido a que permitió obtener más información del objeto de estudio, por lo que, tiene la flexibilidad de aumentar la cantidad de preguntas para poder complementar la información obtenida,

lo que permitió aprovechar la mayor cantidad de información posible, puesto a que al momento de la entrevista pueden surgir otras preguntas que no se tienen considerado en la guía.

Bitácora de Campo

Por otro lado, la bitácora sirvió para anotar las fechas de las visitas y los aspectos encontrados sobre las preparaciones medicinales con plantas en donde Grinnell y Unrau (2007) citado por Sánchez (2021):

proponen el siguiente esquema: 1) memos, anotaciones o comentarios acerca del método de análisis, 2) memos sobre los problemas durante el proceso, 3) memos en relación con la codificación, 4) memos respecto a ideas y comentarios de los investigadores (incluyendo diagramas, mapas conceptuales, dibujos, matrices, etc., 5) memos sobre el material de apoyo localizado (fotografías, videos, etc.) y 6) memos relacionados con significados, descripciones y conclusiones preliminares.

De acuerdo con lo que menciona el autor, se pretende que con esta herramienta la investigación se puedan fortalecer los resultados, debido a que la bitácora de campo será fundamental para describir todo lo que se observe en el objeto de estudio, lo cual facilitó al momento de plasmar los resultados.

Análisis de datos cualitativos

Los datos se analizaron de manera cualitativa por el tipo de investigación. Para esto, el procesamiento de datos se llevará a cabo con ayuda del análisis del discurso. Que VAN (2005) lo define como:

En el análisis del discurso ideológico, queremos examinar los textos con proposiciones que se afirman o se presuponen (ser verdad, ser compartido, o ser dado por sentado), y, consecuentemente, se presentan como conocimiento. Sin embargo, el análisis del contexto puede revelar que los hablantes afirman o presuponen tal conocimiento en su condición de miembros de grupo, en cuyo caso el conocimiento bien puede ser ideológico y calificado de mera creencia o prejuicio por los miembros de otros grupos.

De lo anterior se pudo analizar la información de los entrevistados para poder identificar los conocimientos sobre sus preparaciones con plantas medicinales, esto acompañado de la teoría fundamentada en el cual Glaser y Strauss (1967) citado por Salgado (2007) lo argumenta:

se basa en el interaccionismo simbólico. Su planteamiento básico es que las proposiciones teóricas surgen de los datos obtenidos en la investigación, más que de los estudios previos. Es el procedimiento el que genera el entendimiento de un fenómeno educativo, psicológico, comunicativo o cualquier otro que sea concreto.

El procesamiento de datos se llevó a cabo con ayuda de la teoría fundamentada y el análisis del discurso, debido a que

se realizaron comparaciones de los resultados con las teorías y/o modelos abordados, de tal manera que se pueda hacer un análisis en la parte teórica práctica, la finalidad es discutir si lo que mencionan los autores se cumple o no, de tal manera que se compararon los hallazgos con la teoría. Esto con el apoyo de las grabaciones, audios y evidencias que se tomen en el trabajo de campo, por lo que se realizó un análisis profundo comparando la información documental con los resultados obtenidos en la entrevista y el trabajo de campo. Cabe mencionar que las grabaciones y/o audios fueron transcritos en su totalidad, para que de esta manera se más fácil el comparar y realizar el análisis de los resultados.

Diseño del Instrumento de Recolección de la Información

La entrevista que se diseñó para recaudar información, está conformada de la siguiente manera:

Apartado 1. Datos del entrevistador (nombre, lugar, ocupación, etc.),

Apartado 2. Introducción, se hace una pequeña descripción del objetivo de la investigación y utilización de los datos.

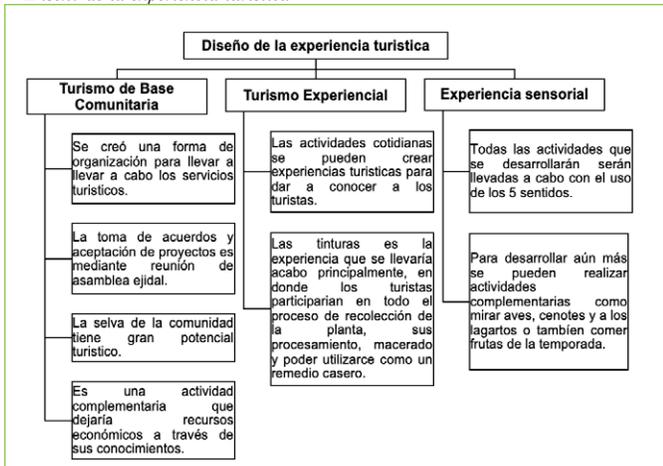
Apartado 3. Características de la entrevista, se dio a conocer la confidencialidad de la entrevista y la duración aproximada.

Apartado 4. Desarrollo de las preguntas.

- Variable 1. Comunidad y actividades cotidianas
- Variable 2. Turismo de Base comunitaria
- Variable 3. Planta turística
- Variable 4. Equipamiento turístico
- Variable 5. Infraestructura
- Variable 6. Conocimientos generales sobre plantas medicinales
- Variable 7. Baño Forestal
- Variable 8. Tinturas medicinales y Macerados medicinales
- Variable 9. Turismo Experiencial
- Variable 10. Experiencia sensorial

Figura 1

Diseño de la experiencia turística



Nota. Elaboración propia a base de la información recopilada de la investigación de campo en la comunidad de Naranjal Poniente Q. Roo

Actividades cotidianas

Dentro de la comunidad se identificó la existencia de muchas habilidades que poseen los actores locales, descritos en la siguiente tabla:

Tabla 1

Comunidad y actividades cotidianas

Comunidad y actividades cotidianas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento en el manejo del campo y las rutas. • Sabe mucho sobre la cocina. • La milpa para el cuidado del huerto y los animales, también realizan la venta de maderas preciosas. • Los hombres son los que realizan actividades dentro de la selva y las mujeres son los que realizan actividades dentro del hogar. • Conocen diferentes formas de bordar y urdir de hamaca. • Los ritos a la selva y las fiestas a los santos, la más común de esta es honor a los 3 reyes. • El manejo de la miel, la ganadería, la tala de árboles controlada y la cosecha de frutos de temporada. • En la milpa el principal producto que cosecha es la Naranja dulce, Naranja agria, Mango, Pitahaya y la calabaza.

Nota. Elaboración propia a base de la información recopilada de la investigación de campo en la comunidad de Naranjal Poniente Q. Roo

Conocimientos generales sobre plantas medicinales

La mayoría de la gente conoce plantas que pueden aliviar algún malestar o dolor, de acuerdo a lo comentado por los actores claves:

Tabla 2

Plantas medicinales provenientes de la Selva de Naranjal Poniente.

Nombre de la planta	Uso de la planta
Naranja Agria	Se puede utilizar como: Sedante ligero, Antiespasmódico, Digestivo y el jarabe de la corteza se usa en el tratamiento contra la fragilidad capilar.
Caoba	En infusión contra: Neurosis, Diarrea y fiebre, Para dolor de muelas, prevenir la alopecia, Resfriados y Fiebres intermitentes.
Cedro	<ul style="list-style-type: none"> • Semillas con propiedades vermífugas Hojas: mastrujadas se inhalan para contrarrestar el sangrado de la nariz. Corteza y resina: del tronco para aliviar bronquitis y epilepsia. • Corteza: Sancochada para contrarrestar la bilis. Alivia dolor de muela y dolor de oído. Expectorante estomacal, antipirético, contra dispepsia, gastralgia, indigestión, hemorragias, diarreas.
Elemuy	Esta planta se puede utilizar para expulsar cálculos renales y vesiculares, curar retención de orina y diabetes, Infección en la vejiga, Retención de orina, Infección en los riñones, Piedra e infección en los riñones, Piedras en los riñones, Piedras en los riñones y Diabetes.
El Jujube	Afecciones de la piel como la sequedad y descamación, y en problemas inflamatorios y para prevenir el daño hepático.

Nota. Elaboración propia a base de la información recopilada de la investigación de campo en la comunidad de naranjal poniente Q. Roo

Tinturas medicinales y Macerados medicinales

En la comunidad la palabra tintura no es muy conocida por lo que lo asocian al significado de pintar conforme se dio la explicación se comentó que una tintura es el preparado de una parte de la planta combinándolo con alcohol, “con la ayuda la persona aseguro que si suelen llevar a cabo ese tipo de preparación para la planta comento que varía de acuerdo

a la función que se le busca a la planta por ejemplo podría ser las hojas, o el tallo o la raíz, para poder prepararlo recurrimos a visitar la selva o a su vez en la parcela o traspatio de la casa ya que son comunes encontrarlo ahí”

Baño Forestal

El término “Baño forestal” no es conocido ya que principalmente es asociado con realizar duchas al aire libre. Las personas con actividades marcadas en la selva mencionaron conocer los alrededores de la selva, el cual puede llegar a tener efectos relajantes y calmantes. La comunidad cuenta con selva baja. Se confirmó la existencia de espacios con grandes vistas para realizar actividades turísticas, ya que existen lagunas y cenotes.

Elementos para el desarrollo de los servicios turísticos

De acuerdo a lo observado y analizado la comunidad cuenta con los siguientes elementos para realizar actividad turística:

Planta turística	<p>Hospedaje: el tipo de alojamiento comunitario sería mediante casas que no ocupan los pobladores con techo de huano y en algunos casos en viviendas de material, el cual pueden dar al turista.</p> <p>Transporte: sería por medio de camionetas, motos, triciclos y bicicletas, el estacionamiento sería el domo central de la comunidad o en su caso el patio de las viviendas donde se realizará el hospedaje.</p> <p>Atractivos: aquí en la comunidad hay lagunas y la selva tiene muchos árboles que le puede gustar al turista. Las actividades propuestas por la comunidad serían recorridos, visita a la laguna, el trabajo ganadero y del manejo de la miel.</p> <p>Alimentación: hay personas de la comunidad que realizan la venta de alimentos por las noches o en su caso se pueden dar en las viviendas de algunos pobladores, estos serían: salbutes, panuchos, escabeche, frijol con puerco, huevo frito con chaya, entre otros. De tomar se le daría jugos de frutas que tengamos o si no le puedo dar coca u otros refrescos de su agrado.</p>
Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> Se identificó que no existen clínicas cercanas, la adquisición de medicamentos se realiza fuera de la comunidad. El cambio de billetes no se encuentra presente en la comunidad. Las artesanías se venden dentro de la comunidad. No existen estación de policías, bomberos y teléfonos públicos cercanos, estos están en la cabecera municipal.
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> Cuenta con servicio de luz, internet por fichas, agua y tiendas en diferentes puntos de la comunidad, sin embargo, no cuentan con servicios de recolección de basura. Para poder llegar se cuentan con combis en diferentes horarios sin embargo no se cuenta con paraderos exclusivos para la espera del transporte. No existen baños públicos, los baños de las viviendas son por desagüe y algunas casas son baños secos. Para llegar a la comunidad existen cuatro rutas, para poder ingresar los caminos son pavimentados y en algunos casos son de caminos de tierra blanca, para poder llegar a la selva solo es un camino.

Nota. Elaboración propia a base de la información recopilada de la investigación de campo en la comunidad de naranjal poniente Q. Roo

Sostenibilidad

La comunidad comenta: “si llegan turistas se pueden mejorar los ingresos porque habrá más empleos por la gente que necesiten”. No obstante, temen que el ambiente se vea afectado por el ingreso de personas externas a la comunidad, pero, mencionan que con medidas establecidas el impacto será bajo. La población demuestra aceptación de actividades turísticas, sin embargo, existen un número que no está muy convencido de la llegada de gente externa.

Discusión

Con los resultados obtenidos y en discusión con Corrales (2014):

Este tipo de medicina es una mezcla de todas aquellas artes curativas que han formado parte del patrimonio cultural de cada nación. Su empleo data de los tiempos más remotos en los que el hombre buscaba el remedio a sus males en la flora de su hábitat. Se llegó a la conclusión de que las plantas medicinales tienen una importante aplicación terapéutica en la estomatología.

Con lo anterior, efectivamente se comprobó que las plantas medicinales tienen muchos beneficios para la salud y la curación de malestares del cuerpo, los actores de la comunidad comentaron la existencia de plantas con propiedades anestésicas y calmantes para dolores de cabeza, musculares y enfermedades cardiorrespiratorias. Por otro lado, Duarte (2019)

Las tinturas madres (MTs) son extractos etanólicos obtenidos de plantas, siendo un tipo de formulación frecuentemente utilizada en la elaboración homeopática de problemas de salud. Su efecto terapéutico se atribuye en parte a la presencia de fitoquímicos y, a menudo, se asocia con el conocimiento popular.

Con la investigación se desarrolló un método que puede permitir el aprovechamiento de las plantas de la comunidad y apoyar al cuerpo como una herramienta de alivio para contrarrestar los malestares del cuerpo para su relajación al mismo modo que se crean experiencias turísticas para dar a conocer los saberes de la comunidad. Para este tipo de investigación se lleva a cabo la metodología en la cual consiste en visitar la selva donde tendrá contacto con cada elemento de la misma, primordialmente la flora haciendo uso de los cinco de los cinco sentidos (vista, olfato, tacto, oído y gusto) donde vivirá la experiencia elaborando tinturas para las terapias dentro de la selva de la comunidad.

IV. CONCLUSIONES

La comunidad de Naranjal Poniente cuenta con muchos atractivos que le permiten tener un potencial para el turismo, sus pobladores toman de manera positiva los aspectos del proyecto y demuestran entusiasmo.

La cultura y tradiciones se mantienen presentes, le otorgan un distintivo, se prevalece los usos y costumbres de los habitantes, donde aquellos aspectos son lo que proporciona su carácter e impacto al turismo de base comunitaria. Con esto se diseñó la experiencia turística del Taller de tinturas y macerados en donde los turistas visitan la selva para poder recolectar las plantas que se utilizarán para sus tratamientos desarrollando los 5 sentidos durante todo el proceso pero no sin antes, poder identificar flora con la que cuenta la selva se la comunidad, tiene una gran variedad de plantas tales

como el cedro, caoba, el chaká, tankasche, árbol de naranja agria, entre otros y con esto conoció los componentes para determinar los usos que tienen para la curación de los males, el chaka árbol puede medir hasta 15 mts. de altura, con el tronco recto, escamoso y muy ramificado en la copa; las flores son pequeñas de color crema-verdoso muy aromática, es una especie caducifolia, en donde se puede utilizar las hojas como parte para la producción de la medicina. Posterior a ello se conoció el proceso para realizar las tinturas, en donde se machaca la planta, dependiendo de la parte que se utilice, ya sea el tallo, la hoja o la raíz al paso el tiempo introducirlo en contenedor del vidrio dejarlo macerar al menos por 15 días con alcohol etílico, deberá de cambiar de color junto con la combinación con el alcohol. De igual manera, se cuenta con los servicios básicos y suficientes que permiten llevar a cabo una actividad optima no obstante existen mejoras para rediseñar los servicios que ofrece. Por último, los retos afrontados durante la pandemia fue la limitada participación de algunas personas debido a que eran gente mayor de edad y tenían que guardar confinamiento para cuidarse, de igual modo, para las visitas a la comunidad debíamos tener las precauciones para evitar contagios por utilizando el cubrebocas en nuestros recorridos pero que ocasionaban más cansancio al caminar debido al calor que había en el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arocena, J. (2013). El desarrollo local, una aproximación conceptual. [Archivo PDF]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7325534>
- Baltar, F. (2011). Muestreo mixto online: Una aplicación en poblaciones ocultas. [Archivo PDF]. <https://www.redalyc.org/pdf/549/54924517006.pdf>
- Duarte, L. M. (2019). Estudos de novas tinturas m̃ae homeopáticas de plantas medicinais da região de Governador Valadares-MG. [Archivo PDF]. <http://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/15472>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Howes, D. (2020). El creciente campo de los estudios sensoriales. [Archivo PDF]. <https://www.redalyc.org/pdf/2732/273231878002.pdf>
- Ortega, A. (2018). Enfoques De Investigación. ResearchGate. [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACIONE
- Cepeda, C. (2006). La calidad en los métodos de investigación cualitativa: principios de aplicación práctica para estudios de casos. [Archivo PDF]. <https://www.redalyc.org/pdf/807/80702903.pdf>
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2006). Capítulo 4 Metodología. [Archivo PDF]. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmk/alatriste_c_mn/capitulo4.pdf
- Howes, D. (2020). El creciente campo de los Estudios Sensoriales. [Archivo PDF]. <http://www.relaces.com.ar/index.php/relaces/article/view/319>
- Kawulich. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. [Archivo PDF]. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2715>
- Ormijana, A. (2016). Muestreo y Selección De Fuentes De Información. [Archivo PDF] https://www.semfyec.es/wp-content/uploads/2018/01/M3_curso_intro_investigacion_cualitativa.pdf
- Salgado, C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. [Archivo PDF]. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci_arttext&lng=en
- Sánchez, M. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. [Archivo PDF] http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-27862021000300107&script=sci_arttext
- Montenegro M., M. (2004). La Investigación Acción Participativa. [Archivo PDF]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38576587/2._ARTICULO_IAP_MARISELA_MONTENEGRO-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1662239180&Signature=OP157lp~e38RZg3SbdYmSd9JWRI4wLe7-cuzDIXo6Tc00Z5n-CACvete76ErvUnKBySauwaII1WgfwkGaRY3l-245tGglnE725mxFTD8M~K8tU46HxfwPflv
- Muñoz, B. (2021). Cuerpo, Sentidos y Emociones: Etnografía Sensorial Y Su Registro. [Archivo PDF]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/76869132/etnografias_marquez_rodriguez_21.pdf-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1662241162&Signature=GUHzFakRZJpC-0ncg6Adyc6DQpcKFDgnuGxVEMc8G--XZXKcIEU-BIL5JDjW8Rof6XJCrpnsu~oAWi~jQDmSjnsODoQR~Qo73Nod2F-5xAJsDP11k3SUj9snX

“FACTORES PSICOLÓGICOS DE LAS FAMILIAS EN TIEMPO DE COVID, EN CAMINO REAL CAMPECHE”

¹ Herminia Guadalupe Sánchez Ucan, 6480@itescam.edu.mx

² Laura Marissa Fuentes Tzuc, 6535@itescam.edu.mx

³ Juan Manuel Cab Valverde, 6567@itescam.edu.mx

⁴ Dr. María Eugenia López Ponce, melopez@itescam.edu.mx

⁵ Dr. Sacramento Cruz Dariano, scrucz@itescam.edu.mx

RESUMEN

El COVID-19 trajo consigo una epidemia sin precedentes, causando el aislamiento para disminuir el número de contagios. Este aislamiento también provocó cambios de forma individual y en el entorno familiar, que vieron afectados su forma de convivir. Esta investigación tiene como objetivo identificar los factores psicológicos presentados en las familias del camino real Campeche a consecuencia de la pandemia COVID-19. Este es un estudio no experimental transeccional, el estudio se aplicó en 2021, es de forma cuantitativa exploratorio. La herramienta que se utilizó es la encuesta en dónde mide las variables como el confinamiento, falta de trabajo, las noticias sobre el COVID-19 en la radio y la televisión, la falta de convivencia, economía familiar baja, la educación en casa, trastorno de ansiedad y depresión. Los resultados que se obtuvieron es que el COVID-19 ha afectado psicológicamente a muchas familias del camino real Campeche, se observa la presencia de trastornos psicológicos, ya que la desesperación llegó al límite de no conciliar el sueño por las noches. Las noticias en la radio, televisión e internet influyeron demasiado en el miedo que tenían, porque evitaban salir de sus domicilios para evitar el contagio, sin embargo, al pasar el tiempo enfrentaron el miedo para seguir realizando sus actividades cotidianas. Para concluir, la realización del análisis de factores psicológicos como consecuencia del COVID-19 es fundamental para comprender los cambios derivados a raíz del mismo, y que contribuirá a futuros estudios enfocados en nuestra región.

ABSTRACT

COVID-19 brought with it an unprecedented epidemic, causing isolation to reduce the number of infections. This isolation also caused changes individually and in the family environment, which affected their way of living together. This research aims to identify the psychological factors presented in the families of the Camino Real Campeche as a result of the COVID-19 pandemic. This is a non-experimental cross-sectional study, the study was applied in 2021, it is quantitatively exploratory. The tool that was used is the survey where it measures variables such as confinement, lack of work, news about COVID-19 on radio and television, lack of coexistence, low family economy, education at home, disorder of anxiety and depression. The results obtained are that COVID-19 has psychologically affected many families on the Camino Real Campeche, the presence of psychological disorders is observed, since desperation reached the limit of not falling asleep at night. The news on the radio, television and the internet had too much influence on the fear they had, because they avoided leaving their homes to avoid contagion, however, as time passed they faced fear to continue carrying out their daily activities. To conclude, carrying out the analysis of psychological factors as a consequence of COVID-19 is essential to understand the changes derived from it, and will contribute to future studies focused on our region.

PALABRAS CLAVE

Trastornos Psicológicos
Confinamiento
Economía familiar

KEYWORDS

Psychological Disorders
Confinement
Family economy



I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata de brindar un panorama general de cómo el aislamiento preventivo social y obligatorio, a raíz de la Pandemia del COVID-19, tuvo un impacto en la familia de México con enfoque del camino real Campeche. El año 2021 será recordado como un acontecimiento puntual y significativo en la historia de la humanidad, debido al brote pandémico, el cual causó que el mundo entrara a una nueva etapa que no se vivía desde hace muchos años. Los coronavirus son una familia de virus que normalmente afectan sólo a animales (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020), aunque algunos tienen la capacidad de transmitirse a las personas.

El SARS-CoV-2 es un nuevo tipo de coronavirus que se detectó en diciembre de 2019 en Wuhan, una ciudad de la provincia de Hubei en la República Popular China. Este virus produce la enfermedad infecciosa denominada COVID-19 (acrónimo de «coronavirus disease 2019») (Balluerka et al, 2020). La pandemia mundial del COVID-19 ha traído una gran cantidad de cambios vitales para la sociedad. Ante esta situación, las familias y sus hijos han tenido que adaptarse a nuevas rutinas y situaciones, lo que puede haber aumentado o agravado el padecimiento de sintomatología emocional (Lacomba-Trejo et al, 2020). El confinamiento en el hogar es una situación sin precedentes recientes en el país, y es previsible que tenga un importante impacto en el bienestar físico y psicológico.

La paralización de la actividad económica, el cierre de centros educativos y el confinamiento de toda la población durante semanas ha supuesto una situación extraordinaria y con múltiples estímulos generadores de estrés (Balluerka et al, 2020). Dicho cambio generó un impacto considerable a la integridad de las personas a nivel físico, psicológico y anímico, e incluso la calidad de sueño. La salud mental pudo verse afectada a causa de la cuarentena, por medio de la depresión, la ansiedad, los cambios en los patrones de sueño y por la posible violencia intrafamiliar que puede llegar a vivir el individuo en su hogar.

Además de la carga de trabajo en línea, que uno obtuvo por sus labores, lo cual aumentó el nivel de estrés del individuo (Loera et al, 2020). En ese contexto, el decreto del aislamiento social preventivo y obligatorio en la Argentina encontró a cada persona en medio de un panorama distinto;

y no todas las familias, ni todas las personas, pudieron correr con la misma suerte en cuanto a sus posibilidades sociales, económicas y de salud (Centioni, 2020), mismo caso para México debido al confinamiento es de esperarse que surjan malentendidos entre los miembros de una familia (Universidad Modelo, 2020), producto del estrés generado por la situación y la incertidumbre, sin dejar de lado las implicaciones económicas presentes y futuras que esto conlleva (Rocha, Rodríguez, Retana, 2021).

Esta investigación tiene como objetivo identificar los factores psicológicos presentados en las familias del camino real Campeche a consecuencia de la pandemia COVID-19, dado que el estilo de vida en esta región es distinto al que se tiene en otras zonas de estado, tal y como lo es el municipio de Campeche, la cual es una zona más desarrollada.

II. METODOLOGÍA

La siguiente investigación enfocada sobre los trastornos psicológicos de las familias en tiempo de COVID en camino real Campeche se obtuvo información a través de aplicación encuestas en los municipios de Calkiní, Dzitbalché, Hecelchakán y Tenabo con un total de 200 encuestas. Fueron aplicados de forma presencial y de forma virtual en la plataforma google forms.

La población son las familias de los municipios de Calkiní, la cual su población total es de 49,850 personas, de cuales 24,674 son masculinos y 25,176 femeninas, con un factor psicológico de nivel de ingreso alto. El municipio de Dzitbalché, cuenta con 10,951 personas, de cuales 5,421 son masculinos y 5,530 femeninas, la cual tiene un nivel de ingreso bajo. (INEGI 2019).

En Hecelchakán habitan 26,973 personas, de cuales 13,514 son masculinos y 13,459 femeninas, teniendo un nivel de ingreso medio y por último el municipio de Tenabo la cual cuenta con 9,050 personas, de cuales 4,645 son masculinos y 4,405 femeninas, en donde su ingreso de esa población es bajo. Teniendo en cuenta todos estos municipios da un total de 96,824 habitantes (INEGI 2019).

FÓRMULA

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

RESOLUCIÓN

$$N = \frac{((96,824) \times (1.96))^2 \times ((0.95) \times (0.05))}{((0.03)^2 \times (96,824)) - (1)) + ((1.96)^2 \times (0.05) \times (0.95))}$$

= 200 encuestas.

La siguiente investigación es de forma cuantitativa y exploratoria.

El tema que se investigó existe poca información debido a que es una enfermedad reciente, con tan solo dos años en que la pandemia COVID -19 inició.

Las variables que se consideraron para este cuestionario son:

- El confinamiento, las personas no salen de sus casas.
- Falta de trabajo.
- Las noticias sobre el covid-19 en la radio y televisión.
- La falta de convivencia.
- Economía familiar baja.
- La educación en casa.
- Trastorno de ansiedad.
- Presentación de depresión.

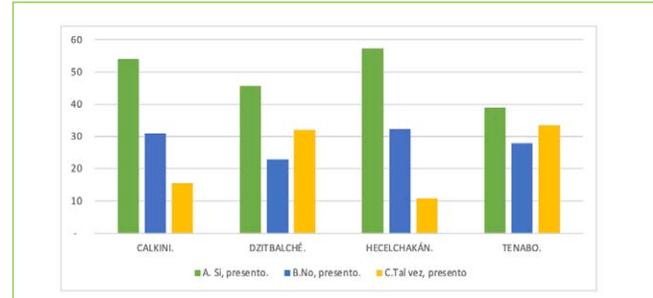
La herramienta que se utilizó es la encuesta, estas fueron aplicadas en los municipios de Calkiní, Dzitbalché, Hecelchakán y Tenabo, con un total de 200 encuestas y se acordó que serán aplicados de dos formas: 100 fueron aplicadas de forma presencial para ello se imprimieron 100 juegos de encuestas y la segunda parte también de 100 encuestas fueron aplicados de forma virtual en la plataforma Google forms. Comenzamos de forma presencial partiendo desde el municipio más cercano Calkiní, posteriormente se pasó a Hecelchakán, Dzitbalché y finalizar en Tenabo.

La encuesta constó de 20 preguntas especialmente diseñadas para obtener la información precisa abarcando las diferentes variables establecidas para el análisis del proyecto. Tenía un encabezado para escribir el nombre, los datos personales del entrevistado, seguido de preguntas que contaban con cuatro niveles de respuesta, en el último nivel contaba con la opción para especificar la respuesta del encuestado, en caso de no encontrar como respuesta válida ninguna opción mencionada con anterioridad. Al terminar las encuestas la información se vació en una base de datos que fue analizada con el programa Microsoft Excel para que posteriormente se realizan las tablas con su descripción de cada una de ellas.

III. RESULTADOS

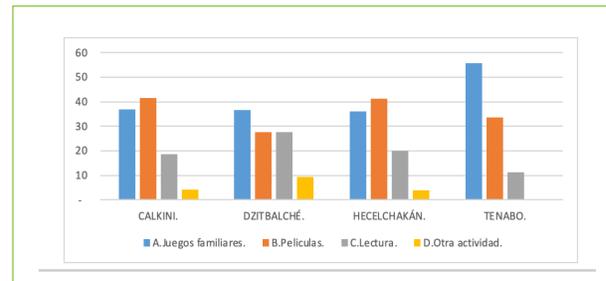
De la investigación factores psicológicos de las familias en tiempo de COVID-19 en camino real Campeche, se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 1
Trastorno de la ansiedad



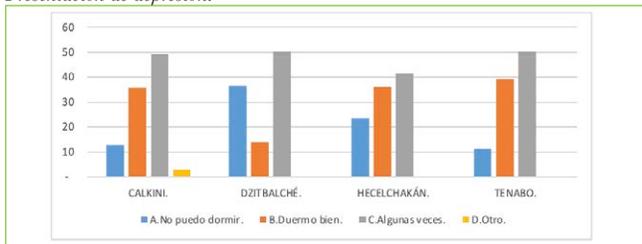
En las familias del municipio de Calkiní (54%), y el municipio de Hecelchakán (57%) se presentaron situaciones elevadas de estrés, depresión y ansiedad a comparación con el municipio de Tenabo (39%), Dzitbalché (45%) en donde las familias que presentaron situaciones de estrés, depresión y ansiedad fue menos elevado (figura 1), lo que ocasionó que las familias del municipio de Calkiní y Hecelchakán tuvieran un comportamiento irritante durante el confinamiento.

Figura 2
El confinamiento las personas no salen de casa.



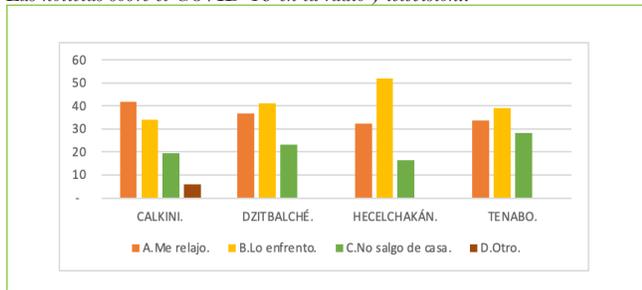
El 56% de las familias del municipio de Tenabo mejoraron su convivencia familiar con la realización de juegos en familia, un 33% se la pasaron viendo películas y solo un 11% fomento la lectura en casa, en comparación con el municipio de Dzitbalché y Hecelchakán que el 36% realizaron juegos en familia para mejorar su convivencia, y solo un 27% y 20% respectivamente fomento la lectura (figura 2), ocasionando un mayor acercamiento familiar durante el confinamiento.

Figura 3
Presentación de depresión.



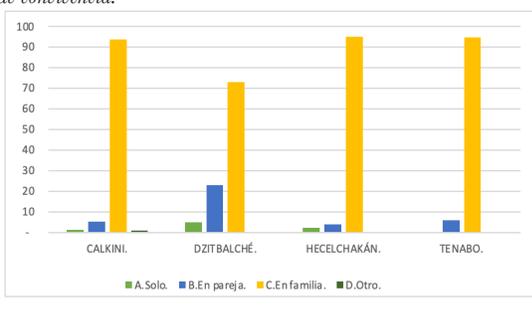
El 36% de las familias del municipio de Dzitbalché presentaron preocupación por el confinamiento lo que les hizo perder el sueño ocasionando el no poder dormir y solo el 14% no pudo descansar de una buena manera, en comparación con los municipios de Calkiní y Hecelchakán que el 36% de las familias pudieron dormir bien, mientras que en los municipios de Tenabo y Dzitbalché el 50% de las familias algunas veces lograban dormir (figura 3), ocasionado que miembros de las familias entren en depresión.

Figura 4
Las noticias sobre el COVID-19 en la radio y televisión..



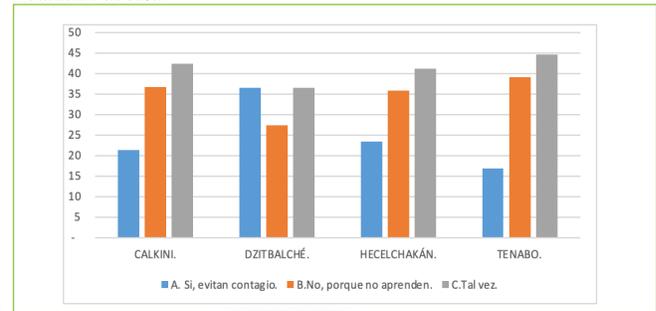
Las familias del municipio de Hecelchakán (52%) y Dzitbalché (41%) enfrentaron el miedo a contagiarse durante el confinamiento y tan solo el 16% y 23% respectivamente prefirió mantenerse en casa, en comparación con el municipio de Tenabo donde el 28% optó por no salir de casa (figura 4), lo que ocasionó que el 33% de las familias estuvieran relajadas durante el confinamiento. Por lo que destaca que las familias de Hecelchakán y Tenabo corrieron riesgo al enfrentar el miedo a contagiarse al no mantenerse en casa.

Figura 5
Falta de convivencia.



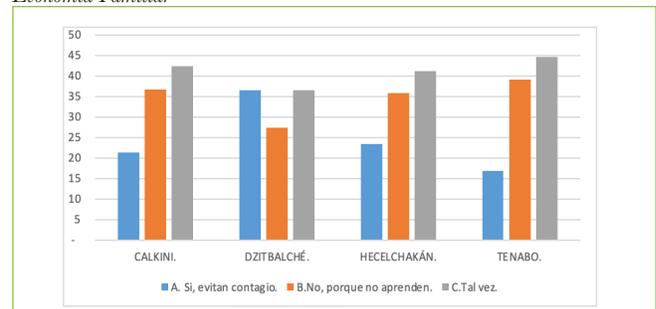
El 95% y 93% de la población del municipio de Hecelchakán y Calkiní respectivamente, pasaron el confinamiento en familia, mientras tanto el 4% y 5% estuvo acompañado de su pareja y solo el 2% y 1% estuvo solo, en comparación con el municipio de Tenabo y Dzitbalché que el 94% y 73% respectivamente de la población paso el confinamiento en familia, tan solo el 6% y 23% estuvo con su pareja (figura 5). Por lo que se destaca que los municipios del camino real Campeche (Calkiní, Dzitbalché, Hecelchakán, Tenabo) Tenabo pasaron el confinamiento en familia y no solos o en pareja.

Figura 6
Educación en casa.



El 37% y 39% de las familias del municipio de Calkiní y Tenabo respectivamente, no están de acuerdo de que sus hijos tengan la educación escolar en casa, porque sienten que no aprenden, de igual forma el 21% y 17% está de acuerdo con las clases en línea para evitar el riesgo a contagiarse, a comparación del municipio de Hecelchakán (36%) y Dzitbalché (27%) prefieren que sus hijos no tengan la educación en casa (figura 6), porque el estar a cargo de las clases en línea de sus hijos les causa estrés y sienten que no aprenden. Por lo que se destaca que Tenabo es el municipio que no está completamente de acuerdo en que sus hijos tengan la educación en casa, porque sienten que no aprenden.

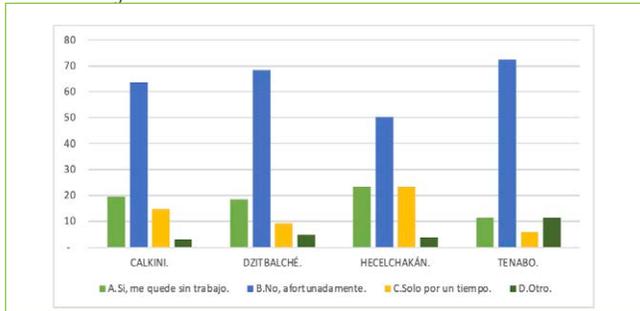
Figura 7
Economía Familiar



El 45% de las familias del municipio de Hecelchakán viven al día con los ingresos porque no poseen un salario mensual, así que tienen una economía menor que antes, solo un 21% siguió con el mismo salario de entre \$3,000 y \$5,000 mensuales, de igual forma un 32% considera que su economía bajo debido a que sus ingresos se redujeron, a compara-

ción con las familias de Dzitbalché y Calkinì que con un 36% continuo con el mismo salario de entre los \$6,000 y \$8,000, y solo el 34% de las familias de Calkinì continuo recibiendo el mismo salario de entre \$3,000 y \$5,000, mientras que el Tenabo el 56% de las familias continuo con un salario de igual que antes del confinamiento (figura 7). Por lo que se destaca que Tenabo es el municipio que la economía familiar en tiempo de COVID-19 fue mejor.

Figura 8
Falta de trabajo



El 68% y 72% de los padres de familia del municipio de Dzitbalché y Tenabo respectivamente no perdió su trabajo, sin embargo, para el 18% y 11% de los padres que perdieron su empleo, ocasionó que todos los miembros de la familia trabajaran, y tan solo un 9% y 6% de los padres se quedaron sin empleo durante un tiempo ocasionando que padre y madre trabajaran para sostener a la familia, en comparación con el municipio de Calkinì (63%) y Hecelchakán (50%) los padres de familia conservaron su empleo y el 19% y 23% respectivamente lo perdió, ocasionando que padre y madre trabajaran para sostener a la familia (Figura 8).

Por lo que se destaca que Tenabo es el municipio donde afortunadamente no se perdió la mayoría de las familias su trabajo.

Considerando los datos obtenidos en la investigación factores psicológicos en las familias en tiempo de COVID-19 en camino real Campeche se obtuvo los resultados sobre la salud mental de las familias. Se observó la presencia de trastornos psicológicos afectando la salud mental de las personas. En dónde han presentado alguna situación de estrés, ansiedad y depresión durante el confinamiento debido al COVID-19. Al grado de causarles insomnio, sin embargo, se enfrentaban al miedo de contagiarse. También se observó que disminuyó la economía de las familias del camino real Campeche.

Estos resultados permitieron comprobar como verdadera la hipótesis de que los factores psicológicos por la pandemia del COVID-19 cada vez afecta más la salud mental de las familias del camino real Campeche. De igual forma se ha comprobado como verdadera la segunda hipótesis de la economía de las familias del camino real Campeche bajó demasiado debido a la pandemia del COVID-19 y eso les causa preocupación y estrés. La tercera hipótesis correspondiente a que la educación en casa debido al confinamiento provoca estrés

a las familias del camino real Campeche es rechazada ya que los padres prefieren que sus hijos tengan la educación en casa porque se sienten más tranquilos de que sus hijos no se contagian al igual que no sienten que les cause estrés al estar al cargo de sus clases virtuales.

CONCLUSIONES

Se logró identificar los factores psicológicos que afectaron en tiempo de COVID-19 las familias de camino real Campeche. Al inicio se creía que el COVID-19 solamente afectaba de forma física la salud, sin embargo, la salud mental también se vio afectada por el confinamiento. A través de la aplicación de la encuesta se pudo demostrar puntos importantes. En los resultados se observó que el COVID-19 afectó psicológicamente a las familias del camino real Campeche de manera que sufren ansiedad y depresión, así como irritabilidad, las personas dejaron de tener comunicación como normalmente lo realizaban y debido a la depresión su desesperación era tanta que incluso les causaba insomnio.

La economía de las familias bajó por el confinamiento algunos lamentablemente perdieron su empleo y otros permanecieron igual. La educación en casa fue un tema en el que se discutió bastante ya que no todas las familias estaban de acuerdo de que sus hijos tomaran clases en línea porque consideraban que no aprendían, así como que no contaban con las herramientas necesarias para realizar sus trabajos, aunque la mayoría preferían las clases virtuales porque no tenían el riesgo de contagiarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balcázar, L., Ramírez, Y., & Rodríguez, M. (2015). Depresión y funcionalidad familiar en pacientes con diagnóstico de tuberculosis. (Mayo 09, 2021), de Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas. Sitio web: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47345917003>
- Gonzales, Y. (2015). "Nivel de depresión en pacientes tuberculosis pulmonar del centro de salud José Leonardo Ortiz, Chiclayo. (Mayo 09, 2021), de Tesis Sitio web: https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/3373/LUIS_ENRIQUE_YACTAYO_GONZALES.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Beltrán, C. (Febrero, 2018). Conocimiento, actitud y comportamiento hacia la vacuna de influenza en personal de salud de la UMF No.8. Aguascalientes. (Mayo 09, 2021), de Tesis. Sitio web: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1461/426185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, M. (2017). Estudio comparativo en enfermos con tuberculosis pulmonar frotis positivo de los grupos nunca tratados, antes tratados y crónicos en sus niveles de depresión y soporte social. Mayo 19, 2021, de SISBIB Sitio web: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/salud/torres_u_m/indice_Torres.htm
- Espinoza, T., Negumi, X., (2017). Estrategias de afrontamiento y nivel de depresión en usuarios con tuberculosis de la Micro red Hualmay. (Mayo 09, 2021), de Tesis. Sitio web: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPE-DRO/5942/Tesis_57909.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jadán, C. (2017). Depresión en adolescentes de 14 a 16 años del Colegio 27 de febrero de la ciudad de Loja. Mayo 30, 2021, de Tesis Sitio web: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19702/1/Cristina%20Yasmin%20Jad%C3%A1n%20L%C3%B3pez.pdf>
- Báran, A. (2018). ANSIEDAD Y ESTRÉS. Mayo 30, 2021, de Tesis de grado Sitio web: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/05/22/Baran-Andrea.pdf>
- Sosa, C. (2016). La ansiedad y sus trastornos. (Mayo 30, 2021) de Pdf Sitio web: <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/ANSIEDAD2.pdf>
- Sabater, V. (2020). Los tres tipos de ansiedad según Sigmund Freud. Mayo 30, 2021, de Psicología clínica Sitio web: <https://lamenteesmaravillosa.com/los-tres-tipos-de-ansiedad-segun-sigmund-freud/>
- Florencia, M (2012). "Psicobiología del Estrés". Mayo 30, 2021, de Biología de comportamiento Sitio web: https://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/090_comportamiento/material/tp_estres.pdf
- Molas, Xevi. (2021). <https://www.psicoactiva.com/blog/rechazo-social-y-sus-efectos-psicologicos/>. Noviembre 18, 2021, de Psicología Sitio web: <https://www.psicoactiva.com/blog/rechazo-social-y-sus-efectos-psicologicos/>
- OMS. (2019). Trastornos mentales. Mayo 31, 2021, de Organización Mundial de la Salud Sitio web: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
- OMS. (2017). Factores genéticos y malformaciones congénitas . 28 Mayo, 2021, de OMS Sitio web: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/38267>
- Rodríguez, R. (2012). El ser humano como ente biopsicosocial. Mayo 31, 2021, de Eduteka Sitio web: <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/9660>
- Ruiz (2020). El factor biológico y el psicoanálisis multifamiliar. Mayo 31, 2021, de Psiquiatría Sitio web: <https://psiquiatria.com/bibliopsiquis/volumen.php?url=el-factor-biologico-y-el-psicoanalisis-multifamiliar>
- Ruiz (2020). Los factores psíquicos. Mayo 31, 2021, de Uces Sitio web: http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/4073/Los%20factores_Lacan.pdf?sequence=1
- Rodríguez, Frías. (2015). Algunos factores psicológicos. Mayo 28, 2021, de Psicología y salud Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/291/29115202.pdf>
- Rodríguez, C. (2021). Homeschooling, la escuela en casa. Noviembre 18, 2021, de Webconsultas Sitio web: <https://www.webconsultas.com/bebes-y-ninos/educacion-infantil/homeschooling-14609>
- Urbina, L. (2017). Educación en casa. Noviembre 18, 2021, de Agisterio Sitio web: <https://www.magisterio.com.co/articulo/educacion-en-casa>

MODELO DE PREDICCIÓN DE VARIABLES DE IMPACTO DE LA PANDEMIA SARS COVID 19 EN LA DESERCIÓN DEL ALUMNADO, POR MEDIO DE LÓGICA DIFUSA

¹ Rita Flores Asís, rfloresa@huatusco.tecnm.mx

² Ali López León, alopezl@huatusco.tecnm.mx

³ Josué Quiroz Hernández, josuequirozhdez@gmail.com

⁴ Iván Valdivia Ruíz, ivanvr.2402@gmail.com

RESUMEN

En la presente investigación, se describe el desarrollo de un modelo de predicción y análisis, para la identificación de las variables que impactan en la deserción del alumnado del sistema escolarizado de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH) que se encuentra ubicado en el estado de Veracruz, México; durante el período de confinamiento por pandemia SARS-CoV-19. En el presente trabajo se exponen dos de los modelos difusos que integrarán un Sistema Experto que permitirá predecir escenarios, para definir estrategias de retención.

Se identificaron los principales factores que impactan la deserción, determinándose el índice de rendimiento del alumnado, tasa de desempleo, indicadores de distancia de su procedencia; y el índice de ingresos, violencia familiar, calidad de internet, migración social entre otros, como indicadores sociales, e indicadores de contagio.

Se diseñó y se implementó una encuesta, en la muestra representativa de la población, los datos obtenidos se utilizaron para definir las reglas que fueron validadas en los modelos de lógica difusa, desarrollados para la predicción de las variables de impacto en la deserción estudiantil, la programación de los modelos difusos se realizó mediante el software Matlab.

Se logró una interpretación de los factores de impacto en la deserción de alumnos, por medio de las gráficas resultantes del software, mostrando las relaciones entre las variables de entrada, así como la predicción de las variables de salida, deserción y rendimiento escolar, las variables de entrada de mayor impacto fueron: las horas dedicadas al estudio, rendimiento escolar por contagio Covid-19 de algún familiar, violencia en tiempos de confinamiento, el ausentismo, la situación laboral, las condiciones económicas, entre otras. Obteniendo como resultado que la principal causa de la deserción se debe a la no adaptación al modelo educativo a distancia, y la falta de recursos económicos.

ABSTRACT

This research describes the development of a prediction and analysis model for the identification of the variables that have an impact on student desertion in the school system of the Industrial Engineering career at the Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH), located in the state of Veracruz, Mexico, during the period of confinement due to the SARS-CoV-19 pandemic. This paper presents two of the fuzzy logic models that will integrate an Expert System that will allow predicting scenarios, in order to define retention strategies.

The main factors that impact desertion were identified, determining the student performance index, unemployment rate, distance indicators from place of origin; and the income index, family violence, internet quality, social migration, among others, as social indicators, and contagion indicators.

PALABRAS CLAVE

Deserción
Educación
Covid-19
Fuzzy logic

KEYWORDS

Deserción
Educación
Covid-19
Fuzzy logic

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/docente.

² Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/docente.

³ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/estudiante.

⁴ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Huatusco/estudiante.

A survey was designed and implemented in the representative sample of the population, the data obtained were used to define the rules that were validated in the fuzzy logic models, developed for the prediction of the impact variables in student desertion, the programming of the fuzzy models was carried out using Matlab software.

An interpretation of the impact factors on student desertion was achieved by means of the resulting software graphs, showing the relationships between the input variables, as well as the prediction of the output variables, desertion and school performance, the input variables with the greatest impact were: hours dedicated to study, school performance due to Covid-19 contagion from a family member, violence in times of confinement, absenteeism, work situation, economic conditions, among others. As a result, the main cause of desertion is due to failure to adapt to the distance education model and lack of economic resources.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2019, el mundo enfrentó uno de los principales retos de salud ocurridos en los últimos años, al experimentar la aparición de un virus desconocido para la humanidad y que representaba un peligro eminente para la existencia humana, fue a principios del año 2020 que la enfermedad generada por el virus SARS-CoV-19 (Covid-19) era declarada pandemia. (DOF, 2020)

Las principales acciones tomadas por los distintos gobiernos para salvaguardar la salud e integridad de los habitantes de cada país fue el distanciamiento social y mantenerse en cuarentena o en resguardo, derivado de estas acciones, el mundo detuvo su actividad social y económica, haciendo una transición de algunas actividades al formato virtual.

Uno de los principales cambios a los que nos enfrentamos fue la transición a una educación virtual, el modelo educativo en México fue adaptado, a una operatividad a distancia, lo que implicó una serie de cambios y repercusiones en el comportamiento del alumnado, en los diferentes niveles educativos. Según (Enríquez & Sáenz, 2021), derivado de la pandemia se detona una crisis económica y educativa que resultarán en un alto impacto en el desempleo y el desarrollo social del país.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021), se estima que un 70% de la población estudiantil del mundo se está viendo afectada, en México (preescolar, primaria, secundaria, media superior y superior) un total de 37 589 960 estudiantes se han visto afectados, debido a la falta de adaptación al nuevo modelo educativo a distancia y a las carencias en nivel educativo, así como el rezago tecnológico que existe en el país, muchos alumnos no tienen acceso a internet, específicamente en la zona de las Altas Montañas, existen lugares en los que no se cuenta con la infraestructura para el acceso de las redes de comunicaciones.

Esta situación aunada a la crisis económica y el impacto en el índice de empleabilidad, han originado que los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH), se vean en la necesidad de abandonar sus estudios para buscar mejores fuentes de empleo, o por falta de una cultura de educación a distancia, muchos de los alumnos han emigrado para buscar una mejor calidad de vida, lo que ha originado un incremento en la deserción del alumnado.

Derivado de la situación mencionada, surgieron múltiples investigaciones para mejorar las condiciones académicas y buscar soluciones para ayudar a los estudiantes de distintos niveles educativos a adaptarse a las nuevas condiciones.

En el trabajo A Fuzzy logic application in virtual education (Machado, Moreira, Gomes, Caldeira, & Santos, 2016), se describe el proceso de enseñanza-aprendizaje, mencionando que para estimular todos los cambios que conlleva este proceso, es necesario el uso de una herramienta informática, la cual pueda funcionar como validación y ayuda del alumno.

Es así como el trabajo describe el uso de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) como herramienta de apoyo a la enseñanza, buscando que ésta sea adaptada a las necesidades de los individuos en grupo o de manera individual.

Debido a las catástrofes naturales y de origen humano (como la pandemia causada por el virus SARS CoV 19) la comunidad científica ha prestado especial atención al concepto de Ingeniería de resiliencia. Tal como lo muestran en el trabajo Measuring and improving community resilience: A fuzzy logic approach, en el cual se propone un modelo de Lógica Difusa para cuantificar la resiliencia en la comunidad, lo que podemos comparar con una comunidad estudiantil. En este trabajo se cuantificaron los indicadores utilizando conocimientos descriptivos en lugar de datos complejos y tomando en cuenta las incertidumbres que conlleva el análisis. Los resultados mostraron que la metodología hace frente a los datos de entrada numéricos y descriptivos, proporcionando buenas estimaciones de resiliencia. Se concluye que esta

metodología puede emplearse como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para evaluar y mejorar la resiliencia de las comunidades ante futuros acontecimientos, centrándose en indicadores específicos que sufren deficiencias de resiliencia y necesitan mejoras (De Iulii, Kammouh, & Cimellaro, 2022). Otro estudio que hace referencia a la misma situación es el propuesto en Mediative fuzzy logic mathematical model: A contradictory management prediction in Covid-19 pandemic, donde se utiliza nuevamente la lógica difusa para proporcionar una relación entre los incrementos de los pacientes positivos a Covid-19 con relación al tiempo, proponiendo una predicción con resultados prometedores, según (Sharma, Dhiman, Vandana, & Mishra, 2021).

Es por ello, que en el presente trabajo se propone el desarrollo de un estudio para determinar las principales variables que han impactado en la deserción escolar del alumnado de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco (ITSH), con la finalidad de identificar los patrones de comportamiento del alumnado, con el objetivo de desarrollar un modelo de predicción de la deserción por medio de modelos de lógica difusa, como una herramienta de apoyo, que permita predecir escenarios para facilitar la toma de decisiones o la definición de estrategias que logren contrarrestar la deserción en la institución.

II. METODOLOGÍA

La metodología definida se plantea en tres fases principales, la primera fase consistió en la identificación y recolección de información necesaria para definir el modelo difuso, definir las principales variables que permiten identificar el patrón de comportamiento de los alumnos de ITSH, y posteriormente validar el modelo.

Posterior a la determinación de las principales variables de impacto en la deserción del alumnado, se realizó el cálculo de la muestra, así como el diseño de la técnica de recolección de datos que se aplicará a la población del alumnado de Ingeniería Industrial del ITSH. La encuesta contempló 29 preguntas, en los que se consideraron cuestionamientos para recabar datos demográficos, sociales, económicos y de contagio Covid-19.

Para aplicar la encuesta a una población representativa de la comunidad estudiantil se tomó como caso de estudio la población de los alumnos de Ingeniería Industrial, en la que se definió una muestra representativa de la población para lo cual se desarrolló el cálculo de la muestra, en la ecuación 1 se observa la fórmula empleada para obtener el tamaño de la muestra:

Ecuación 1

Tamaño de la muestra.

$$\eta = \frac{z^2 * \rho * q * N}{e^2 (N-1) + z^2 * \rho * q}$$

$$= \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 208}{0.05^2 (208-1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

= 135 alumnos
N= 208 Alumnos
p= 0.5
q=0.5
Z= 95%
e=0.05

En la tabla 1 se mencionan algunos de los tópicos considerados en las preguntas detonadas en la encuesta que se dividió en 5 secciones:

Tabla 2

Principales tópicos de impacto.

Datos generales	Datos académicos y económicos	Datos SARS CoV-19		Datos demográficos	Datos Económicos
Nombre	Promedio	Cantidad de contagios	de	Cantidad de hijos	Ocupación
Edad	Cantidad de materias reprobadas	Rendimiento por contagio	por	Cantidad de internet	Tipo de empleo
Género	Preferencia de universidad	Ausencia por contagio.	por	Cuidado y atención familiar	Ingreso mensual
Estado Civil	Horas de estudio a la semana	Pérdidas familiares	de	Equipo tecnológico para educación a distancia	Porcentaje de ingresos destinados a estudios
Semestre cursado	Enfermedad crónica	Padecimiento psicológico	de	Distancia y lugar de procedencia	
Carrera	Enfermedad crónica	Desempleo por pandemia	por		
	Satisfacción académica	Situación de violencia durante pandemia	de		

Cómo se puede observar en la tabla 1, se plantean variables cualitativas que representan un nivel de imprecisión que demuestran un alto nivel de incertidumbre, se observan variables que en respuestas subjetivas que complican el análisis de la información.

En la fase 2, se desarrollaron dos modelos de lógica difusa que se alimentan de los datos obtenidos de los resultados de la encuesta realizada en la fase 1. Dicho sistema permite identificar y predecir las variables que impactan a la deserción del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, A continuación, se describe el modelo de lógica difusa, en cada uno de los elementos. En la figura 1, se muestra la estructura del modelo completo uno, en el se incluyeron 7 variables de entrada, las cuales fueron, horas de estudio, estado civil, hijos, Apoyo familiar, distancia, género y empleo, y una variable de salida, nombrada deserción, cada variable cuenta sus respectivas etiquetas. En la figura 2. Se presenta el modelo enfocado a indicadores del contagio Covid-19. En dicho modelo se observan las variables como: disminución del rendimiento por contagio, por contagio de un pariente, por violencia durante el confinamiento, por el ausentismo de contagio o por algún padecimiento psicológico durante el periodo de confinamiento.

Figura 1

Modelo uno de impacto a la deserción.

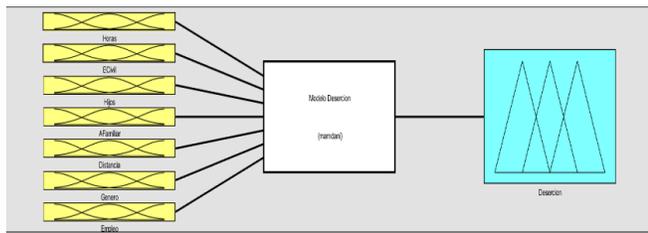
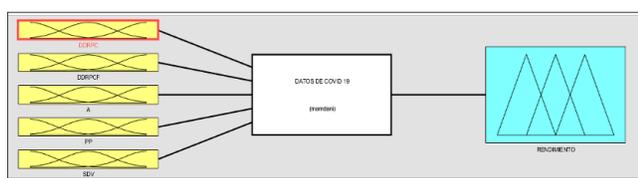


Figura 2

Modelo enfocado a indicadores de contagio.



Definición de Variables Lingüísticas

En la Tabla 2 se describen las variables que son consideradas por los expertos y los datos recabados en las encuestas como los valores de referencia para observar el patrón de comportamiento de los alumnos desertores.

Tabla 2

Variables de entrada de los modelos de lógica difusa para predecir el rendimiento y la deserción en el ITSH

Variabes	Definición	Unidades de medida
Horas	Se refiere al tiempo de que dedican a estudiar.	horas
Estado civil	Define el estado civil de los alumnos de la muestra.	Porcentaje
Hijos	Cantidad de hijos de los encuestados.	Númerica
Apoyo familiar	Es un indicador del apoyo que ofrece la familia al estudiante.	Puntuación Numérica
Distancia	La distancia en kilómetros del lugar de residencia de los alumnos con respecto al lugar del ITSH.	Km
Genero	Sexo del alumno encuestado.	Valor numérico
DDRPC	Rendimiento de alumnos contagiados por COVID	Puntuación Numérica
DDRPCF	Rendimiento de alumno por contagio de un familiar	Puntuación Numérica
A	Ausentismo del alumno encuestado	Puntuación Numérica
PP	Padecimiento psicológico por confinamiento COVID	Puntuación Numérica
SDV	Situación de violencia durante el confinamiento por COVID	Puntuación Numérica

Las variables de salida correspondientes a la deserción y el rendimiento por contagio SARS- CoV-19 se muestran en la tabla 3, son consideradas variables de salida porque en ellas se representa el impacto de las variables de entrada, se manejaron dos salidas, mismas que pudieron ser contempladas en el mismo modelo, pero éste se hacía demasiado robusto y lento, por ello se optó por construir un segundo modelo, en

el modelo uno, se analizan los principales aspectos demográficos, sociales y económicos. En el segundo modelo se obtuvo como variable de salida el rendimiento por aspectos de contagio Covid-19.

Tabla 3

Variables de salida de los modelos de lógica difusa para predecir la deserción y el rendimiento.

Variabes	Definición	Unidades de medida
Deserción	Variable de salida que representa aspectos de deserción por causas económicas, sociales y demográficas.	Númerica ponderada
Rendimiento	Es una variable de salida que muestra el impacto de las variables de entrada relacionadas con el contagio SARS Covid19.	Númerica ponderada

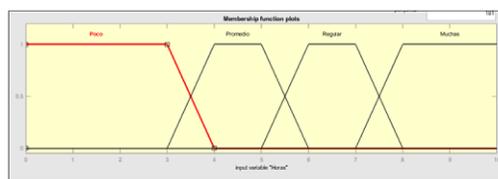
Fusificación

A continuación, se presenta un ejemplo de los conjuntos difusos definidos para una variable de entrada y una variable de salida, con la finalidad de mostrar el proceso de fusificación de los modelos planteados.

En la figura 3 se puede observar la variable “Horas”, la cual está conformada por un conjunto de etiquetas llamadas “Poco”, “Promedio”, “Regular” y “Muchas”. Las etiquetas pueden estar representadas por funciones de membresía triangular y sus parámetros o funciones de membresía trapezoidales y sus parámetros. En este caso se diseñaron tipo trapezoidales.

Figura 3

Variable “Horas”



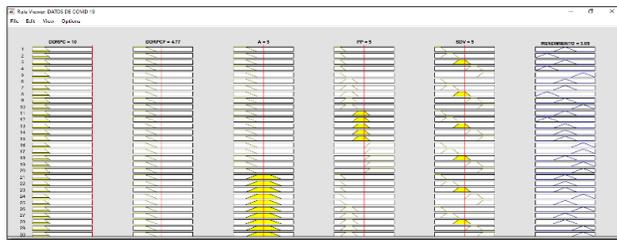
Reglas de Inferencia

Se crearon 538 reglas para el modelo 1 y 720 reglas en el modelo 2, mismas que fueron validadas con datos que extiende el departamento de vinculación del ITSH, y que son datos de registros de alumnos egresados y desertores del plantel.

El segmento de reglas se introdujo al software Matlab (Ver figura 4), para la interpretación y activación de cada regla, permitiendo estimar el grado de pertenencia entre las funciones de membresía del modelo, logrando obtener una predicción del proceso.

Figura 4

Segmento de reglas introducidas en Matlab



Para la activación de las reglas de inferencia se ingresan datos al modelo y se observa el resultado arrojado en la variable de salida, las reglas que se activan son aquellas en las que se encuentra el dato ingresado, pero de forma interna el software estima el grado de pertenencia entras las diferentes funciones de membresía (Sain & Mohan, 2021).

Desdifusificación

La defusificación (defuzzification) es un proceso matemático usado para convertir un conjunto difuso en un número real (Flores-Asis et al., 2019).

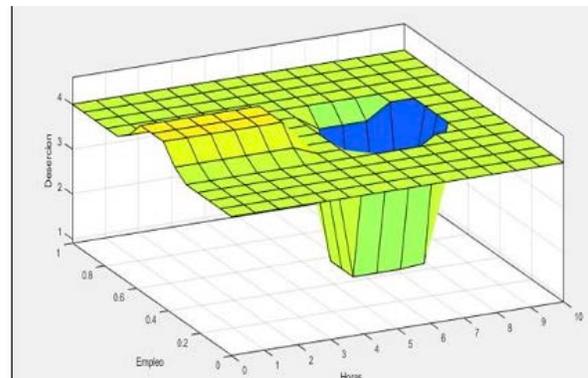
El proceso de desdifusificación se realiza de manera interna en el software MatLab, en donde se introducen las variables de entrada al sistema, y posteriormente se muestran los resultados en las variables de salida deserción y rendimiento.

III. RESULTADOS O AVANCES

Como resultado de los modelos de lógica difusa, se obtuvieron superficies de respuesta que permitieron hacer un análisis de los patrones de comportamiento del alumnado del ITSH en relación a su impacto y reacción ante la situación de contingencia por pandemia Covid-19. Unos de los principales problemas derivado de la situación de pandemia, fue la necesidad de mantener sus empleos o conseguir ingreso para subsistir aun cuando la economía en general se vio afectada, ya que se observó un cierre de negocios de manera temporal y permanente, debido a esto la empleabilidad disminuyó en un 10%(Clavellina & Domínguez, 2020), sin embargo en la educación y la empleabilidad en el alumnado es una causante de disminución de su rendimiento académico y una posible causa de deserción, de acuerdo con las respuestas obtenidas en la escuela elaborada en la fase 1, solo un 23.7% (32) del total de alumnos encuestados tienen empleo, comparando con el resultado observado en la superficie de respuesta de la variable empleo en relación con las horas de estudio, se interpreta que los alumnos que tienen empleo regularmente dedican menos horas de su tiempo a las actividades académicas(Warren & Lee, 2003), normalmente de 1 a 4 horas a la semana y suelen reprobado de 1 a 4 materias, y en la superficie más baja se refiere a que alumnos que estudian de 6 a 8 horas y solo se dedican a ser estudiantes, tienden a no reprobado materias (Véase figura 5).

Figura 5

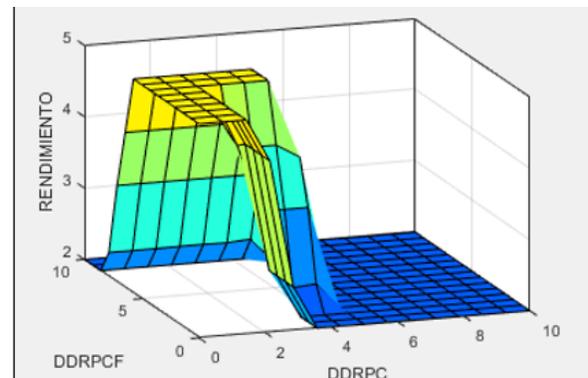
Gráfico de respuesta deserción, empleo, horas.



En la figura 6 se muestra la superficie de respuesta de las variable DDRPC y DDRPCF que representan la disminución del rendimiento por contagio Covid-19 y por contagio familiar respectivamente, como se puede interpretar en la imagen, el modelo difuso expresa que disminuyó su rendimiento en mayor medida cuando resultó contagiado algún familiar, que cuando ellos adquirieron el virus, esto coincide con lo reportado (Silva, Barbosa, André, & Delerue Matos, 2022), en donde menciona que el grado de estrés por temor a contagiarse o por el confinamiento Covid-19 podría repercutir gravemente en el rendimiento escolar y el comportamiento social de los individuos, así como en su nivel de satisfacción en su vida rutinaria.

Figura 6

Gráfico de respuesta rendimiento, DDRPCF, DDRPC



En un estudio realizado por (Lorente-Acosta, Lorente-Martínez, & Lorente-Martínez, 2022) se reporta que en el segundo trimestre, después de haberse declarado la pandemia, se dio un incremento en las llamadas a números de emergencia por violencia doméstica, específicamente violencia de género, en las figuras 7 y 8, se puede apreciar que los

modelos de lógica difusa hacen la interpretación y predicción de acuerdo a los datos obtenidos de los alumnos encuestados, que más del 50% de alumnos que manifestaron haber vivido alguna experiencia de violencia, fueron los que también representan los mayores valores en la variable ausentismo y una mayor puntuación en el padecimiento de algún trastorno psicosocial.

Figura 7
Gráfico de respuesta rendimiento, A, SDV

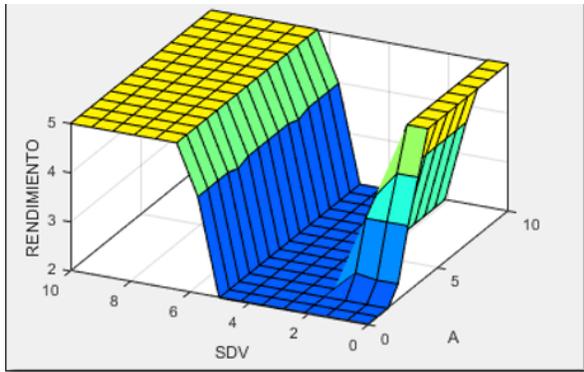
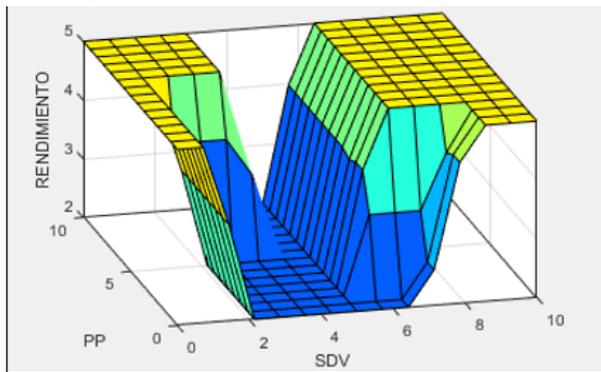


Figura 8
Gráfico de respuesta rendimiento, PP

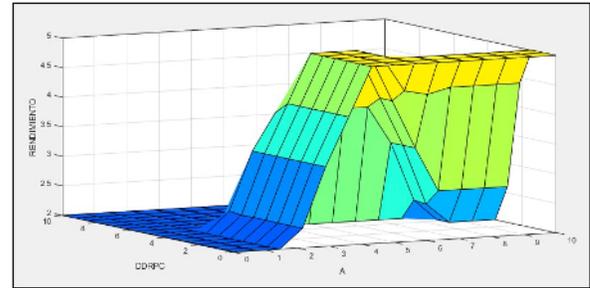


Se podría pensar que el nivel de ausentismo durante las clases virtuales en pandemia SARS- CoV-19 y después del regreso a clases, se debió en mayor medida al índice de contagios, pero

el resultado obtenido por medio de los modelos difusos y la muestra observada de alumnos de Ingeniería Industrial del ITSH, se puede deducir (Ver figura 9) que el porcentaje fue menor, alrededor del 20%, los alumnos que manifestaron que se ausentaron de las clases virtuales por estar contagiados, la mayor cantidad de alumnos encuestados manifestó que le fue difícil adaptarse al esquema de educación virtual por diversos motivos, entre ellos que no contaban con las herramientas tecnológicas o tuvieron que emigrar para conseguir empleo y mejorar sus condiciones económicas, estos resultados coinciden con el trabajo realizado (Cáceres-Correa, 2021) en el que se menciona que al menos una tercera parte de la población

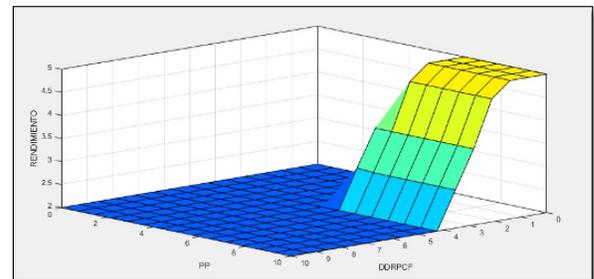
escolar no tuvo acceso a la educación por telemática, por problemas económicos, no tuvieron interés en el estudio a distancia o no contaban con una conexión a internet.

Figura 9
Gráfico de respuesta rendimiento, DDRPC, A



Como se puede observar en la figura 10, el gráfico de superficie de respuesta que más del 80% de los alumnos que expresaron que si disminuyó su rendimiento escolar manifestaron algún tipo de padecimiento psicológico, coincidiendo nuevamente con lo reportado por (Mónaco et al., 2022), que menciona que las enfermedades psicológicas más comunes presentadas durante el confinamiento por SARS Covid-19 provocó, ansiedad, depresión y estrés en la población juvenil.

Figura 10
Gráfico de respuesta RENDIMIENTO, PP, DDRPF



IV. CONCLUSIONES

El cambio que se ha vivido durante la contingencia por la pandemia SARS-CoV-19 en el ámbito de la educación ha sido realmente un reto que será difícil de superar, se habla de un rezago educativo de una década de retroceso en la educación básica (Gallegos De Dios. A, 2022), aunado a otros problemas, económicos, sociales y psicológicos que deberán ser prioridad en el futuro para todos los sectores, públicos y privados. Es por ello, que cada uno de estos sectores lucha por detonar estrategias que les ayuden a mejorar su productividad, de aquí surgió el deseo y la necesidad de desarrollar un modelo que ayude a analizar la situación del alumnado de ITSH con respecto al alto índice de deserción que se ha observado en el último año, se puede concluir que las técnicas de inteligencia artificial son una importante herramienta para poder predecir los patrones de comportamiento, y el análisis

de datos. En la presente investigación se observó que los datos obtenidos de los modelos difusos coincidieron en varios resultados con la encuesta realizada al alumnado, en dónde se observa que las causas más representativas de la deserción no fueron originas principalmente por el contagio Covid-19, más del 50% manifestó no haberse adaptado al esquema de educación a distancia, o porque tuvo problemas económicos, que lo llevaron a emigrar para encontrar mejores condiciones de vida, otro dato interesante que se observó durante la presente investigación, es que existe muy escasa literatura que aborde el problema que enfrenta la educación, derivado de la pandemia por SARS-CoV-19, utilizando una metodología que considere integrar herramientas de inteligencia artificial para el análisis o interpretación de la información.

Uno de los principales retos enfrentados durante la elaboración de la presente investigación fue la compleja labor realizada para poder obtener datos de alumnos desertores, ya que, al haber estado varios meses trabajando a distancia, muchas de las bases de datos institucionales no se encuentran actualizadas, además de la resistencia del alumnado a expresar con honestidad las experiencias vividas durante la pandemia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cáceres-Correa, I. (2021). Acerca de la escolaridad a distancia y la deserción en Pandemia. *Utopía y Práxis Latinoamericana*, 26(Especial 2), 11–13. Retrieved from <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/desarrollo-humano-y-covid-19-en-mexico.html><https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27966514001>
- Clavellina, J. L., & Domínguez, M. I. (2020). Implicaciones económicas de la pandemia por COVID-19 y opciones de política. *Instituto Belisario Domínguez*, 81, 1–11.
- De Iuliis, M., Kammouh, O., & Cimellaro, G. P. (2022). Measuring and improving community resilience: A fuzzy logic approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 78(July 2021), 103118. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103118>
- Enríquez, A., & Sáenz, C. (2021). Primeras lecciones y desafíos de la pandemia de COVID-19 para los países del SICA. *Estudios y Perspectivas*, 106. Retrieved from www.cepal.org/apps%0Ahttps://www.cepal.org/es/publicaciones/46802-primeras-lecciones-desafios-la-pandemia-covid-19-paises-sica
- Flores-Asis, R., Méndez-Contreras, J. M., Alvarado-Lassman, A., Fernández-Lambert, G., Villanueva-Vásquez, D., & Aguilar-Lasserre, A. A. (2019). Analysis of the behavior for operation parameters in the anaerobic digestion process with thermal pretreatment, using fuzzy logic. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 54(6). <https://doi.org/10.1080/10934529.2019.1593010>
- Gallegos De Dios, A. (2022). Ausentismo , deserción escolar y rezago educativo en secundarias públicas en México durante la pandemia del Covid-19 . *Absenteeism , school dropout and educational lagging in public high schools in Mexico during the Covid-19 pandemic . Sincronía*, 81. <https://doi.org/10.32870/sincronia.axxvi.n81>
- Lorente-Acosta, M., Lorente-Martínez, M., & Lorente-Martínez, M. (2022). Impacto de la pandemia por COVID-19 y el confinamiento en los homicidios por violencia de género en España. *Revista Española de Medicina Legal*, 48(1), 36–43. <https://doi.org/10.1016/J.REML.2021.08.001>
- Machado, M. A. S., Moreira, T. D. R. G., Gomes, L. F. A. M., Caldeira, A. M., & Santos, D. J. (2016). A Fuzzy Logic Application in Virtual Education. *Procedia Computer Science*, 91(Itqm), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.037>
- Mónaco, E., Schoeps, K., Valero-Moreno, S., Castro-Calvo, J., Montoya-Castilla, I., del Rosario, C., ... Esparza, N. A. A. (2022). Cross-cultural validation of the Worries about COVID-19 and its consequences Scale (W-COV) in adolescents and young people. *Archives of Psychiatric Nursing*, 40, 158–166. <https://doi.org/10.1016/J.JAPNU.2022.07.016>
- Oficial, D., Universal, P. B., Superior, M., Ju, B., Nacional, E., Mexicanos, E. U., ... Poblaci, C. (2020). Dof: 30/03/2020, 1–27.
- Sain, D., & Mohan, B. M. (2021). Modeling, simulation and experimental realization of a new nonlinear fuzzy PID controller using Center of Gravity defuzzification. *ISA Transactions*, 110(xxxx), 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2020.10.048>
- Sharma, M. K., Dhiman, N., Vandana, & Mishra, V. N. (2021). Mediative fuzzy logic mathematical model: A contradictory management prediction in COVID-19 pandemic. *Applied Soft Computing*, 105, 107285. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2021.107285>
- Silva, P., Barbosa, F., André, M., & Delerue Matos, A. (2022). Home confinement and mental health problems during the Covid-19 pandemic among the population aged 50 and older: A gender perspective. *SSM - Population Health*, 17, 100999. <https://doi.org/10.1016/J.SSMPH.2021.100999>
- UNESCO. (2021). México requiere afianzar un sistema permanente de protección escolar ante la pandemia por COVID - 19 y otros desafíos futuros. *Educación 2030*, 1–
- Retrieved from https://es.unesco.org/sites/default/files/01092021posicionamiento_unesco_regreso_a_clases.pdf
- Warren, J. R., & Lee, J. C. (2003). The impact of adolescent employment on high school dropout: Differences by individual and labor-market characteristics. *Social Science Research*, 32(1), 98–128. [https://doi.org/10.1016/S0049-089X\(02\)00021-2](https://doi.org/10.1016/S0049-089X(02)00021-2)

PSEINT COMO HERRAMIENTA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

¹ Jesús Vicente González Sosa, jvgs@azc.uam.mx

² Lili Regina Vargas Mercado, al2203030186@azc.uam.mx

³ Diego Pérez Barreda, al2193004967@azc.uam.mx

⁴ Yadira Zavala Osorio, yzo@azc.uam.mx

RESUMEN

En la actualidad las herramientas computacionales, a través de software instalado o en línea, tienen aplicaciones extensas en el aprendizaje de temáticas involucradas con la ingeniería, por ello en este trabajo, se presenta un caso de estudio utilizando la herramienta de PSeInt como software de algoritmos y pseudocódigos, mostrando de manera directa la importancia de la programación en la ingeniería, como modelo de enseñanza-aprendizaje. Se analiza un caso especial para un experimento con la medición del diámetro de monedas como parte del control de calidad de un producto o espécimen de prueba, para determinar si los instrumentos de medición ofrecen las medidas establecidas con el valor estándar. El resultado de este trabajo ofrece áreas de oportunidad en diferentes ámbitos, entre los cuales se tiene la metrología, programación y control de un proceso. En específico se obtuvieron programas para ejemplificar el control en las mediciones del espécimen y un algoritmo que se puede utilizar para la generación de programas en otros softwares especializados. Los estudiantes aportaron las ideas fundamentales para lograr el programa en el software básico mencionado y la experiencia de adentrarse en los primeros pasos de la programación para la ingeniería.

PALABRAS CLAVE

Algoritmo
Ingeniería
Metrología
Software

ABSTRACT

Nowadays, computational tools, through installed or online software, have extensive applications in the learning of subjects involved with engineering, therefore in this work, a case study is presented using the PSeInt tool as algorithms and pseudocodes software, showing in a direct way the importance of programming in engineering, as a teaching-learning model. A special case is analyzed for an experiment with the measurement of the diameter of coins as part of the quality control of a product or test specimen, to determine if the measuring instruments provide the established measurements with the standard value. The result of this work offers areas of opportunity in different fields, among which are metrology, programming and process control. Specifically, programs were obtained to exemplify the control of specimen measurements and an algorithm that can be used for the generation of programs in other specialized software. The students contributed the fundamental ideas to achieve the program in the basic software mentioned and the experience of entering the first steps of programming for engineering.

KEY WORDS

Algorithm
Engineering
Metrology
Software

1 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco/docente.

2 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco/alumna.

3 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco/alumno.

4 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco/docente.



I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se utilizan las herramientas básicas de la programación a partir de un caso de estudio, con la herramienta de PSeInt, como parte introductoria a la programación de ingeniería. Es relevante identificar que el software mencionado tiene la capacidad de ofrecer algoritmos, en diagrama de flujo y diagrama Nass-Shneiderman, para adentrarse a los procesos secuenciales y cíclicos que se requieren en la mayoría de los casos en donde se involucra la ingeniería.

Se ha observado que el uso de herramientas para el desarrollo de programas, iniciando con PSeInt y después trabajar con Python o Dev-C++, permite que los alumnos incrementen su interés por utilizar softwares con estas características para obtener un aprendizaje superior, de acuerdo con lo que se contempla al inicio de un curso (Laura et ál., 2022).

En los procesos de aprendizaje los estudiantes se motivan cuando realizan casos de estudio, como parte de un proceso de enseñanza en las instituciones educativas, que se logra manipular con lenguaje de programación, ya que les permite comprender de forma secuencial las etapas y subetapas que se deben resolver en las aplicaciones que se presenten (Machuca et ál., 2021). Esto permite generar nuevas tendencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje e integrar asignaturas para la resolución de casos.

El utilizar la herramienta de PSeInt, en casos de estudio, favorece en los estudiantes el conocimiento y comprensión de los algoritmos, contribuyendo en la motivación para el desarrollo de actividades de programación por parte del alumnado (Beúnes et ál., 2019), mostrando en todo momento que el programa es un apoyo en los procesos de enseñanza y que los involucrados (docente-alumno) lo aplique de esa forma, como una herramienta de apoyo.

Algunas de las características esenciales que se tiene al utilizar PSeInt como herramienta de programación, radican en la identificación de los procesos de entrada y salida, que se logran visualizar diagramas de flujo en la herramienta, además, identificación de las variables para la aplicación determinada, que permiten direccionar y seleccionar los operadores lógicos en los diagramas y en la ejecución del programa diseñado para los casos de estudio, comprender las tareas y subtareas que se ejecutan como pruebas del programa (Sánchez et ál., 2020), en ese sentido el uso de PSeInt como apoyo básico en la ingeniería tiene vertientes que se pueden identificar y analizar para mejorar los procesos en los cuales sea

aplicable, (Laura et ál., 2022).

El uso de los algoritmos favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de las instituciones de educación superior, facilitando la comprensión de las soluciones a casos de estudio, en donde, de forma específica se construyen programas con características sencillas, en su ejecución, mostrando a su vez que los códigos dependerán de la forma en la cual se diseñaron las tareas y subtareas en los algoritmos (Ramírez, 2014), (Trejos, 2015).

Cuando se tienen muestras o poblaciones, como en el caso de estudio de este trabajo, es importante la identificación de las variables que se ejecutarán en los diagramas de flujo o pseudocódigos que se diseñan para la solución del caso (Villalobos et ál., 2020), ya que de ello depende la funcionalidad del programa y la capacidad de memoria a utilizar en la ejecución de éste mismo. Parte importante es la identificación de los errores y la forma de retroalimentar el proceso y el programa para mejorar las tendencias en las aplicaciones comunes.

El sentido del pensamiento algorítmico utilizando la herramienta de PSeInt en los niveles de enseñanza, permite estructurar un razonamiento crítico al momento de elaborar un programa e identificar los errores para mejorar el algoritmo y ofrecer nuevas alternativas en el procesamiento (Alanoca-Gutierrez, 2016), así lograr involucrar las herramientas necesarias en programación para aplicaciones o casos de estudio como el que se presenta en este trabajo.

Puntos que sobresalen al aplicar PSeInt como proceso de aprendizaje en los estudiantes y enseñanza por parte de los docentes, se ha observado que facilita el entendimiento para la resolución de un problema, ofrece subherramientas para obtener diagramas, se realizan pruebas con datos reales con un lenguaje de programación básico y entendible, el docente lo utiliza para demostrar acciones en un problema (Huari et ál., 2014).

El uso de los softwares de algoritmos forma parte esencial en procesos de enseñanza, que se aplican en estudios específicos para obtener resultados que se comparan con efectos cotidianos en la ingeniería aplicada desde el punto de vista heurístico (Arrellano et ál., 2012). Por lo que, el uso de PSeInt permite crear conocimiento por medio de los algoritmos que se elaboran como parte fundamental de un programa a ejecutar.

De acuerdo con (Del Prado et ál., 2014), PSeInt como herramienta en los procesos de aprendizaje hacia el estudiante, permite que él practique y ejercite de forma metodológica los problemas que se le presenten, en conjunto con todo el ambiente que utiliza el software en alguna aplicación para el desarrollo en la resolución de un caso.

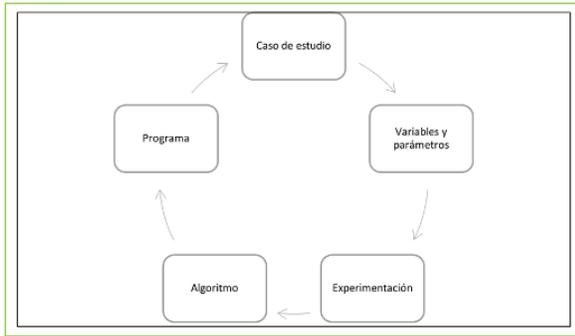
De acuerdo con lo descrito en esta sección, para el caso de estudio de las monedas y su evaluación por medio de la medición comparada con el estándar, el uso de la herramienta como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje permite abordar una problemática puntual, con alternativas de solución utilizando el software de PSeInt, por lo que, en las siguientes secciones se mostraran las etapas utilizadas en la realización para el análisis del caso de estudio.

II. METODOLOGÍA

En esta sección se describe de forma específica el análisis para el caso de estudio y los pasos a seguir en el desarrollo de la aplicación. En primer lugar, se muestra en la Figura 1, el diagrama que representa la secuencia para obtener el resultado de este trabajo que vincula la experimentación con la programación básica de software.

Figura 1

Etapas para el desarrollo en el caso de estudio.



Fuente. Elaborado por los autores.

Caso de estudio: para hacer uso de las herramientas descritas en este trabajo se requiere de un caso de estudio, el cual consiste en analizar el experimento de medición para dos monedas, cuya denominación es de \$5.00 y \$10.00 pesos, en la Tabla 1, se describen los parámetros considerados para la evaluación del caso de estudio y en la Figura 2 se observan los especímenes y el instrumento de medición utilizado para la experimentación.

Tabla 1

Parámetros de medición en especímenes.

Parámetro	Medida estándar del Espécimen	
	\$5.00	\$10.00
Diámetro	25.5 [mm]	28.0 [mm]
Espesor	1.8 [mm]	2.2 [mm]
Peso	7.07 gramos	10.329 gramos

En la Tabla 1 se tienen los valores que deberán tomarse en cuenta para la experimentación y obtención de los valores correspondientes para continuar con las siguientes etapas.

En la Figura 2, se observan las monedas consideradas para la experimentación y el instrumento de medición, calibrador pie de Rey.

Figura 2

Especímenes de prueba e instrumento de medición.



Fuente. Elaborado por los autores.

VARIABLES Y PARÁMETROS: para el caso de las variables, se identifican a través de los criterios a considerar en la Tabla 1, como medidas estándar que se deben mantener constantes al momento de realizar los experimentos, con lo cual se obtiene la Tabla 2.

Tabla 2

VARIABLES Y PARÁMETROS EN MONEDAS.

Monedas	Variable	Parámetro
\$5.00 y \$10.00	Diámetro	• Humedad
	Espesor	• Instrumento de medición
	Peso	• Canto
		• Operador

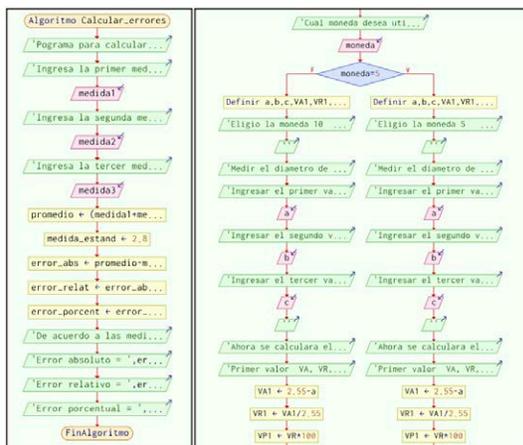
EXPERIMENTACIÓN: en esta etapa se tiene una muestra de datos obtenidos a partir de la medición de monedas de \$5.00 y \$10.00 pesos respectivamente, para obtener los resultados de las mediciones mencionadas como parte de las variables descritas en la Tabla 2, calculando con ello el porcentaje de error, con el propósito de obtener características de medición por parte del operario que puede ser considerado como error de instrumento o error humano.

El error por instrumento se ve reflejado directamente en el calibrador Pie de Rey, en donde se puede determinar que el instrumento no se encuentra calibrado y estandarizado, de tal forma que las mediciones no son realizadas de manera correcta.

Con respecto al error humano, se debe considerar que la persona que realiza las mediciones, operador, cuente con la capacitación debida y estado de ánimo en un rango de satisfacción, con el propósito de que se realicen las actividades de forma adecuada.

ALGORITMO: en esta etapa se realizan diferentes algoritmos para ubicar las variables que se han presentado en este trabajo y en su momento, utilizar los parámetros para controlar el proceso en el algoritmo. En la Figura 3 se tienen dos algoritmos que representan las posibles alternativas para definir los porcentajes de error en las mediciones realizadas en la etapa de experimentación.

Tabla 3
Alternativas de los diagramas de flujo.



Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los diagramas de flujo de la Figura 3, son alternativas para el desarrollo del programa en el caso de estudio, cada uno de los algoritmos muestra situaciones similares para identificar las medidas erróneas y obtener el porcentaje de error especificando si los datos experimentales son correctos, o en su caso realizar más observaciones en la experimentación y ubicar nuevos parámetros que estén afectando el proceso o las condiciones de los operadores al momento de obtener las mediciones.

Programa: es la etapa final de la metodología propuesta en este trabajo, en donde se refleja la aplicación de las etapas anteriores para lograr la obtención del programa en el software de PSeInt, que facilita la información necesaria en la determinación de los porcentajes de error y los parámetros funcionales en el caso de estudio. Además, se debe considerar que el programa es específicamente para el caso de estudio de las monedas, dado que, si se desea utilizar esta metodología para otro objeto, producto o espécimen, tanto el algoritmo como el programa debe modificarse.

Figura 4
Primera etapa de los programas realizados, tomando como base los algoritmos de la Figura 3.

```

Algoritmo errores_medidas_monedas
Escribir "Calcular errores en medidas de monedas de $5 y $10"
Escribir "Presione el número de la moneda a la cual desea calcular errores:"
Escribir "1->$10 2->$5"
Leer N
Escribir "Digite la medida del diámetro calculado de su moneda (en mm):"
Leer Diametro
Si N=1 Entonces
    val = 10
    Diam = 25
    E_Abs = 20-Diametro
Sino
    val = 5
    Diam = 25.5
    E_Abs = 25.5-Diametro
FinSi
Escribir "Moneda de $",val
Escribir "Diámetro estándar = ",Diam,"mm Diámetro medido: ",Diametro,"mm"
Escribir "Error absoluto = ",E_Abs
Escribir "Error relativo = ",(E_Abs/Diametro)
Escribir "Error porcentual = ",(E_Abs/Diametro)*100,"%"
FinAlgoritmo

Ejecutar el programa
Escribir "Cual moneda desea utilizar, moneda de 5 o moneda de 10?"
Leer moneda
Si moneda=5
    Definir a,b,c,VA1,VR1,...
    Escribir "Eligió la moneda 10 ..."
    Escribir "Medir el diámetro de ..."
    Escribir "Ingresar el primer va..."
    Escribir "Ingresar el segundo v..."
    Escribir "Ingresar el tercer va..."
    Escribir "Primer valor VA, VR, ..."
    Escribir "Ahora se calculará el..."
    Escribir "Ahora se calculará el..."
    VA1 = 2.55-a
    VR1 = VA1/2.55
    VP1 = VR*100
Sino
    Definir a,b,c,VA1,VR1,...
    Escribir "Eligió la moneda 5 ..."
    Escribir "Medir el diámetro de ..."
    Escribir "Ingresar el primer va..."
    Escribir "Ingresar el segundo v..."
    Escribir "Ingresar el tercer va..."
    Escribir "Primer valor VA, VR, ..."
    Escribir "Ahora se calculará el..."
    Escribir "Ahora se calculará el..."
    VA1 = 2.55-a
    VR1 = VA1/2.55
    VP1 = VR*100
FinSi

```

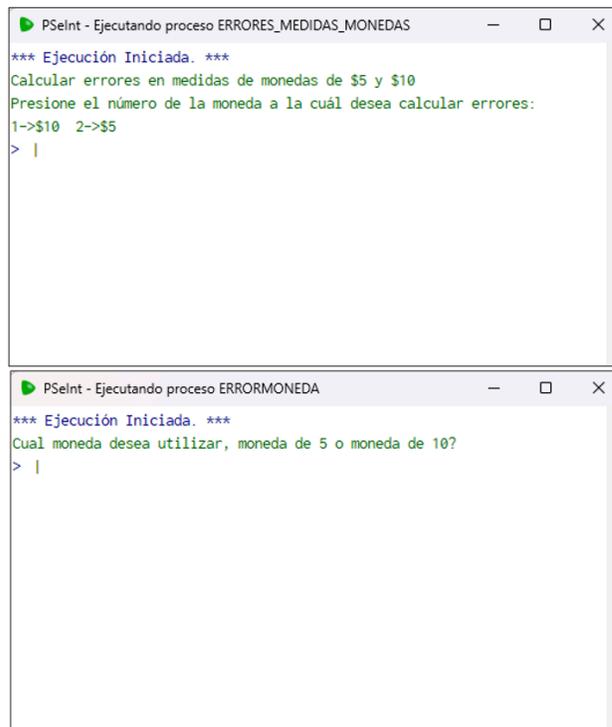
Fuente. Elaborado por los autores.

Nota. En la Figura 4 se ubican las variables que determinan los porcentajes de error al momento de realizar los experimentos en la medición con respecto a la clasificación de monedas. Observando, que existen diferentes subetapas en cada uno de los programas, buscando que el resultado satisfaga las condiciones necesarias para determinar que las monedas cumplen con el estándar en las medidas experimentales. En el siguiente apartado, resultados, se colocan las figuras correspondientes a las pantallas que se han considerado como el resultado de ejecutar el programa, dependiendo de forma directa en los algoritmos diseñados.

III. RESULTADOS O AVANCES

Como parte de los resultados, en el caso de estudio estructurado con las mediciones de las monedas y el cálculo del porcentaje de error, se muestran las pantallas de la ejecución del programa.

Figura 5
Se tiene las pantallas de la ejecución del programa para el caso de estudio.

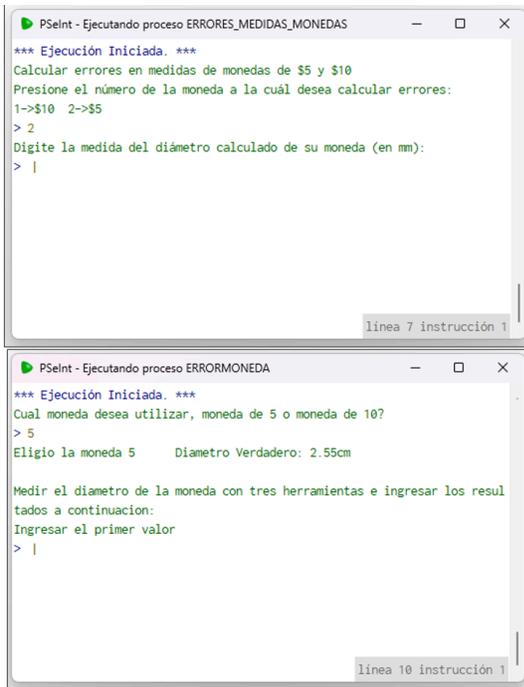


Fuente. Elaborado por los autores

De acuerdo con las variables, se tiene el desglose del programa para obtener los porcentajes de error que ocurren en el momento de realizar las medidas en los diámetros de las monedas de \$5.00 y \$10.00.

Figura 6

Segunda etapa del programa, seleccionando en ambos programas las monedas que se van a elegir para la medida y el error.



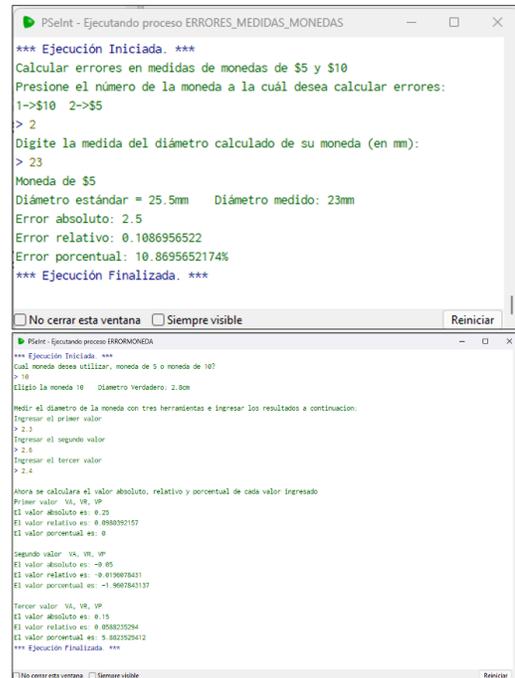
Fuente. Elaborado por los autores

Nota. En la Figura 6, se observan dos formatos diferentes para seleccionar la moneda y el resultado es el mismo para ambos casos. Esto dependerá de manera concreta con el diseño que presente el programador en la secuencia de tareas y subtareas para el programa y lograr que sea accesible para la persona que lo ejecutará y el que realizará a futuro la retroalimentación del programa para la obtención de una mejora.

IV. CONCLUSIONES

En esta sección se describen de manera puntual cada una de las características favorables que se han desarrollado en el caso de estudio de este trabajo, en donde, se tiene de forma rescatable la participación de estudiantes en la aplicación de ingeniería con experimentos básicos para corroborar el funcionamiento diseñado en el programa con la herramienta básica de programación PSeInt, detonando con esto el interés por parte de la comunidad de estudiantes en participar de forma general y específica en el desarrollo de aplicaciones de la ingeniería, en este caso de estudio, con las monedas de \$5.00 y \$10.00 pesos, la herramienta se puede utilizar para cuestiones de control de calidad y ciclos de vida en un instrumento de medición, lo mencionado es un ejemplo de lo que se puede realizar con el aprendizaje que van obteniendo los estudiantes en su preparación académica durante su estancia en una institución educativa de nivel superior.

Ahora se tiene la Figura 7, con la última etapa del programa, mostrando el resultado del porcentaje de error para la medición de la moneda, en este caso, de \$10.00.



Fuente. Elaborado por los autores

Una de las características que se aprecia en la Figura 7, es que el primer caso solo se considera una medida y de ahí se obtiene el error, para la imagen inferior se toman en cuenta una cantidad determinada de mediciones, tres, para calcular los porcentajes de error en el caso de estudio.

Por lo que respecta a la metodología que se utilizó en este trabajo, se concluye que tiene una característica especial, ser cíclica, lo que permite estar retroalimentando de manera constante el proceso y obtener las áreas de oportunidad para futuros trabajos o aplicaciones con programas como lo es PSeInt, y adentrarse a la programación con otras herramientas similares.

El caso de estudio como tal, fungió como modelo de aprendizaje y a la vez un reto para los alumnos que realizaron los programas, de acuerdo con los conocimientos que se han adquirido en la cuestión de ingeniería, por lo que a futuro se pretende seleccionar otros objetos de prueba como especímenes para desarrollar nuevos experimentos y elaborar programas que estén destinados a utilizarse en las áreas, por ejemplo, de producción, calidad, manufactura, sostenibilidad, entre otras.

Los resultados que se obtienen en este caso de estudio incentivan a futuros alumnos y docentes a involucrarse en las diferentes áreas de experimentación y desarrollo para lograr aplicaciones tangibles que se traducen como ejemplos en otras asignaturas, mostrando que las comunidades universitarias pueden participar en proyectos y aplicaciones específicas para aplicar los conocimientos, tanto básicos como avanzadas de cada una de las carreras en las que están involucrados.

Por último, es importante recalcar que los docentes deben dar difusión a los proyectos básicos de clase para que más estudiantes participen en las aplicaciones de la ingeniería, que en un principio son problemas de clase y posteriormente se extrapolan al sector industrial y los alumnos perciben la importancia de las asignaturas que cursan durante su carrera.

Por otro lado, a futuro se pretende generar grupos multidisciplinarios que logren identificar problemas puntuales de la ingeniería y dar alternativas de solución con las herramientas de programación que se utilizan en las instituciones educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanoca-Gutiérrez, J. (2016). Pensamiento Algorítmico en la Matemática de la Enseñanza Básica. *Investigación y Tecnología*, 4(1), 1-12.
- Arrellano-Pimentel, J. J., Nieva-García, O. S., Solar-González, R., & Arista-López, G. (2012). Software para la enseñanza-aprendizaje de algoritmos estructurados. *Revista Iberoamericana de Educación y Tecnología en Educación*, 23-33.
- Beúnes Cañete, J. E., & Vargas Ricardo, A. (2019). La introducción de la herramienta didáctica PSeint en el proceso de enseñanza-aprendizaje: una propuesta para Álgebra Lineal. *Transformación*, 147-157.
- Del prado, A., & Lamas, N. (2014). Alternativas para la enseñanza de pseudocódigos y diagramas de flujo. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 5(3), 102-113.
- Huari-Evangelista, F., & Novara, P. J. (2014). Intérprete para probar un programa escrito en pseudocódigo. *Industrial Data*, 17(1), 101-109.
- Laura-Ochoa, L., & Bedregal-Alpaca, N. (2022). Incorporation of Computational Thinking Practice to Enhance Learning in a Programming Course. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(2), 194-200.
- Manchuca-Vivar, S. A., Sampedro-Guamán, C. R., Palma-Rivera, D. P., & Cañizares-Galarza, F. P. (2021). Desarrollo de la lógica de programación en estudiantes de sistemas de unidades Santo Domingo. *Revista Conrado*, 17(79), 214-224.
- Ramírez, E. (2015). Alpha: una notación algorítmica basada en pseudocódigos. *Télématique*, 14(1), 97-121.
- Sánchez, M., Valderrama-Bahamondez, E., & T-de Clunie, G. (2020). Use of PSeint in Teaching Programming: A Case Study. *Proceedings of the 10th Euro American Conference on Telematics and Information*, 1-5. doi:<https://doi.org/10.1145/3401895.3402083>
- Trejos, O. I. (2015). Comparison of two algorithms in order to find Pythagorean triples using two different programming paradigms. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 84-94.
- Villalobos-Fernández, L. A., De la Ossa-Osegueda, Á., Rodríguez-Villarga, O. A., & Vergara-Heidke, A. E. (2020). Resolución de diagramas de flujo y pseudocódigo por parte de estudiantes de Ciencias de la Computación de la Universidad de Costa Rica. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 17, 129-146.

DIFERENCIA CORRELACIONAL EN LAS ZONAS ECONÓMICAS DE MÉXICO. ESTUDIO A PARTIR DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA.

¹ Daniela Teresita Zazueta Gámez. 19130077@e-itesca.edu.mx

² Karla Fabiola Gamboa Lucián. 19130092@e-itesca.edu.mx

³ Oscar Arturo Valencia Gutiérrez. 19130593@e-itesca.edu.mx

⁴ Missael Ruíz Corrales. missaelruiz@itesca.edu.mx

⁵ Karina Alejandra Hinojosa Taomori. khinojosa@itesca.edu.mx

RESUMEN:

La presente investigación tuvo como objetivo principal identificar las diferencias en las correlaciones que existen entre las variables de Compras Internacionales, Ventas Internacionales, Balance Comercial Neto y la Inversión Extranjera Directa en las distintas zonas económicas, para lo anterior se tomó como base la información presentada en el Atlas de Complejidad Económica para los 32 estados de la República, se clasificaron en zonas económicas y se aplicó el método de correlación de Pearson para identificar el peso de las relaciones entre las variables Compras Internacionales, Ventas Internacionales, Inversión Extranjera Directa y el Comercio Internacional Neto; fue un análisis individual por cada zona económica y un comparativo de los resultados. Los principales resultados muestran que la Inversión Extranjera Directa favorece las exportaciones en la Zona Norte y beneficia las importaciones y el comercio en la Zona Centro y Occidente; Por otro lado, la Zona Sur presenta resultados atípicos porque no muestra correlación en la mayoría de las variables. Por último, la diferencia en el peso de las relaciones por zona económica permitirá en su momento establecer políticas públicas individuales aplicables de manera específica a cada zona.

PALABRAS CLAVE

Comercio
Internacional
Inversión
Complejidad
Económica

ABSTRACT

This research had as its main objective to identify the differences in the correlations that exist between the variables of international purchases international sales, net trade balance and foreign direct investment in the different economic zones, for which the information presented in the Atlas of Economic Complexity for the 32 states of the Republic was taken as a basis, they were classified into economic zones and the Pearson correlation method was applied to identify the weight of the relationships between the variables international purchases, international sales, foreign direct investment and net international trade; it was an individual analysis for each economic zone and a comparison of the results. The main results show that foreign direct investment favors exports in the northern zone and benefits imports and trade in the central and western zones; on the other hand, the southern zone presents atypical results because it shows no correlation in most of the variables. Finally, the difference in the weight of the relationships by economic zone will allow us to establish individual public policies applicable specifically to each zone.

KEYWORDS

Economic
Complexity
International trade
Investment

^{1,2} Tecnológico Nacional de México, Campus Valladolid / Estudiante

³ Tecnológico Nacional de México, Campus Valladolid / Docente



I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la economía mundial ha tenido cambios turbulentos, donde la realidad y el comportamiento no tienen nada que ver con las estimaciones previstas (Poncela, 2019). México al igual que el resto del mundo ha presentado un comportamiento en cuanto a comercio internacional distinto a lo previsto, lo anterior puede deberse a distintos movimientos en el mundo, una pandemia imprevista, el avance de las nuevas tecnologías de información y comunicación, el nacimiento de nuevas relaciones comerciales y el fallecimiento de otras que han ocasionado que discusiones postergadas por las investigaciones se retomen y que nuevos tópicos y preguntas surjan (CEPAL, 2020).

Si el comportamiento económico a nivel mundial y en México ha sido atípico y fuera de las estimaciones, resulta bastante interesante el observar que el impacto de COVID-19 por ejemplo ha tenido implicación distinta en las diferentes zonas económicas del país, e incluso ha habido crecimiento en algunas de ellas, para algunos estudiosos este fenómeno podría tratarse de lo que en su momento Nassim Nicolas Taleb denominó “el cisne negro” es decir el impacto de lo altamente improbable (Bejarano, 2013).

Por otro lado, la diferencia entre las regiones económicas en México no necesariamente es un fenómeno que podría atribuirse o clasificarse como un cisne negro, más bien es resultado de acciones y políticas diferenciadas en cada región las que hacen que exista esta desigualdad; según Rodríguez, Castro y Mendoza; (2019), la apertura comercial se rige por un enfoque competitivo y el intercambio de bienes y servicios entre naciones se incrementa con acuerdos comerciales.

En México, la liberalización del comercio ha generado desigualdades regionales, y beneficiado a las entidades más expuestas a la apertura comercial, provocando desequilibrios económicos entre las regiones, así como mayor vulnerabilidad con el exterior. Lo anterior podría indicar que existen diferencias en el comportamiento de las variables que componen el comercio internacional mexicano dependiendo de la región económica; conocer estas diferencias podría significar plantear estrategias individuales para fortalecer cada región económica de manera personalizada y específica para fomentar su crecimiento, de ahí la importancia de esta investigación que plantea

el siguiente objetivo: Identificar la forma en la cual las distintas zonas económicas de México presentan diferencias correlacionales en cuanto a las Compras Internacionales, el comercio internacional la Inversión Extranjera Directa.

Para poder cumplir con el objetivo planteado primero se construye un marco teórico y conceptual que parte de la definición del comercio internacional, el cual para algunos autores es definido como el intercambio de bienes económicos que se realizan entre empresas de dos o más países, de tal forma que salen mercancías de un país con destino a otro o entran mercancías a un país procedente de otro. (Urrusolo y Martínez, 2022). Para Mercado, (2000) el conjunto de transacciones comerciales realizadas entre privados, residentes en distintos países. A diferencia del comercio interior, donde las transacciones comerciales se efectúan dentro de un espacio económico, monetario y jurídico relativamente homogéneo, las transacciones comerciales internacionales se realizan entre operadores comerciales privados situados en diferentes ordenamientos jurídicos y con acentuadas diferencias económicas y sociales.

Por su parte, Osorio (1995) lo define como el conjunto de movimientos comerciales y financieros, y en general todas aquellas operaciones cualesquiera que sea su naturaleza, que se realicen entre naciones; es pues un fenómeno universal en el que participan las diversas comunidades humanas.

Bajo, (1991) menciona que la teoría del comercio internacional estudia dos grandes grupos de cuestiones, de carácter positivo y normativo, respectivamente:

a) Por una parte, los determinantes de la estructura, dirección y volumen del comercio internacional, esto es, que bienes intercambia un país en los mercados internacionales, con qué países y en qué cantidades.

b) Por otra parte, los efectos del comercio internacional sobre el bienestar de los países que lo llevan a cabo, así como el papel de la política económica en este contexto.

Como mencionó Guerra-Borges, para que una empresa decida invertir en el exterior debe tener una ventaja específica sobre sus contrapartes en el país receptor (Guerra, 2001).

Variables importantes en el comercio internacional son las Ventas Internacionales que se refieren al total de las ventas al extranjero de las personas morales cuyo domicilio fiscal se encuentra registrado en un estado en particular; mientras que las Compras Internacionales son la acción de ingresar mercancías extranjeras al país cumpliendo con las formalidades y obligaciones aduaneras (Atlas de complejidad económica, 2019).

Si bien el comercio internacional tiene parámetros definidos, en los últimos años las discusiones científicas en cuanto a la forma correcta de explicar los mecanismos que definen el comercio internacional han generado el surgimiento de nuevas teorías, una de las más populares en la actualidad es la teoría

de la complejidad económica, la cual es una medida de la suma de capacidades y conocimientos técnicos que se involucran en la producción de un determinado producto. Los productos son vehículos para el conocimiento. Estas tareas implican muchas más capacidades de las que una sola persona puede dominar. Únicamente combinando el conocimiento técnico de diferentes sujetos puede obtenerse cualquier producto (Hausman, 2018).

De este modo, la diversificación y la ubicuidad constituyen una medida sencilla de la complejidad económica de un país y de un producto respectivamente. Un país será tanto más (menos) complejo, cuanto mayor (menor) sea su diversificación; un producto será tanto más (menos) complejo, cuanto menor (mayor) sea su ubicuidad. (Donso et al., 2017)

La clave para entender el valor de la Complejidad Económica es que algunos productos son más complejos que otros y algunos países elaboran productos más complejos que otros países no pueden producir (Hausman, 2018).

Por otra parte, el estudio de Zaldívar et al., (2019) utilizando la metodología de complejidad económica, propuesta por Hausmann, Hidalgo et al. (2014), se clasifican las actividades económicas justamente con base en su complejidad, y se estima una medida de distancia para identificar las industrias manufactureras más viables de que se desarrollen, dadas las capacidades productivas existentes en cada región.

Basándonos en esta medida, se definen dos parámetros que dependen de la VCR (Ventaja Comparativa Revelada), el primer parámetro es la diversidad en los números de industrias en donde por lo menos se poseen una firma registrada, la segunda se refiere el parámetro de ubicuidad, el número de lugares que cuenta con al menos una firma en esas mismas industrias. Existen algunas investigaciones que han registrado una relación inversa entre ubicuidad y la diversidad, calculada con base a las exportaciones, como subnacionales y con base a las intensidades de la industria. Por ejemplo: en comparaciones de estados, ciudades y áreas metropolitanas.

De esta manera la complejidad económica podría explicar la discrepancia del comercio internacional y la divergencia que existe entre las distintas zonas económicas de México en relación a este tema.

Por otro lado, una variable importante al momento de analizar los movimientos del comercio internacional es la Inversión Extranjera Directa, (IED) definida como aquella que realizan personas naturales o personas jurídicas no residentes en el país dispuestos a efectuar una inversión, la cual puede hacerse mediante la compra de acciones o participaciones de una empresa establecida o fundada en el país.

Algunas de las aproximaciones al tema se dieron por parte de las teorías del crecimiento, en Blomström (1989) es posible identificar el tratamiento del tema de la Inversión Extranjera Directa como una variable cada vez más importante en la explicación del crecimiento económico de los países.

Los análisis sobre Inversión Extranjera Directa que se han tratado desde el marco de las teorías de organización industrial, se remiten invariablemente al planteamiento diseñado y propuesto por John Dunning, mismo que con los años se ha ido adaptando hasta llegar a un esquema que refleje las implicaciones de los factores de localización cuando ésta se refiere a las empresas multinacionales.

La revisión de la literatura permite plantear la hipótesis de que existe relación entre las Compras Internacionales, Ventas Internacionales, Balance Comercial Neto y la Inversión Extranjera Directa esta relación es significativa, positiva y fuerte sin embargo la fortaleza de la correlación entre las variables varía dependiendo de la zona económica. Para cumplir con esta hipótesis se desarrolló una metodología que permite calcular resultados y generar conclusiones.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca como tipo cuantitativa debido a que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández, et al, 2019).

Según las características del proyecto se considera correlacional ya que este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular, además la utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en las variables relacionadas. La investigación correlacional tiene, en alguna medida, un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa. Cuanto mayor sea el número de variables que se asocien en el estudio y mayor sea la fuerza de las relaciones, más completa será la explicación (Hernández, et al., 2019).

Del mismo modo, se habla de una investigación no experimental, que según Cortés & Iglesias (2004) la investigación no experimental es la que no manipula deliberadamente las variables a estudiar. Lo que hace este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto actual, para después analizarlo.

Para la realización de esta investigación se considera que una serie de tiempo es el conjunto de mediciones que describen la evolución de un fenómeno o variable a lo largo del tiempo (Pepió, 2002).

Para efectos de investigación se tomó en cuenta como sujeto a los 32 estados de la república mexicana en un periodo de 10 años, los cuales se clasificaron en 7 zonas según el CONEVYT. El periodo abarca del año 2012 al 2021, por este motivo se tomó la información con base del Atlas de Complejidad Económica de México.

Tabla 1
División de los Estados por Zonas.

Zona	Estados
Norte	Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas
Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora
Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit
Central	Ciudad de México, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala
Golfo	Tabasco, Tamaulipas, Veracruz
Sur	Chiapas, Guerrero, Oaxaca
Península de Yucatán	Campeche, Quintana Roo, Yucatán

Fuente: CONEVYT, (2001)

El tratamiento de las variables y la operacionalización de éstas se describen en la tabla 2.

Tabla 2
Operacionalización de las variables.

Zona	Estados
Norte	Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas
Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora
Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit
Central	Ciudad de México, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala
Golfo	Tabasco, Tamaulipas, Veracruz
Sur	Chiapas, Guerrero, Oaxaca
Península de Yucatán	Campeche, Quintana Roo, Yucatán

Fuente: Elaboración propia

El método estadístico utilizado es correlación de Pearson el cual mide la naturaleza y fuerza entre dos variables cuantitativas, que permite describir la relación entre dos variables (Fiallos, 2021)

- 1) Nos indica si dos variables están correlacionadas o no, $y = f(x)$
- 2) El coeficiente r de Pearson Indica la fuerza de la aparente relación
- 3) El coeficiente r de Pearson indica si la aparente relación es positiva o negativa.
- 4) El signo del coeficiente r de Pearson indica la naturaleza de la correlación entre las variables.
- 5) El valor del coeficiente r de Pearson denota la fuerza o intensidad de la correlación entre las variables.

6) Si el signo de la correlación es positivo, significa que la relación es directa (Función creciente donde un incremento en una variable está asociado con el incremento de la otra variable; una disminución de una variable está asociado con la disminución de la otra variable).

7) Si el signo de la correlación es negativo, significa una relación inversa o indirecta (Función decreciente significando que el incremento en una variable está asociado con una disminución de la otra variable).

8) El valor del coeficiente r Pearson está entre (-1) y (+1).

9) El valor del coeficiente r Pearson denota la fuerza de la asociación como se ilustra en la fórmula 1.

$$r = \frac{\sum(x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2 \sum(y_1 - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Tomando el método de correlación de Pearson se plantea el siguiente modelo sobre cual se hicieron los cálculos de correlación.

- r1= Ventas - Inversión Extranjera
- r2= Compras - Inversión Extranjera
- r3= Comercio - Inversión Extranjera
- r4= Ventas - Compras
- r5= Ventas - Comercio
- r6= Compra - Comercio

Para clasificar el peso de las correlaciones se utiliza la siguiente escala:

- 0 No correlación
- 0.2 ± Correlación baja
- 0.5 ± Correlación moderada
- 0.7 ± Correlación fuerte
- 1 ± Correlación directa perfecta

Este modelo se aplicó por separado en las 7 regiones económicas.

Para el desarrollo de la investigación se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

Paso 1. Se identificaron y seleccionaron del Atlas de Complejidad Económica las variables utilizadas en la realización de esta investigación.

Paso 2. Se elaboró una base de datos con la información de las variables obtenidas en el Atlas de Complejidad Económica.

Paso 3. Se agruparon los 32 estados de la república mexicana de acuerdo a las 7 regiones económicas de CONEVYT.

Paso 4. Se realizaron los cálculos correspondientes a las correlaciones de Pearson con ayuda del programa SPSS.

Paso 5. Se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos.

Paso 6. Se plantearon conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados.

Utilizando la metodología planteada se realizaron los cálculos correspondientes para cumplir con el objetivo de la investigación, dichos resultados se presentan a continuación:

III. RESULTADOS

Utilizando la metodología planteada se realizaron los cálculos correspondientes para cumplir con el objetivo de la investigación, dichos resultados se presentan a continuación:

Tabla 3
Resultados de las correlaciones.

	Correlación	No correlación
r1 (Ventas – Inversión)	Zona norte (.895)	Zona centro (.407) Zona península de Yucatán (.252) Zona noroeste (.227) Zona del golfo (-.036) Zona sur (-.062) Zona occidente (-.089)
r2 (Compras – Inversión)	Zona norte (.937) Zona occidente (.817) Zona centro (.766)	Zona noroeste (.369) Zona península de Yucatán (.243) Zona sur (.176) Zona del golfo (.040)
r3 (Comercio – Inversión)	Zona occidente (.943) Zona norte (.937) Zona centro (.780)	Zona sur (.564) Zona noroeste (.294) Zona península de Yucatán (.257) Zona del golfo (.004)
r4 (Ventas – Compras)	Zona noroeste (.958) Zona norte (.937) Zona península de Yucatán (.862) Zona centro (.779) Zona del golfo (.749)	Zona sur (.278) Zona occidente (-0.045)
r5 (Ventas – Comercio)	Zona noroeste (.991) Zona norte (.983) Zona península de Yucatán (.966) Zona del golfo (.929) Zona centro (.841)	Zona sur (.226) Zona occidente (-.071)
r6 (Compras – Comercio)	Zona noroeste (.987) Zona centro (.985) Zona norte (.983) Zona península de Yucatán (.964) Zona occidente (.963) Zona del golfo (.941) Zona sur (.869)	

Fuente: *Elaboración propia*

IV. CONCLUSIONES

Los resultados permitieron cumplir con los objetivos de la investigación, responder la pregunta y contrastar la hipótesis, estos resultados permitieron plantear las siguientes conclusiones:

Se identificaron las diferencias de correlación entre las zonas económicas, los resultados destacan que en cuanto a la inversión extranjera directa, existe una correlación con las ventas muy significativa para la Zona Norte, el resto de las zonas no presenta ningún tipo de relación significativa lo que podría indicar que en el caso de esta zona en específico el fomentar el aumento de la inversión extranjera directa podría en su momento beneficiar el aumento de las exportaciones, para el resto de las zonas sería importante analizar otro tipo de factores que potencien las exportaciones.

Siguiendo con la inversión extranjera directa, ésta también presenta una correlación alta y significativa cuando se relaciona tanto con las compras como con el Comercio Internacional para las Zonas Norte, Occidente y Centro, lo anterior es muy interesante dado que la inversión extranjera para la Zona Norte beneficia tanto las importaciones como las exportaciones pero el beneficio en la Zona Centro y Occidente solo se ve en las importaciones, el resto de las zonas económicas parecen no presentar ningún tipo de relación significativa en cuanto a la inversión extranjera directa.

Es importante mencionar que las correlaciones más fuertes se presentan en la zona Noroeste y estas tienen que ver con la correlación entre las compras-ventas, ventas-comercio y compras-comercio; lo interesante es que en esta zona la Inversión Extranjera Directa no tiene ningún tipo de injerencia en el resto de las variables, lo cual podría indicar una particularidad que diferencia a esta zona del resto, por lo cual sería de suma importancia analizar los factores por los cuales la inversión no representa importancia en el Comercio Internacional que se lleva a cabo en esta área en específico.

Por otro lado, un fenómeno interesante de analizar que se presentó en los resultados es la Zona Sur, dicha zona solo presenta correlación entre las variables compras-comercio, de resto parece no presentarse ningún tipo de dato a destacar, resultaría muy significativo analizar los factores por los cuales esta zona presenta esta particularidad.

En términos generales, se concluyó que las correlaciones varían en función de la zona económica, por lo que la medida en la cual estas variaciones se presentan se discutieron en el documento y los resultados se pudieron visualizar de una manera detallada en la tabla 3. Las correlaciones de manera general permiten contrastar la hipótesis y argumentar que de manera parcial se cumple, es decir, se presentan relaciones positivas y estadísticamente significativas en algunas de las zonas económicas, de tal manera podría decirse que el comportamiento de estas variables es diferente en cada zona económica por lo cual el tratamiento de estas debería estar en función de los elementos que componen dichas relaciones y en las particularidades de cada una de las zonas, de esta forma se podrían establecer políticas económicas específicas para cada una de las zonas y potenciar de manera individual y no generalizada el crecimiento del Comercio Internacional. Por último, esta investigación permite abrir el campo para nuevas investigaciones que permitan responder nuevos cuestionamientos resultantes de este análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atlas de complejidad económica, (2022). Data México. Disponible en: Complejidad económica | Data México (datamexico.org)
- Bajo, O. (1991). Teorías del comercio internacional. Antoni Bosch.
- Bejarano, D. X. (2013). El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable. *Revista Guillermo de Ockham*, 11(2), 229-232.
- Comisión económica para América Latina y El Caribe (2020), COVID-19 tendrá graves efectos sobre la economía mundial e impactará a los países de América Latina y el Caribe. Comunicado de Prensa. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/covid-19-tendra-graves-efectos-la-economiamundial-impactara-paises-america-latina>.
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2005). Generalidades sobre metodología de la investigación. Universidad Autónoma del Carmen.
- Donoso, V., & Martín, V. (2017). Complejidad económica y densidad productiva como fuentes de competitividad. *Studies of Applied Economics*, 35(1), 85-110.
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491-2509.
- Gómez Zaldívar, F., Molina, E., Flores, M., & Gómez Zaldívar, M. D. J. (2019). Complejidad económica de las Zonas Económicas Especiales en México: Oportunidades de diversificación y sofisticación Industrial. *Ensayos. Revista de economía*, 38(1), 1-40.
- González Soriano, F. J., Díaz Jiménez, D. D. & García García, M. E. (2019). La Inversión Extranjera Directa en el Ecuador 2018. *RECIMUNDO*, 3(1), 449.
- Hausman, R. (2018). Complejidad económica, en síntesis. Los desafíos del desarrollo productivo en el siglo XXI, 205.
- Hausmann, R., Santos, M. Á., Tudela Pye, J., Li, Y., & Grisanti, A. (2020). La Riqueza Escondida de Loreto: Análisis de Complejidad Económica y Oportunidades de Diversificación Productiva. CID Working Paper Series.
- Hernández Sampieri, R., Baptista Lucio, P., & Fernández Collado, C. (2014). Metodología de la investigación (P. Baptista Lucio, Ed.). McGraw-Hill Education.
- Huesca Rodríguez, C. (2012). Comercio internacional. 1ra edición, 14.
- Martínez Martínez, E. M., & URROSOLO MUÑOZ, M. J. (2022). Gestión administrativa del comercio internacional 2.a edición. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Orosio Arcila, C., Diccionario de comercio internacional, México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1995, p.48.
- Poncela, M. L. (2019). Impacto de las tecnologías digitales en la transformación del comercio internacional. *Cuadernos de información económica*, (268), 65-76.
- Rodríguez Pérez, R. E., Castro Lugo, D., & Mendoza López, M. (2019). Desigualdad salarial y trabajo informal en regiones de México. *Región y sociedad*, 31.
- Romero G., Antonio F. (2015). El comercio internacional actual y la inserción externa de países en desarrollo: desafíos para la economía cubana. *Economía y Desarrollo*, 153(1), 190-207.
- Pepió Viñals, M. (2002). Series temporales. UPC.
- Poncela, M. L. (2019). Impacto de las tecnologías digitales en la transformación del comercio internacional. *Cuadernos de información económica*, (268), 65-76.

EDUCACIÓN FINANCIERA EN EL ENTORNO URBANO Y RURAL (CASO EDUCACIÓN NIVEL MEDIA SUPERIOR DEL MUNICIPIO DE ESCÁRCEGA)

¹ Maria victoria Gomez Sanchez, 180205024@itsescarcega.edu.mx

² Yuri Lizeth Manrique Hernández, 180205043@itsescarcega.edu.mx

³ Sagrario Maria Quijano Gutiérrez, sagrario_quijano@itsescarcega.edu.mx

⁴ Dulce Maria De Jesús Delgado Cih, dulce_delgado@itsescarcega.edu.mx

RESUMEN

Las finanzas desempeñan un papel importante en la economía de cualquier país porque son las encargadas de administrar el dinero y canalizar los recursos financieros a varios sectores. El objetivo principal de esta investigación es conocer el grado de conocimiento de Educación Financiera en jóvenes de nivel media superior, así como proponer estrategias que apoyen el fomento de la Educación Financiera en zonas urbanas y rurales, esto para inspirar a jóvenes a ser ciudadanos sociales y económicamente conscientes, adoptando conocimiento, habilidades y aptitudes. La presente investigación es de enfoque cuantitativo debido a que es secuencial y probatorio, así como la utilización de métodos estadísticos para mejor precisión de resultados, asimismo el tipo de investigación es descriptiva el cual tiene como objetivo la descripción precisa de dicho evento, para este estudio se utilizó la técnica de encuesta, donde la escala de medición es por medio de Likert el cual fue aplicado a estudiantes de nivel media superior del municipio de Escárcega y el ejido Libertad, se considera la participación de ciento nueve estudiantes que actualmente se encuentran matriculados. Como resultado de la investigación y del instrumento aplicado se tendrá noción del conocimiento de los estudiantes, así como la propuesta de estrategias que apoyen al fomento de la EF en las zonas urbanas y rurales. Los jóvenes de zonas urbanas y rurales necesitan conocer más sobre educación financiera para contrarrestar la ignorancia y hacer un cambio en la forma en que utilizan los recursos financieros.

PALABRAS CLAVE

Conocimientos
Economía
Recursos
Servicios

ABSTRACT

Finance plays an important role in the economy of any country because they are in charge of managing money and channeling financial resources to various sectors. The main objective of this research is to know the degree of knowledge of Financial Education in young people of upper secondary level, as well as to propose strategies that support the promotion of Financial Education in urban and rural areas, this to inspire young people to be social citizens and economically conscious, adopting knowledge, skills and aptitudes. The present investigation is of quantitative approach because it is sequential and probative, as well as the use of statistical methods for better precision of results, also the type of investigation is descriptive which has as its objective the precise description of said event, for this study. The survey technique was used, where the measurement scale is through Likert, which was applied to upper secondary students in the municipality of Escárcega and the ejido Libertad, considering the participation of one hundred and nine students who are currently enrolled. As a result of the research and the applied instrument, students will have a notion of knowledge, as well as the proposal of strategies that support the promotion of PE in urban and rural areas. Young people in urban and rural areas need to know more about financial education to counter ignorance and make a change in the way they use financial resources.

KEYWORDS

Knowledge
Economy
Resources
Services

1 Instituto Tecnológico Superior de Escárcega/estudiante.

2 Instituto Tecnológico Superior de Escárcega/estudiante.

3 Instituto Tecnológico Superior de Escárcega/docente.

4 Instituto Tecnológico Superior de Escárcega/docente.



I. INTRODUCCIÓN

La educación financiera, así como la educación en general son temas que no tienen limitantes, y es importante que lleguen a cada rincón del mundo, proporcionando nuevos conocimientos y habilidades que ayuden a las próximas generaciones.

En primera estancia la problemática de la investigación parte de la interrogante, ¿Por qué los jóvenes de zonas rurales y urbanas desconocen temas de Educación Financiera?, por ello la importancia de investigar y conocer lo que sucede en la actualidad en dichas zonas.

Ahora bien, al hablar de zonas urbanas o rurales nos referimos específicamente a la ciudad y al campo.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), define a la zona urbana como:

Área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas que generalmente va de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, sólo se asignan al interior de las localidades urbanas. (INEGI, 2010)

Esta se caracteriza por ser demasiado poblada, donde las edificaciones, obras públicas y hogares son de materiales duraderos como el concreto, las principales actividades económicas son: la industria, sector secundario (manufactura) y terciario (servicios), estas actividades a su vez dependen directamente del sector primario, ubicado principalmente en las zonas rurales.

El Banco Mundial (2020) menciona que “hoy en día, alrededor del 55 % de la población mundial, 4200 millones de habitantes, vive en ciudades. Se cree que esta tendencia continuará. En 2050, la población urbana se duplicará, y casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades”.

Por otro lado, se encuentra la zona rural, caracterizada por tener una menor cantidad de residentes y a diferencia de la zona urbana, su territorio es más extenso.

La zona rural es la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales que se ubican en la parte rural, cuya extensión territorial es variable y se caracteriza por el uso del suelo de tipo agropecuario o forestal. Contiene localidades rurales y extensiones naturales como pantanos, lagos, desiertos y otros, delimitada por lo general por rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, etcétera) y culturales (vías de ferrocarril, líneas de conducción eléctrica, carreteras, brechas, veredas, ductos, límites prediales, etcétera). (INEGI, 2010)

En la zona rural, las principales actividades económicas, son: la agricultura, ganadería, pesca y extracción forestal. La ciencia y tecnología, puede tomarse más tiempo en llegar debido a la distancia que predomina o en ocasiones las limitantes al cambio.

La relación que existe para ambas zonas en términos de economía, radica de la Educación Financiera.

La Educación financiera parte de dos términos “Educación” y “Financiera”, donde se describe lo siguiente: Educación, es la propagación de conocimiento donde cada individuo extrae un aprendizaje concreto, creando valores a su persona. Financiera es el manejo de los recursos monetarios que cada individuo dispone. De acuerdo con Bansefi la Educación Financiera es:

Proceso de desarrollo de habilidades y actitudes que, mediante la asimilación de información comprensible y herramientas básicas de administración de recursos y planeación, permiten a los individuos: a) tomar decisiones personales y sociales de carácter económico en su vida cotidiana, y b) utilizar productos y servicios financieros para mejorar su calidad de vida bajo condiciones de certeza. (Banco del Bienestar, 2016)

Ahora bien, tener Educación Financiera en un entorno de Inclusión Financiera brinda la oportunidad de erradicar parte de la ignorancia que se tiene respecto a estos temas. A este acceso que tienen las personas o empresas de contar con servicios y productos financieros se le llama **Inclusión Financiera**.

La inclusión financiera se refiere al acceso que tienen las personas y las empresas a diversos productos y servicios financieros útiles y asequibles que atienden sus necesidades —transacciones, pagos, ahorro, crédito y seguros— y que se prestan de manera responsable y sostenible. (Banco Mundial, 2022)

Para la ciudad el acceso a servicios financieros es más viable, facilitando la vida diaria y a las familias en situaciones económicas inesperadas. Por el contrario, la zona rural tiene menos posibilidades de contar con servicios financieros por la ubicación en la que se encuentra.

El Banco Mundial afirma lo siguiente:

La inclusión financiera, herramienta crucial para reducir la pobreza y promover la prosperidad compartida, ha sido uno de los principales desafíos mexicanos de cara al desarrollo. En 2011, alrededor de 71 millones de mexicanos, 65% de una población total de 112 millones, carecía de acceso a un servicio financiero formal, tema especialmente crítico en áreas rurales, donde 78% de los municipios no tenía un solo punto de servicios para residentes que quisieran realizar un depósito, retirar dinero, consultar saldos o realizar pagos. (Banco Mundial, 2018)

La educación financiera es reconocida globalmente como una habilidad esencial para la vida, y contribuye a que los países tengan un crecimiento más inclusivo y economías más resilientes.

En el mundo, sólo 33% de los adultos cuenta con una educación financiera adecuada, en Suecia, Noruega y Dinamarca esta cifra es de 71%, en Canadá 68% y en Reino Unido 67%. En México únicamente 32% de los adultos, tiene una cultura básica en la materia. Los jóvenes tienen mayor acceso a productos y servicios financieros gracias a las tecnologías digitales, así que es fundamental poner más atención en su educación para evitar que sean vulnerables a fraudes. (INCYTU, 2018, pág. 1)

Actualmente los jóvenes de las zonas urbanas y rurales no cuentan con conocimientos básicos, para ejecutar acciones financieras, de igual manera no muestran interés por conocer más a fondo estos temas, no existe un acercamiento profundo tanto de personas como de instituciones locales que ayuden a conocer la importancia de una buena educación financiera.

Fortalecer la educación financiera en ambas zonas ayudará al correcto uso de los servicios financieros de acorde a las necesidades que cada uno posee, donde podrán conocer acerca del ahorro, inversión, crédito, ingresos, gastos, seguros, etc.

En México se sigue restando importancia a los temas de educación financiera, dando como prioridad otros sectores.

En investigaciones la INCYTU menciona lo siguiente:

En promedio, 22% de los estudiantes están por debajo del nivel básico en educación financiera, es decir, no saben aplicar los conocimientos en situaciones reales, ni tomar decisiones al respecto. Por otro lado, 12% se encuentra en el nivel más alto, cabe mencionar que México no está considerado en el análisis registrado por PISA. (INCYTU, 2018, pág. 2)

La educación financiera es un tema controversial para la ciudad y el campo, debido a que es bastante insuficiente, puesto que no es una enseñanza primordial o básica en las escuelas.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID) 2018, en México hay 30.7 millones de personas entre 15 y 29 años; es decir, el 24.6% de la población es joven. El número aumenta a poco más del 34% si se considera la edad a partir de los 10 años, momento en el que ya existe una interacción frecuente con el manejo del dinero. Sin embargo, no ocurre así con los conocimientos y productos financieros. (Argentaria, 2022)

En la zona urbana se carece de conocimientos en temas de educación financiera, esto a pesar de que se cuentan con diversos servicios y herramientas que pueden erradicar esta ignorancia. Actualmente pocos jóvenes aprenden sobre las finanzas o el manejo de ellas de manera autónoma. Por el contrario, las zonas urbanas son más vulnerables, y tienden a tener menos oportunidades de los servicios y herramientas que existen, es por ello que el conocimiento es muy escaso en cuanto a temas financieros.

En México, producir un movimiento de gran alcance en favor de la educación financiera es una tarea urgente y necesaria por varias razones.

En primer lugar, porque hay grandes lagunas en los conocimientos financieros de la gente. Esto tiene una serie de consecuencias adversas para las personas, como el endeudamiento excesivo, la falta de ahorro para el futuro, el uso improductivo de las remesas y la poca claridad sobre los beneficios que ofrece la inversión. En segundo lugar, la falta de información, aunada a la escasa penetración del sistema financiero, fomentan el uso de servicios financieros informales (tandas, ahorro bajo el colchón, ahorro en animales, solicitud de crédito a prestamistas), con frecuencia desventajosos y a costos elevados. (Banco del bienestar, 2016)

La escasa cultura financiera que predomina en jóvenes de las zonas urbanas y rurales, ha llegado a afectar varios ámbitos personales, puesto que al no tener conciencia de la capacidad financiera que tienen a su corta edad, se ven envueltos en situaciones de endeudamientos que puede ocasionar que pierdan su libertad financiera. La mayoría de los jóvenes de ambas zonas, cuentan con fuentes de financiamiento de parte de padres, y de las becas que ofrece el gobierno, ejemplo de ello es la beca “Benito Juárez” la cual es dada de manera bimestral.

La Coordinación Nacional de Becas para el Bienestar Benito Juárez define este tipo de apoyo como:

Un programa del Gobierno de México dirigido a las y los alumnos de educación media superior inscritas o inscritos en escuelas públicas en modalidad escolarizada o mixta para que puedan continuar y concluir sus estudios.

La beca consta de 840 pesos mensuales y podrás tenerla durante los 10 meses que dura el ciclo escolar y hasta por un máximo de 30 meses siempre y cuando continúes inscrita o inscrito. (Coordinación Nacional de Becas para el Bienestar, 2022)

Por ello, los jóvenes al tener el derecho de obtener este recurso de manera personal suelen hacer gastos de manera inconsciente con acciones desmedidas e incluso innecesaria.

Los servicios financieros se pueden relacionar de forma directa a la administración del dinero ya sea en el presente o futuro, a través de las entidades financieras:

En México, el 97% de la población adulta (77.6 millones de personas) ya tiene posibilidad de acceder al sistema financiero, considerando sucursales, cajeros automáticos, terminales punto de venta y corresponsales bancarios (cadenas comerciales y tiendas de conveniencia, entre otros). No obstante, son 39.4 millones (el 56%), los que usan algún tipo de producto financiero. (CONDUCEF, 2012)

En la zona urbana los jóvenes cuentan con mayor acceso a los servicios financieros, esto gracias a las instituciones financieras locales que brindan sus servicios. En términos de infraestructura cuentan con sucursales bancarias básicas, los cuales brindan servicio tecnológico como internet, CRM, banca móvil etc. Por otro lado, la zona rural carece desmedidamente de estos servicios, puesto que no se cuenta ni con el servicio más básico. Esto ocasiona que los jóvenes queden excluidos de obtener servicios financieros, en este rubro es necesario que se opte por crear vínculos de posibilidades que apoyen a que los jóvenes cuenten con al menos un servicio.

Según el Panorama de Inclusión Financiera 2020 elaborado por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) menciona que:

La cobertura de cajeros en municipios metrópoli y semi-metrópolis fue del 100% y en municipios rurales solo fue del 12%. El porcentaje de la población con acceso al menos a un cajero a una distancia de 4 kilómetros fue de 80.4%, que representa el 25.0% de localidades con más de 20 habitantes. (Comisión Nacional Bancaria y de Valores, 2022)

En zonas urbanas predominan diversos servicios que ayudan a solventar las necesidades más básicas, mientras que en las zonas rurales se carece de ellas, esta desventaja es notoria y preocupante porque da como resultado una ignorancia sobre conocer lo más básico de los servicios financieros.

En la actualidad se trabaja para que desde la temprana edad se fomente una EF eficiente donde el mayor beneficio sea para los jóvenes y sus alrededores, y que puedan transmitir estos temas a las próximas generaciones.

Es por ello que la educación financiera entrega herramientas a las personas para tomar decisiones efectivas que permitan mejorar su bienestar económico. Su importancia es cada vez mayor dado el número creciente y complejo de productos que ofrecen los mercados financieros, con el fin de atender las necesidades de rentabilidad de una población cada vez más preocupada por los cambios en los sistemas de pensiones que les impone el reto del retiro a mayor edad con unos menores ingresos. (Villada, Montiel, Lopez, & Muñoz, 2017, pág. 15)

El objetivo principal de esta investigación es conocer el grado de conocimiento en Educación Financiera en jóvenes de nivel media superior, así como proponer estrategias que apoyen el fomento de la Educación Financiera en zonas urbanas y rurales, esto con la finalidad de inspirar a jóvenes a ser ciudadanos sociales y económicamente conscientes, adoptando conocimiento, habilidades y aptitudes para hacer el cambio y transformar el país y el entorno donde viven con decisiones financieras sabias.

II. METODOLOGÍA

Geográficamente el área de estudio se encuentra en el municipio de Escárcega, en dos centros de estudios de nivel medio superior, uno ubicado en la Ciudad de Escárcega y el segundo en la localidad de Libertad; en el primer centro participaron 84 estudiantes y en el segundo 25, teniendo una muestra total de 109 alumnos con un rango de 16-18 años de edad, que actualmente se encuentran cursando el nivel; para la elaboración del cuestionario se empleó un procesador de textos, así mismo para el análisis e interpretación de datos se usó la hoja de cálculo en Excel.

El periodo de investigación tuvo una duración de 5 meses donde se obtuvieron datos reales y concisos, haciendo de la investigación más confiable. Para este estudio se utilizó la técnica de encuesta el cual fue aplicado a los estudiantes que actualmente se encuentran cursando un semestre en las instituciones antes mencionadas; la escala de medición fue bajo la escala de Likert, con un total de 19 preguntas. Esta técnica fue utilizada como método de investigación debido a que permite una recopilación y análisis de datos rápidos y eficientes.

La investigación es de enfoque cuantitativo debido a que es secuencial y probatorio. Se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos según (Hernández, Fernández, &

Baptista, 2014, pág. 4) así mismo el alcance de la investigación es descriptiva debido a que tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio, este tipo de investigación se asocia al diagnóstico: el propósito es exponer el evento estudiado, habiendo una enumeración detallada de sus características, de modo tal que en los resultados se pueda obtener dos niveles de análisis; dependiendo del fenómeno o del propósito de investigador. (Hurtado, 2002, pág. 135)

III. RESULTADOS O AVANCES

Ahora bien, para llegar a tener resultados reales y fidedignos con relación al tema se describe el significado de los hallazgos obtenidos.

En el tema de inversiones los estudiantes de la zona rural con un 44% consideran importante la realización de inversiones, mientras que con un 52% los jóvenes consideran que conocer acerca de temas de educación financiera los ayudara para prepararse para el futuro, pero existe una similitud en los resultados debido a que el 28% acostumbra a informarse acerca de estos temas, mientras que el otro 28% no lo considera necesario como se muestra en la Tabla 1, de igual forma mencionan la importancia de contar con información financiera oportuna te ayudara a tomar decisiones acertadas al contratar algún producto o servicio financiero, asimismo los estudiantes tiene el interés de tomar algún curso de educación financiera en sus escuelas debido a que quieren tener el conocimiento acerca de estos temas para poder prevenir algún fraude financiero y ser usuarios financieramente responsables para el futuro.

Tabla 1

Resultados de la encuesta en el centro educativo de la zona rural.

ITEMS	5	4	3	2	1
1.-Consideras que la realización de inversiones ayudaría a mejorar tu economía	44%	36%	12%	8%	
2.-Consideras que conocer el uso correcto de los instrumentos financieros puede ayudarte a tomar mejores decisiones de consumo	32%	40%	8%	12%	8%
3.-Consideras que contar con una educación financiera puede prepararte para el futuro	52%	40%			8%
4.-Acostumbro informarme acerca de temas financieros	8%	28%	24%	28%	12%
5.- Consideras que has tomado malas decisiones por el desconocimiento en temas financieros	20%	36%	28%	12%	4%
6. Contar con una información financiera oportuna te ayuda a tomar decisiones acertadas al contratar un servicio o producto financiero.	16%	60%	16%	4%	4%
7. Te gustaría recibir algún curso de educación financiera en tu escuela	36%	36%	16%	8%	4%
8. ¿Tienes conocimiento en educación inclusiva?		24%	32%	24%	20%
9. Cuento con la información necesaria para prevenir un fraude financiero.	8%	28%	24%	20%	20%

Fuente: Elaboración propia

Los estudiantes de la zona urbana en referencia a su conocimiento en el tema de inversión con un 40% consideran importante la realización de dichas acciones para ayudar a su economía, el 31% de los estudiantes mencionan que contar con conocimientos en educación financiera los ayudaría para prepararse en el futuro, mientras que el 34% considera que ha tomado malas decisiones por el desconocimiento acerca de temas financieros, como se observa en la Tabla 2, de igual manera se analiza que contar con información financiera oportuna les ayudará a tomar decisiones acertadas al momento de contratar algún servicio o producto financiero, asimismo el 43% está de acuerdo en tomar un curso de educación financiera en su escuela con la finalidad de contar con información necesaria para prevenir fraudes financieros y tener conocimiento al momento de realizar un trámite en alguna institución bancaria de la localidad.

Tabla 2

Resultados de la encuesta en el centro educativo de la zona rural.

ITEMS	5	4	3	2	1
1.-Consideras que la realización de inversiones ayudaría a mejorar tu economía	40%	39%	13%	6%	2%
2.-Consideras que conocer el uso correcto de los instrumentos financieros puede ayudarte a tomar mejores decisiones de consumo	39%	35%	11%	8%	7%
3.-Consideras que contar con una educación financiera puede prepararte para el futuro	31%	44%	13%	7%	5%
4.-Acostumbro informarme acerca de temas financieros	11%	20%	34%	23%	12%
5.- Consideras que has tomado malas decisiones por el desconocimiento en temas financieros	22%	34%	22%	15%	7%
6. Contar con una información financiera oportuna te ayuda a tomar decisiones acertadas al contratar un servicio o producto financiero.	22%	47%	18%	6%	7%
7. Te gustaría recibir algún curso de educación financiera en tu escuela	31%	43%	13%	9%	4%
8. ¿Tienes conocimiento en educación inclusiva?	8%	23%	31%	21%	17%
9. Cuento con la información necesaria para prevenir un fraude financiero.	13%	16%	23%	29%	19%

Fuente: Elaboración propia

Entender lo que sucede en las zonas urbanas y rurales en el ámbito económico es importante, puesto que educar a las personas de manera correcta ayudara a que se tengan un futuro prometedor con conciencia económica. Como se puede observar los estudiantes de la zona rural están más abiertos a recibir educación financiera y visualizan su utilidad futura, en comparación a los estudiantes de la zona urbana, estos consideran importante educarse en cómo elegir correctamente un

producto financiero, esto último puede deberse al fácil acceso que ellos tienen a los servicios y productos financieros. Una forma apropiada de que los jóvenes tengan conocimiento en temas de Educación Financiera es impartir un curso-taller para que adquieran herramientas de vida donde les permitirá conocer conceptos básicos, así como llevar a cabo una planeación de sus finanzas personales, y entender la necesidad de cuidar los recursos con los que cuentan. De igual manera proponer estrategias que apoyen el fomento de la Educación Financiera, tales como: difundir a través de redes sociales y medios públicos, temas básicos de Educación Financiera, donde serán promovidos en administraciones públicas de las diversas zonas, y con el apoyo de las empresas promover las prácticas financieras por medio de redes sociales.

Una estrategia similar ha desarrollado la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros, a través de la Semana Nacional de Educación Financiera:

Gracias a la entusiasta participación de 684 instituciones (nacionales y locales), durante la quinta edición de la Semana Nacional de Educación Financiera (SNEF), se realizaron más de 4,200 actividades en todo el país (55% más con relación a 2011): conferencias, obras de teatro, talleres, concursos de dibujo, entrevistas, simposios y más. El objetivo, generar reflexión sobre la importancia de la educación financiera y del uso adecuado y responsable de los productos y servicios financieros. (CONDUCEF, 2012)

Así mismo en su portal se promociona el diplomado en educación financiera con periodicidad semestral, además de que tiene contenido disponible para todas las edades, aun así la difusión es poca en comparación de la necesidad educativa financiera.

IV. CONCLUSIONES

La educación financiera ha cobrado gran importancia, puesto que se han detectado la falta de conocimiento básicos de temas financieros, como el método del ahorro, la elaboración de un presupuesto y hasta cómo utilizar los servicios financieros, en consecuencia, los jóvenes toman decisiones no adecuadas que perjudican su vida personal. Fomentar la educación financiera y crear estrategias que ayuden a erradicar la falta de conocimiento en jóvenes de zonas urbanas y rurales ayudará a que los jóvenes sepan administrar sus recursos de manera racional poniéndose metas financieras, gastando de manera prudente, disponiendo de un presupuesto para cada necesidad, adoptando el método del ahorro y sobre todo comprenderá el valor del dinero. Cuando los jóvenes lleguen a la etapa de independencia financiera sabrán como actuar, tomando decisiones correctas, donde estarán participando y generando desarrollo económico, político y social del entorno donde se desarrollan y del país, es por ello de la importancia que los jóvenes conozcan desde temprana edad sobre estos temas, sobre todo los que radican en zonas rurales que son los vulnerables ante esta situación. El uso adecuado de los recursos financieros se planifica, direcciona y administra para así mejorar la calidad de vida. Así mismo los jóvenes al tener cultura financiera sabrán tomar decisiones, puesto que contarán con habilidades, conocimientos y aptitudes que los conducirá a pensar de manera diferente. En términos generales los jóvenes de zonas urbanas y rurales necesitan conocer más sobre educación financiera para contrarrestar la ignorancia y hacer un cambio en la forma que utilizan sus recursos financieros.

Durante la pandemia por COVID-19 se aceleró el uso de las aplicaciones digitales para realizar transacciones ya sea de banco a banco o para comprar en línea, aunque estos avances facilitaron la vida de miles de familias, la brecha entre la disponibilidad de los servicios financieros entre la zona rural y urbana, se hicieron más amplios, toda vez que la zona urbana cuenta con la infraestructura necesaria para el florecimiento de esta tendencia y la zona rural adolece de los mismos.

En el ámbito educativo, la adaptación a las clases de manera virtual, provocó en muchas ocasiones el desvío de información, así mismo el confinamiento obligatorio en los hogares dio inicio a enfermedades como el estrés y ansiedad que aún hoy marcan la vida del estudiante promedio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argentaria, B. B. (24 de Agosto de 2022). Los jóvenes y la Educación Financiera en México. Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/mx/los-jovenes-y-la-educacion-financiera-en-mexico/>
- Banco del bienestar. (14 de Abril de 2016). ¿Que es la Educación Financiera? Obtenido de Banco del bienestar: <https://www.gob.mx/bancodelbienestar/documentos/que-es-la-educacion-financiera>
- Banco del Bienestar, S. N. (14 de Abril de 2016). ¿Que es la Educación Financiera? Obtenido de Banco del Bienestar: <https://www.gob.mx/bancodelbienestar/documentos/que-es-la-educacion-financiera#:~:text=Para%20Bansefi%2C%20la%20educaci%C3%B3n%20financiera,car%C3%A1cter%20econ%C3%B3mico%20en%20su%20vida>
- Banco Mundial. (2 de Julio de 2018). Profundizar la Inclusion Financiera en areas rurales de Mexico. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/results/2018/07/02/profundizar-la-inclusion-financiera-en-areas-rurales-de-mexico>
- Banco Mundial. (20 de Abril de 2020). Desarrollo Urbano panorame general. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>
- Banco Mundial. (29 de Marzo de 2022). Inclusion Financiera. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialinclusion/overview>
- BM. (29 de Marzo de 2022). Inclusion Financiera. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialinclusion/overview>
- BM. (29 de Marzo de 2022). Inclusion Financiera. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialinclusion/overview>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores. (14 de Enero de 2022). Panorama de Inclusion Financiera 2021. Obtenido de Comisión Nacional Bancaria y de Valores: https://www.cnbv.gob.mx/Inclusi%C3%B3n/Anexos%20Inclusin%20Financiera/Panorama_IF_2021.pdf
- CONDUCEF. (s.f.). ¿Cómo usamos los mexicanos los servicios financieros?
- CONDUCEF (10 de Diciembre de 2012). ¿Cómo usamos los mexicanos los servicios financieros? Obtenido de Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros: <https://www.gob.mx/condusef/prensa/como-usamos-los-mexicanos-los-servicios-financieros>
- CONDUCEF (20 de Noviembre de 2012). Resultados de la Semana Nacional de Educación Financiera 2012. Obtenido de La Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros: <https://www.condusef.gob.mx/?p=contenido&idc=971&idcat=1>
- CONDUCEF (22 de Febrero de 2019). ¿En que gastan los jóvenes? Obtenido de Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros: <https://www.gob.mx/condusef/articulos/en-que-gastan-los-jovenes>
- CONSUSEF. (2016). Mas que una tendencia . Proteja su dinero , 17.
- Coordinación Nacional de Becas para el Bienestar. (10 de Febrero de 2022). Beca Universal para el Bienestar Benito Juárez de Educación Media Superior. Obtenido de Programa para el bienestar: <https://www.gob.mx/becasbenitojuarez/articulos/beca-benito-juarez-para-jovenes-de-educacion-media-superior-216589#:~:text=Educaci%C3%B3n%20Media%20Superior-,La%20Beca%20Universal%20para%20el%20Bienestar%20Benito%20Ju%C3%A1rez%20de%20Educaci%C3%B3n,continua>
- Hernández , S., Fernández , C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Hurtado ,J. (2002). El Proyecto de Investigación Holística . Bogotá: Magisterio.
- INCYTU. (2018). Educación Financiera en México. FCCyT, 1.
- INEGI. (9 de Noviembre de 2010). manual_cartografia_censal levantamiento. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/mg/metadatos/manual_cartografia_censal.pdf
- PROFECO. (4 de Septiembre de 2017). Los jóvenes y las finanzas. Obtenido de Procuraduría General del Consumidor: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/los-jovenes-y-las-finanzas?state=published>
- Villada, F., Montiel, J., Lopez , L., & Muñoz, N. (2017). El Papel de la Educación Financiera en la Formación de Profesionales de la Ingeniería. Chile: Formacion Universitaria .

EXPERIENCIA SENSORIAL; TERAPIA DE NOCHE EN LA SELVA MAYA DE NARANJAL PONIENTE, Q. ROO

¹ Dr. José Francisco Hernández Libreros, jf.hernandez@itscarrillopuerto.edu.mx

² Adali Anayetzi Chi Poot, 181k0116@itscarrillopuerto.edu.mx

³ José Sebastian Marin Tun, 181k0128@itscarrillopuerto.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de la investigación se enfocó en diseñar la experiencia turística, terapia de noche en la selva a través de las experiencias sensoriales, considerando la ventaja competitiva que brindan los recursos disponibles de Naranjal Poniente, municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. Se basó en el modelo de sistema turístico de Varisco (2016), por otra parte, se incluye el desarrollo endógeno ya que se busca la participación territorial acompañado del Plan Maestro de Quintana Roo 2030, el cual aportó un gran valor a la investigación. La investigación tiene un enfoque de investigación cualitativo, a través del alcance descriptivo, el análisis de datos cualitativos se llevó a cabo con la ayuda de la teoría fundamentada; el estudio de caso, investigación acción-participativa, la etnografía sensorial, por otra parte, la muestra se determinó de manera no probabilística, por lo que las herramientas usadas fueron la entrevista (semi estructurada) y la observación, haciendo registros en una bitácora de campo. Naranjal Poniente es una de las comunidades que presenta un gran potencial con respecto a su diversidad de recursos naturales, los cuales se encuentran conformados por grandes árboles de diversos tipos, así como su fauna, que sin duda alguna le dan un hermoso avistamiento a la selva. Los pobladores cuentan con los conocimientos para brindar la experiencia turística, ya que afirman que la selva y naturaleza tienen propiedades curativas. La comunidad está consciente del cuidado de sus recursos naturales por lo que la hipótesis es aceptada debido a que la selva posee las condiciones necesarias para desarrollar la experiencia turística. Así mismo la comunidad cuenta con los recursos y los servicios básicos para desarrollar el turismo de base comunitaria.

ABSTRACT

The objective of the research focused on the design of the tourism experience, night therapy in the jungle through sensory experiences, considering the competitive advantage provided by the available resources of Naranjal Poniente, municipality of Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. It was based on Varisco's (2016) tourism systems model, on the other hand, endogenous development is included since territorial participation is sought accompanied by the Master Plan Quintana Roo 2030, which contributed great value to the research. The research has a qualitative research approach, through the descriptive scope, the analysis of qualitative data was carried out with the help of grounded theory; the case study, action-participatory research, sensory ethnography, on the other hand, the sample was determined in a non-probabilistic way, so the tools used were the interview (semi-structured) and observation, making records in a field log. Naranjal Poniente is one of the communities that has great potential with respect to its diversity of natural resources, which are made up of large trees of various types, as well as its fauna, which undoubtedly provide a beautiful view of the jungle. The villagers have the knowledge to provide the tourist experience, as they claim that the jungle and nature have healing properties. The community is conscious of taking care of its natural resources, so the hypothesis that the jungle has the necessary conditions to develop the tourist experience is accepted. Likewise, the community has the resources and basic services to develop community tourism.

PALABRAS CLAVE

Experiencia turística
Selva Maya
Turismo de base comunitaria

KEYWORDS

Tourism experience
Mayan jungle
Community tourism

¹ TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Asesor.

² TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Estudiante.

³ TecNM Campus Felipe Carrillo Puerto. Estudiante.



I. INTRODUCCIÓN

El presente documento, es resultado del desarrollo de la Experiencia Sensorial; Terapia de Noche en la Selva Maya de Naranja Poniente Q. Roo, la cual se llevó a cabo en la comunidad de Naranja Poniente la cual se encuentra ubicada a 97.8 km. aproximadamente del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

El turismo de base comunitaria es en la actualidad la alternativa encaminada a coadyubar al desarrollo de las comunidades indígenas. En la comunidad de Naranja Poniente, existe una gran cantidad de atractivos naturales como la selva que ha sido desvalorizado, sin embargo, este recurso natural es un potencial para el desarrollo turístico, el cual cuenta con una gran cantidad de árboles frutales y medicinales, así como una gran diversidad de flora y fauna, por ello surge la interrogante ¿Cómo diseñar la experiencia turística, terapia de noche en la selva maya de Naranja Poniente a través de las experiencias sensoriales, considerando la ventaja competitiva que brinda los recursos naturales y la identidad cultural?, justificándose así esta investigación como una alternativa al proponer el diseño de la experiencia con contenido sensorial en la comunidad se busca la valorización y reconocimiento de la identidad cultural, generando a su vez el uso alternativo de la selva, la regeneración de ecosistemas, de igual forma se busca contribuir en la economía de la comunidad y estimular el desarrollo social y sostenible, permitiendo a los actores locales a capacitarse, organizarse y a su vez ser los propios líderes de su desarrollo local.

Teniéndose como objetivo general: diseñar la experiencia turística, terapia de noche en la selva maya de Naranja Poniente a través de las experiencias sensoriales, considerando la ventaja competitiva que brinda los recursos naturales y la identidad cultural mientras que los objetivos específicos: identificar la flora y fauna de la selva de Naranja Poniente, para desarrollar la experiencia turística; identificar los recursos naturales dentro de la selva de Naranja Poniente, que puedan ser atractivos para desarrollar la experiencia; y definir las actividades sensoriales que se pueden realizar de noche en la selva.

La metodología, parte de la investigación hermenéutica interpretativa, desde el enfoque cualitativo, así mismo se describe el diseño no experimental, de igual forma se abarca el tipo de alcance descriptivo y analítico, para el estudio fue importante abarcar la investigación acción-participativa

y la etnografía, por otra parte, la muestra se determinó de manera no probabilística, para el diseño del instrumento y la recolección de datos se hizo uso de una entrevista semiestructurada la cual fue la clave principal para el desarrollo de este proyecto. Para el análisis de los resultados se hizo uso de la teoría fundamentada. Dentro del presente trabajo se anexaron los principales hallazgos acorde a las entrevistas aplicadas a diversos actores en la comunidad de Naranja Poniente, permitiendo dar respuesta al objetivo general y específico del proyecto de investigación. Finalmente, en el apartado de conclusiones se determinó la aceptación de la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

II. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en la comunidad de Naranja Poniente, la cual se localiza a 70 km del Municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el estado de Quintana Roo, México a la altura del kilómetro 25 de la carretera federal No. 307 Felipe Carrillo Puerto – Chetumal, se toma la desviación hacia el poblado X-Hazil Sur y de ahí a 45 kilómetros sobre la carretera estatal pavimentada, pasando por los poblados de San Andrés, Kopchen, Chanchah Derrepente, Mixtequilla, Chan Santa Cruz y Santa María Poniente. Las coordenadas del satélite de Naranja Poniente son: latitud 19°21'39"N y longitud 88°27'34"W dentro de un radio de 100 kilómetros / 62 millas del centro de Naranja Poniente. La ruta desde Felipe Carrillo Puerto hasta Naranja Poniente en carro con lleva un tiempo estimado de 1 hora 35 minutos. Datos del INEGI (2020) reveló que el Ejido de Naranja Poniente, cuenta con 806 habitantes, de los cuales 428 son mujeres y 378 son hombres. Actualmente la comunidad cuenta con 135 ejidatarios. La investigación se realizó de enero a julio de 2022, abarcando un periodo de 6 meses.

La investigación tiene un enfoque de investigación cualitativo, debido a que se trabajó desde un acercamiento a la realidad con el objeto de estudio, esto se dió mediante la aplicación de herramientas de investigación como la observación, bitácora de campo, grabaciones, así como la revisión de documentos. Este método permitió utilizar la recolección y análisis de datos, así como explorar la comunidad y describir lo encontrado. En la investigación no se manipularon las variables, por ello se abarcó el diseño no experimental, dado que se basó en la observación de los fenómenos tal y como se da en la comunidad sin alterar o modificar el contexto natural. Tal como lo afirma Hernández- Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018) la investigación no experimental “se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, fenómenos o contextos que ya ocurrieron o se dieron sin la intervención

directa del investigador”. La investigación abordó el alcance descriptivo, en el cual se buscó especificar las características, así como información notable en el área de estudio, de tal manera que este alcance permitió describir lo encontrado en la comunidad tal y como son.

A través de la investigación etnográfica se enlazó con el objeto de estudio, por lo tanto se pudo convivir con los actores locales, poniendo en práctica los 5 sentidos, aprendiendo de sus costumbres, tradiciones y técnicas de vida, esto le agregó un valor notario a los resultados, ya que se puede plasmar la experiencia vivida, ya que este diseño permite explorar, examinar, describir, y entender a los actores locales de la comunidad, de tal manera que se analizaron sus ideas, conocimientos y prácticas en su entorno. Se abordó la IAP lo cual permitió interactuar con los actores locales en la participación de la experiencia turística que se propone, por lo tanto, pudieron aportar mejoras y soluciones, sin importar su nivel de educación o clase social. Así mismo la IAP concedió convivir con los actores locales a través del trabajo de campo, obteniendo como resultado la convivencia, experiencia y aprendizajes, tal manera que se generó nuevos conocimientos en el área del campo que en lo particular la teoría no puede explicar.

Para la producción de datos se hizo uso de las charlas informales con los actores locales, a través de una plática común se adentraba al tema de la investigación haciendo uso de la entrevista semiestructurada. Así mismo dentro de las charlas informales se propusieron visitas a las zonas de interés en la comunidad. Para interpretar la información, se usó la metodología análisis del discurso, por lo que las grabaciones y/o audios de las entrevistas realizadas fueron transcritos en su totalidad. La herramienta de análisis fue la teoría fundamentada, debido a que se examinaron los resultados, esto con el apoyo de los audios y evidencias obtenidos en el trabajo de campo, por lo que se realizó un análisis comparando la información documental con los resultados obtenidos en la entrevista y el trabajo de campo.

III. RESULTADOS

Dentro de la comunidad existe el entusiasmo por la creación y consolidación del producto turístico, lo pobladores afirman y están de acuerdo con la implementación de éste, ya que aparte de impulsar el turismo en la comunidad, genera mayor y mejor sustento para las familias. Los pobladores están a disposición para realizar cada uno de los recorridos dentro y fuera de la comunidad. Por otra parte, es importante mencionar que la actividad principal de la comunidad es la venta de maderas preciosas como la caoba y cedro, ya que su territorio posee una gran diversidad de estas maderas, lo cual es beneficioso ya que los ejidatarios también adquieren este

ingreso para sustentar a sus familias, sin embargo, los únicos beneficiarios son los ejidatarios las personas de la comunidad no pueden ser partícipes de esta actividad. El ingreso que se obtiene al vender las maderas se divide entre todos los ejidatarios participantes en la extracción de las maderas, ante esto el Sr. Crisanto Huex comentó “La principal actividad que genera ingresos económicos es la venta de maderas en la comunidad, la gente de esta comunidad no tiene un salario quincenal, ya que vivimos al día.”

Por otra parte, el delegado Saulo Ché mencionó “Las principales actividades que genera economía a la comunidad es la venta de maderas como el cedro, caoba, zapote, chacaá y katalosh. Como delegado mis labores en la comunidad es verificar que todo esté en orden y ver toda la parte legal de alguna venta de madera, para mí es muy importante que la comunidad de Naranjal Poniente sea reconocida, para que más adelante este tenga nuevas oportunidades de expansión y ser reconocidos por todas las actividades que ellos realizamos de manera tradicional.”

La mayor parte de los actores de la comunidad tienen conocimiento de algún remedio casero en donde hacen uso de las plantas medicinales, que en su mayoría están a su alcance ya que ellos las tienen en su parcela y en algunas ocasiones tienen que ir en busca de plantas medicinales en la selva media.

Así también se dio a conocer unas de las actividades que llevan a cabo los hombres de la comunidad, que es la cacería de animales silvestres en donde la cual ellos realizan para poder obtener parte de sus alimentos y también aprovechar para vender lo que es la carne del animal que cazan, obteniendo así un doble beneficio.

El comisariado Hipólito Pérez comentaba “*Todos los hombres de la casa, salen a cazar para que traigan comida para su familia y lo que sobra lo sacan para vender a otras familias o también lo mandan a otras comunidades para su venta*”, así mismo hizo referencia al día que acostumbran a ir a cazar “*Se tiene las fechas para poder salir a cazar, en el caso del venado cola blanca es en el mes de noviembre y el del pavo de monte en el mes de enero*”

Crisanto Huex nos comentaba que en la selva en donde se encuentra la Laguna Xojomil, es un lugar muy bonito porque se puede avistar grandes árboles así como también a los animales que habitan ahí, nos mencionaba que ahí mismo se puede realizar ciertas actividades de noche, una de ellas fue que se podía acampar enfrente de la laguna, realizar lo que son fogatas para poder degustar de alimentos, contar historias, otra que igual menciono fue la de avistamiento de las estrellas en una parte de la selva en donde se puede apreciar bien porque se ve muy despejado el cielo dando una vista hermosa.

Acorde al instrumento se dio a conocer que la selva cuenta con 1,200 hectáreas y los niveles de montes que se conocen son la alta, media y baja, según sea el tipo de monte existen diferentes árboles, plantas y también animales, ante ello los entrevistados comentaron que existe una diferencia entre la sabana:

Según Crisanto Huex mencionó *“En el monte se trabaja para llevar a cabo la reforestación por lo que en la sabana no se trabaja”*

En la selva es posible encontrar diferentes árboles, ya que la zona se caracteriza por contar con una gran diversidad tanto de flora como de fauna, así mismo durante el trabajo de campo se pudo ver distintos tamaños de árboles, unos más grandes que otros, en el transcurso del recorrido se pudo encontrar con el chechén, el chaká, el árbol de la huaya, árbol de aguacate, mango, zapote, los frutos de estos últimos cuatro pueden ser anexados para complementar la actividad turística, ya que los turistas podrán degustar las frutas de los árboles. Así mismo se percató de árboles que años atrás fueron cortados para extraer la resina del chicle, algo muy interesante que nos comentaron es que cuando el árbol de chicozapote se corta y se extrae el chicle tienen que pasar por lo menos 10 años para volverlo a usar. Por lo que nos comentaron que entre los árboles más comunes se hacen presente lo que es el Cedro, Caoba o Zapote, Ramón.

Sin embargo, el delegado Saulo Ché mencionó: *“De acuerdo con la SEMARNAT para la exportación solo participan el chicozapote, caoba, el katnestec, chaká roja, el ramón, pucte, jabín”*

A lo largo de la investigación documental se encontraron referencias o similitudes con el tema de investigación, lo cual aportó un significativo valor a la investigación, una de las investigaciones encontradas fue del autor Sancho & Magistris (2018) llevaron a cabo la investigación “Baños Forestales: nuevo producto turístico terapéutico internacional” acompañado de un proyecto llamado “THERAPYFOREST”, el cual tenía como objetivo establecer las primeras bases del “Baño Forestal” que dio inicio en Japón en los años 80, así como conocer la aceptación de la sociedad ante esta nueva tendencia, así mismo se indagaron investigaciones de Acarreta (2018) y Arriaga (2019) que abordan el mismo tema de Shinrin Yoku (baños de bosque). Otra de las investigaciones encontradas fue de México desconocido (2021) en una revista digital “Descubre Nanacamilpa, el santuario de las luciérnagas en Tlaxcala”, en dicha investigación mencionan acerca del fascinante espectáculo que realizan las luciérnagas en el santuario, generando una experiencia inigualable a los visitantes ya que interactúan con la naturaleza. En la investigación de González (2020) “Productos Turísticos Experienciales para los visitantes

del municipio de Chinchiná, departamento” de Caldas – Colombia”, menciona la importancia de identificar, validar y evaluar la experiencia turística con el valor agregado de la identidad cultural, tomando en cuenta los recursos, atractivos, pero sobre todo las causas y efectos del desarrollo turístico. Por otra parte los autores Landeta, Vásquez & Ullauri (2018) en su investigación “Turismo sensorial y agroturismo: Un acercamiento al mundo rural y sus saberes” aportan que el turismo sensorial permite al visitante convivir con la actividad rural y los saberes ancestrales, de tal manera que vuelve más dinámico el turismo e involucra a los visitantes a vivir una experiencia que se convertirá en recuerdo.

Al finalizar la investigación en la comunidad se comparó el resultado del trabajo de campo con lo encontrado en las investigaciones:

México Desconocido (2021) comenta:

“El avistamiento de luciérnagas inicia a las 8:30 de la noche y dura aproximadamente una hora. Sin embargo, la magia empieza desde que te insertas en el frío bosque de coníferas (de esta reserva) acompañado por el silencio de la noche y un guía experto.”

Acorde a ello, con los resultados obtenidos, se busca realizar el contacto con la naturaleza que permita hacer la conexión con el ambiente, así como poner en práctica los 5 sentidos a través del avistamiento sideral, acompañado del sonido de la fauna, de tal manera que se da respuesta al objetivo definir las actividades que puedan ser desarrolladas dentro de la selva de Naranjal Poniente haciendo uso los sentidos para implementar la experiencia turística. Se analizó mediante el trabajo de campo y el recorrido realizado, que existe un gran potencial para llevar a cabo actividades dentro de la selva en donde el turista pueda conectar con la naturaleza, poniendo en práctica la etnografía sensorial, en el cual estimulara la creatividad y sobre todo técnicas de relajación acompañado del contacto de la flora y fauna nocturna.

IV. CONCLUSIONES

La comunidad de Naranjal Poniente sin duda es una de las comunidades que ha presentado un gran potencial con respecto a su diversidad de recursos naturales, los cuales se encuentran conformados por grandes árboles de diversos tipos, la flora y fauna, su hermosa laguna que lleva por nombre Xojomil, que sin duda alguna le dan un hermoso avistamiento a la selva. Durante la estadía en la comunidad, se pudo estudiar y observar lo que contiene la selva de la comunidad, en el cual se observaron los tipos de árboles que hay: la Caoba, Pich, Checheen, Chaca, Cedro, estos son utilizados para la su venta, así como también se percató durante el recorrido que hay árboles frutales dentro de la selva tales como el zapote, mango,

mamoncillo, etc., que son aprovechados por sus frutos para su consumo y de igual forma su venta, así mismo se observaron las distintas especies de animales silvestres y aves que habitan ahí. Cabe recalcar que durante la estancia en la comunidad uno de los retos más difíciles fue el estado de emergencia producto de la pandemia COVID-19, la cual limitó los recursos y la logística para el desarrollo de la investigación, ya que se debía tener el mínimo cuidado con los actores locales al momento de solicitar información, derivado de ello ocasiono la deficiencia de información debido a que, al comunicarse con los actores locales, muchos se negaban por miedo a contagiarse.

Acorde a los resultados arrojados es aceptada la hipótesis planteada ya que en la selva de Naranjal Poniente si es posible llevar a cabo el desarrollo de la experiencia turística terapia de noche en la selva maya de Naranjal Poniente a través de las experiencias sensoriales, considerando la ventaja competitiva que brinda los recursos naturales y la identidad cultural, ya que mediante el trabajo de campo se pudieron observar los espacios o áreas en donde se puede realizar ciertas actividades, como es el espacio que hay enfrente de la laguna el cual tiene una circunferencia de un tamaño considerable en donde se puede realizar la actividad de acampamiento con su respectiva fogata, otra actividad que se llevaría en esa área sería la de llevar a cabo la práctica de la meditación guiada, junto con algunos ejercicios de yoga para la relajación y concentración, entre el recorrido también se visualizó un área en la cual nos pareció muy interesante pero sobre todo muy bonito, porque, igual tiene un espacio grande en el cual se puede realizar la actividad de avistamiento sideral, ya que, al ser un área despejada de árboles hace que haya un gran avistamiento hacia el cielo, permitiendo avistar las estrellas y la hermosa luna que le da luz a toda la selva con su brillo majestuoso. Cabe recalcar que esta experiencia genera una alternativa de empleo para los actores locales, de tal manera que no interviene y mucho menos interrumpe su rutina diaria, ya que esta experiencia se pretende llevar a cabo en la noche en la cual los actores locales serán los guías debido a que conocen el área de selva, de tal manera que les generé un ingreso extra para el sustento de su economía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acarreta C. P. (2018). Reencuentro en la naturaleza: Shinrin Yoku (baños de bosque) y el trastorno por déficit de naturaleza. (Titulación). Universidad Internacional de la Roja, Tulede. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6986/CORDOBA%20ACARRETA%2C%20PATRICIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arriaga C. V. (2019). Las áreas verdes y su impacto en la calidad de vida de las personas Aplicación de la Terapia Forestal “ Shinrin Yoku en SLP, Mexico 2018. (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México, CD. México. <http://132.248.9.195/ptd2019/enero/0784964/0784964.pdf>
- González F. C. (2020). Productos Turísticos Experienciales para los visitantes del municipio de Chinchiná, departamento de Caldas – Colombia. (Titulación). ResearchGate; unknown. https://www.researchgate.net/publication/344302880_Productos_Turisticos_Experienciales_para_los_visitantes_del_municipio_de_Chinchina_departamento_de_Caldas_Colombia
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- INEGI. (2020). México en cifras. Inegi.org.mx. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=23#collapse-Resumen>
- Landeta B. N., Vásquez F. B. & Ullauri D. N. (2018). Turismo sensorial y agroturismo: Un acercamiento al mundo rural y sus saberes. Revista Investigaciones Sociales, 46-58. https://www.researchgate.net/profile/Nathalie-Landeta/publication/329246573_Turismo_sensorial_y_agroturismo_Un_acercamiento_al_mundo_rural_y_sus_saberes_ancestrales/links/5bfeb86d45851523d151c3f2/Turismo-sensorial-y-agroturismo-Un-acercamiento-al-mundo-rural-y-sus-saberes-ancestrales.pdf
- México desconocido. (2021). Descubre Nanacamilpa, el santuario de las luciérnagas en Tlaxcala. Revista Digital. <https://www.mexicodesconocido.com.mx/nanacamilpa-bosque-de-luciernagas-en-tlaxcala.html>
- Sancho D. & Magistris T. (2018). Baños Forestales: nuevo producto turístico terapéutico internacional. https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4313/1/2018_414.pdf
- SEDETUR. (2020). Plan maestro de Quintana Roo. <https://qroo.gob.mx/sedetur/se-presenta-plan-maestro-de-turismo-sustentable-en-el-sur-del-estado>.
- Varisco, C. (2016). Turismo Rural: Propuesta Metodológica para un Enfoque Sistémico. PASOS Revista de Turismo Y Patrimonio Cultural, 14(1), 153–167. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2016.14.010>

COBALTO INCREMENTA LA LONGITUD DE RAÍZ DE PLANTAS DE FRESA, EN CONDICIONES DE ESTRÉS POR SEQUÍA

¹Lorena Ortiz Díaz, loreortiz648@gmail.com

²Sara Monzerrat Ramírez Olvera, ramirez.sara@colpos.mx

³Disraeli Eron Moreno Guerrero, moreno.disraeli@colpos.mx

⁴Carlos Antonio Zaragoza Espiridión, al18127609@chapingo.mx

⁵Vargas Perea María del Pilar, al18126175@chapingo.mx

⁶Muñoz Román Beyanira, al18117727@chapingo.mx

RESUMEN

La sequía es uno de los factores de mayor impacto en el crecimiento vegetal, al alterar procesos fisiológicos de suma importancia, como la fotosíntesis. La aplicación de elementos no esenciales, como es el cobalto (Co), mejora la tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico, sin embargo, son pocos los estudios del efecto de elementos no esenciales en el crecimiento vegetal. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue evaluar la aspersión foliar de 0, 50, 100 y 150 μM Co a plantas de fresa cv. Festival. Las plantas de fresa se colocaron en bolsas de polietileno negro de 30 x 30 cm, en cuyo interior contenían tezontle cernido, posteriormente las plantas se regaron con solución nutritiva Steiner, y a los 20 días posteriores se suspendió el riego diario, y se comenzó a regar cada dos días. Al mismo tiempo se iniciaron los tratamientos de Co. Se realizaron tres aspersiones, cada 7 días. A los 21 días después del inicio de tratamientos, se registraron las variables altura de planta, diámetro de corona, número de hojas, botones, flores, estolones, y el peso de biomasa fresca de parte aérea y raíz. La aplicación de Co, a plantas de fresa en condiciones de estrés por sequía, no modificó la altura de planta, el diámetro de corona, número de hojas, peso de biomasa fresca de parte aérea, y el número de botones y estolones. Mientras que redujo el número de flores y el peso de biomasa fresca de raíz e incrementó la longitud de raíz. El Cobalto modifica el crecimiento de plantas de fresa cv. Festival en condiciones de estrés por sequía.

PALABRAS CLAVE

Cultivares Festival
Dosis respuesta
Fragaria ×
ananassa

ABSTRACT

Drought is one of the factors with the greatest impact on plant growth, by altering physiological processes of great importance, such as photosynthesis. The application of non-essential elements, such as cobalt (Co), improves tolerance to biotic and abiotic stress factors, however, there are few studies on the effect of non-essential elements on plant growth. In this sense, the objective of this research was to evaluate the foliar spray of 0, 50, 100 and 150 μM Co to strawberry plants cv. Festival. The strawberry plants were placed in black polyethylene bags of 30 x 30 cm, inside which they contained sieved tezontle, later the plants were watered with Steiner nutrient solution, and 20 days later daily irrigation was suspended, and watering began every two days. At the same time, the Co treatments were started. Three sprays were carried out, every 7 days. At 21 days after the start of treatments, the variables plant height, crown diameter, number of leaves, buttons, flowers, stolons, and the weight of strawberry biomass in area and root were recorded. The application of Co, to strawberry plants under drought stress conditions, did not modify plant height, crown diameter, number of leaves, fresh biomass weight of part area, and number of buds and stolons. While it reduced the number of flowers and the weight of fresh root biomass and increased root length. Cobalt modifies the growth of strawberry plants cv. Festival under drought stress conditions.

KEYWORDS

Dose response
Festival cultivars
Fragaria ×
ananassa

1, 5, 6. Universidad Autónoma Chapingo. Estudiantes de Ingeniería Agronómica Especialista en Fitotecnia.

2. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Docente del área de Edafología.

3. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Estudiante de doctorado.

4. Universidad Autónoma Chapingo. Estudiante de Ingeniería en Parasitología Agrícola.



I. INTRODUCCIÓN

La escasez actual de agua es uno de los principales problemas mundiales y, según las proyecciones del cambio climático, será más crítica en el futuro. Dado que la disponibilidad y accesibilidad del agua son los factores limitantes más importantes para la producción de cultivos, es indispensable abordar este problema en las áreas afectadas por la escasez de agua (Mancuso, 2015). Además, como resultado del aumento de la escasez de agua y la sequía debido al cambio climático (Jiménez et al., 2014), se espera que ocurra un uso extensivo del agua para riego en el contexto de una competencia creciente entre la agricultura y otros sectores de la economía.

En el sector agrícola, el concepto de “eficiencia en el uso del agua” se utiliza a menudo para resaltar la relación entre el desarrollo del crecimiento de los cultivos y la cantidad de agua utilizada. Mientras que, la productividad del agua se expresa como la producción agrícola por unidad de agua aplicada, desviada o consumida (lluvia y/o riego), para producir un cultivo (Playán y Mateos, 2006). Como señalan Playán y Mateos (2006), un aumento en la productividad del agua mejora las ganancias en el rendimiento de los cultivos, al tiempo que reduce la cantidad de agua de riego que contribuye a pérdidas irre recuperables. El aumento de la productividad del agua podría ser la solución a las necesidades alimentarias que acompañan al crecimiento poblacional proyectado (Mancuso, 2015).

México es el 3° productor mundial de fresa con 557, 514 toneladas anuales en 2020; en el mismo año exportó 306 mil 520 toneladas de fresa, equivalente a 935 millones de dólares. Cuenta con un área de cultivo que representa el 31.7% de la plantación global. La participación de la fresa en la producción nacional de frutos es de 2.3%. Los principales estados productores son Michoacán, Baja California y Guanajuato (SIAP, 2021).

La fresa es uno de los cultivos que requiere riego para producir un rendimiento óptimo. En regiones con escasas precipitaciones de verano y recursos hídricos limitados para riego, la fresa puede experimentar déficits hídricos. Este problema puede limitar el cultivo de fresas (Ghaderi y Siosemardeh, 2011). Las plantas de fresa parecen verse afectadas por la

sequía y los genotipos difieren en su respuesta a la deficiencia de agua (Klamkowski y Treder, 2008). En las plantas de fresa expuestas a la sequía, el cierre de los estomas puede estar mediado por un rápido aumento en la síntesis de ácido abscísico (ABA) en la raíz y el suministro de ABA desde las raíces en la corriente de transpiración (Blanke y Cooke, 2004). Las características tolerantes a la sequía de algunos cultivares de fresa, como el ajuste osmótico, el área foliar pequeña y la baja tasa de transpiración, son beneficiosas para la selección de cultivares que toleran la sequía (Grant et al., 2010). La prolina, los aminoácidos libres y los carbohidratos solubles a menudo aumentan en las hojas con estrés hídrico y están involucrados en la regulación osmótica (Pinheiro et al., 2004).

El cobalto es un metal pesado que se encuentra naturalmente en muchas formas químicas diferentes en nuestro medio ambiente. Sin embargo, es un elemento esencial tanto para las plantas como para los animales, pero se informa que el Co en concentraciones altas es tóxico (Jayakumar y Vijayarengan, 2006). El cobalto, como uno de los elementos beneficiosos, parece tener un efecto positivo en las plantas superiores para soportar condiciones de estrés hídrico. Egrove (2000), mostró que la aplicación de cobalto al suelo (3 mg/kg de suelo seco) aumentó el contenido de agua de las hojas y disminuyó el déficit de agua durante el día en plantas de tomate y hojas de patata. De forma similar, Gad et al. (2019) demostraron que a medida que aumentaron los niveles de cobalto en los medios vegetales, los valores de consumo de agua disminuyeron bajo diferentes tasas de agua de riego (100%, 80% y 60%), además, cobalto a 12 ppm aumentó algunos constituyentes fisiológicos del frijol y algunos constituyentes químicos bajo diferentes niveles de agua irrigada, concluyendo que, el cobalto ayuda a las plantas de frijol a tolerar un déficit hídrico de hasta el 60 % de sus necesidades hídricas. Sin embargo, dosis altas de Co pueden tener resultados adversos, como reportaron Jaleel et al. (2009), donde los parámetros de crecimiento, contenido de pigmentos, bioquímicos y contenido de minerales en plantas de maíz disminuyeron con niveles de cobalto mayores a 100 mg kg⁻¹ en el suelo en comparación con el tratamiento control.

En este estudio, se investigó la respuesta de la aplicación de diferentes concentraciones de cobalto en plantas de fresa sometidas a estrés por sequía, con el objetivo de analizar la eficiencia del uso de agua de plantas de fresa bajo la exposición a Cobalto en bajas y altas concentraciones. Para ello, se midieron parámetros de crecimiento y rendimiento.

II. METODOLOGÍA

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero tipo capilla en el Campo Agrícola Experimental de Fito-tecnia, Campo Xaltepa, ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en el Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, México. El periodo en el que se desarrolló el experimento fue del 1 de abril de 2022 al 11 de mayo de 2022.

Se utilizaron 24 bolsas de polietileno negro de 30 x 30 cm, las cuales se llenaron con tezontle, previamente cernido. Posteriormente se colocaron los estolones de fresa cv. Festival en cada bolsa, y se regaron con solución nutritiva Steiner al 50%. 20 días después de establecidas las fresas, se suspendió el riego diario, sometiendo las plantas a estrés por sequía, para lo cual se regaron cada dos días con solución nutritiva de Steiner al 50%. Al mismo tiempo se comenzaron los tratamientos con cobalto, que consistieron en 0, 50, 100 y 150 μM Co, a partir de cloruro de cobalto. Se realizaron tres aspersiones, una aspersión cada siete días. A los 21 días después del inicio de tratamientos, las plantas se retiraron del sustrato, se lavaron y se registró la altura de planta, el diámetro de corona, número de hojas, flores, botones, estolones y frutos.

Con los datos obtenidos en cada variable, se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey, en el paquete estadístico SAS versión 9.

III. RESULTADOS

La sequía es uno de los factores ambientales más comunes que afectan el crecimiento y la productividad de las plantas (Klamkowski y Treder, 2008). El cobalto, como uno de los elementos beneficiosos, parece tener un efecto positivo en las plantas superiores para soportar condiciones de estrés hídrico.

Como se observa en el cuadro 1, la aplicación de Co en 50, 100 y 150 μM a plantas de fresa sometidas a estrés por sequía, no presentó ningún efecto significativo sobre las variables: altura, diámetro de corona, número de hojas y biomasa aérea en comparación con el tratamiento testigo.

En contraparte, en otras investigaciones se reporta que altas concentraciones de cobalto, a plantas de maíz a concentraciones de 20 mg L⁻¹, reduce el crecimiento y desarrollo (Gad y El-Metwally, 2015). Así mismo, Silva, et al. (2022) reportaron que, la aplicación de cobalto en alta concentración disminuyó el número de hojas en caña de azúcar. Sin embargo, estos resultados contrastan con lo indicado por autores como Gad et al. (2016) quienes indicaron que el cobalto a 6 mg L⁻¹, promueve todos los parámetros de crecimiento de las plantas de repollo, como la altura de la planta, el diámetro de la roseta, el diámetro del tallo, la cantidad de hojas adicionales por planta y el peso fresco de la planta de manera significativa en la etapa vegetativa.

Cuadro 1.

Influencia de la aplicación de cobalto (0, 50, 100 y 150 μM) en las variables de crecimiento, en plantas de fresa sometidas a estrés por sequía a los 41 días después del trasplante.

Co (μM)	Altura de planta (cm)	Diámetro de corona (cm)	Número de hojas	PBFPA (g)
0	7.16 ± 0.93 a	1.66 ± 0.17 a	4.00 ± 0.00 a	3.83 ± 0.45 a
50	7.14 ± 0.53 a	1.32 ± 0.16 a	4.20 ± 0.49 a	4.48 ± 0.32 a
100	8.16 ± 0.52 a	1.21 ± 0.09 a	4.00 ± 0.41 a	4.60 ± 0.60 a
150	8.27 ± 0.32 a	1.26 ± 0.15 a	5.20 ± 0.58 a	4.56 ± 0.76 a

PBFPA: Peso de Biomasa Fresca de Parte aérea. Medias ± EE con letras diferentes en cada columna por órgano indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La aplicación de 50, 100 y 150 μM Co, disminuye significativamente el número de flores por planta de fresa en un 46.68, 70 y 66.68%, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Sarma et al. (2014), quienes encontraron un efecto adverso del Co sobre el porcentaje de germinación en trigo cuando se aplicó en 300, 400 y 500 ppm.

En cuanto a botones florales y número de esquejes, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento testigo y la aplicación de 50, 100 y 150 μM Co.

Cuadro 2.

Número de flores, botones y estolones en plantas de fresa tratadas vía foliar con diferentes concentraciones de Co (0, 50, 100 y 150 μM) y sometidas a estrés por sequía, a los 41 días después del trasplante.

Co (μM)	Número de flores	Número de botones	Número de estolones
0	5.00 ± 0.00 a	2.00 ± 1.00 a	4.00 ± 0.15 a
50	2.66 ± 0.67 b	1.50 ± 0.29 a	4.20 ± 0.15 a
100	1.50 ± 0.29 b	2.00 ± 1.00 a	4.00 ± 0.11 a
150	1.66 ± 0.33 b	1.75 ± 0.25 a	5.20 ± 0.30 a

Medias ± EE con letras diferentes en cada columna por órgano indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Estos resultados, pueden atribuirse a una disminución en la fotosíntesis en las plantas de fresa sometidas a sequía, más el estrés por la aplicación de Co en concentraciones altas. La disminución de la fotosíntesis en plantas estresadas por sequía puede atribuirse tanto a factores estomáticos (cierre estomático) como no estomáticos (deterioro de los procesos metabólicos). En la actualidad, la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que el cierre de estomas y el déficit de CO₂ resultante es la causa principal de la disminución de la fotosíntesis bajo estrés leve y moderado (Flexas y Medrano, 2002), mientras que los cambios en las reacciones fotosintéticas se consideran un factor predominante que conduce a la restricción de la fotosíntesis bajo estrés por sequía severa (Yordanov et al., 2003). Se ha documentado que el Co en bajas concentraciones puede ayudar a la apertura de estomas y el intercambio gaseoso, sin embargo, en dosis superiores causa un efecto adverso; Silva et al. (2022) reportó que, para el cultivo de caña, la aplicación foliar de Co incrementó significativamente la conductancia estomática en ambos momentos de evaluación (30 y 120 días después del tratamiento). Se observó una mayor respuesta al Co a la dosis de 0,58 g Co ha⁻¹, disminuyendo la conductancia estomática a mayores concentraciones de Co.

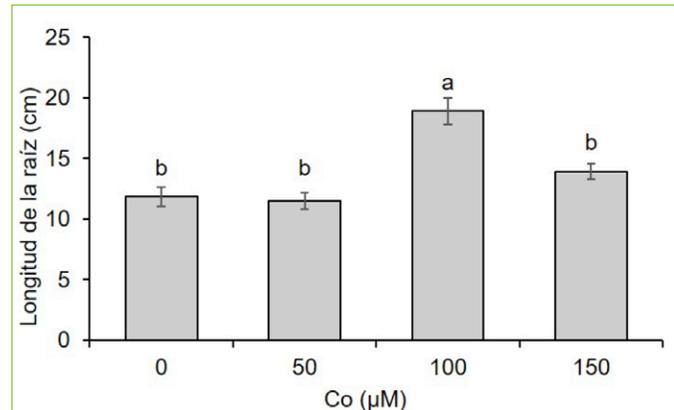
Respecto al crecimiento de raíz, los resultados indicaron que la aplicación de Co en 100 μ M, aumentó significativamente la longitud de la raíz de las plantas de fresa que se sometieron a estrés por sequía, aumentando un 59.54 % respecto al tratamiento control (Figura 1). Estos resultados concuerdan con lo indicado por Jaleel et al. (2009), quienes reportaron que la mayor longitud de raíces se observó con 50 mg kg⁻¹ con un aumento respecto al control del 16.40%. Sin embargo, en dosis mayores disminuyó el efecto promotor, presentándose los valores más bajos con 250 mg K⁻¹ disminuyendo la longitud de raíz en 37.12%. Lo mismo sucede con el estudio de Liu et al. (1995), donde el crecimiento de las raíces de cebolla aumentó significativamente con la adición de cobalto a 3 kg por hectárea.

En contraste a lo reportado anteriormente, la aplicación de 100 μ M de Co disminuyó significativamente el volumen y biomasa de raíz en un 43.62 y 51.38 %, respectivamente, en comparación con el tratamiento control (Cuadro 3). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Gad y El Metwally (2015), donde la aplicación de cobalto en concentraciones de 15 a 17, 5 y 20 ppm, en plantas de maíz, aumentaron sus parámetros de crecimiento como peso seco y fresco de las raíces.

La aplicación de Co en 50 y 150 μ M en plantas de fresa, no tuvieron un efecto significativo en la longitud, volumen y biomasa de raíz, respecto al control.

Figura 1.

Efecto de la aplicación foliar de cobalto en diferentes concentraciones (0, 50, 100 y 150 μ M) en la longitud de raíz (cm) de plantas de fresa sometidas a estrés por sequía, 41 días después del trasplante. Medias \pm EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).



Cuadro 3.

Efecto de la aplicación foliar de cobalto en diferentes concentraciones (0, 50, 100 y 150 μ M) en el crecimiento de la raíz de plantas de fresa sometidas a estrés por sequía.

Co (μ M)	Volumen de raíz (cm ³)	PBFR (g)
0	10.20 \pm 1.02 a	10.90 \pm 0.94 a
50	8.25 \pm 0.63 ab	7.10 \pm 0.55 ab
100	5.75 \pm 0.63 b	5.30 \pm 0.75 b
150	9.00 \pm 0.93 ab	10.75 \pm 1.24 a

PBFR: Peso de Biomasa Fresca de Parte aérea. Medias \pm EE con letras diferentes en cada columna por órgano indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

IV. CONCLUSIONES

La aplicación foliar de cobalto en las dosis de 50, 100 y 150 μ M, alteró el crecimiento de plantas de fresa sometidas a estrés por sequía. La aplicación de Co, no modifica la altura de planta, el diámetro de corona, número de hojas, peso de biomasa fresca de parte aérea, y el número de botones y estolones respecto al testigo. Mientras que disminuyó el número de flores y el peso de biomasa fresca de raíz. La aplicación de 100 μ M de Co incrementó significativamente la longitud de raíz de acuerdo al testigo. El Cobalto modifica el crecimiento de plantas de fresa cv. Festival en condiciones de estrés por sequía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanke, M. M. y Cooke D.T. (2004). Effect of flooding and drought on stomatal activity, transpiration, photosynthesis, water potential and water channel activity in strawberry stolons and leaves. *Plant Growth Regulation*, 42(2), 153-160.
- Flexas, J. y Medrano, H. (2002). Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of botany*, 89(2), 183-189.
- Gad, N., Abdel, Moez. M. R. y Ali, M. F. (2019). Maximization of drought tolerance of bean plants using cobalt supplementation: b-physiological and chemical contents in plants. *Plant Archives*, 19(2), 2282-2287.
- Gad, N., Hala, K. y Nagwa, M. K. H. (2016). Influence of cobalt on cabbage (*Brassica rapa* L.) yield characteristic. *Int J Pharma Tech Res*, 9(12), 184-189.
- Gad, N. y El-Metwally, I. M. (2015). Chemical and physiological response of maize to salinity using cobalt supplement. *International Journal of ChemTech Research*, 8(10), 45-52.
- Ghaderi, N. y Siosemardeh, A. (2011). Response to drought stress of two strawberry cultivars (cv. Kurdistan and Selva). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52(1), 6-12.
- Grant, O. M., Johnson, A. W., Davies, M. J., James, C. M. y Simpson, D. W. (2010). Physiological and morphological diversity cultivated strawberry (*Fragaria × ananasa*) in response to water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 68(3), 264-272.
- Jayakumar, K. y Vijayarengan, P. (2006). Influence of zinc on seed germination and seedling growth of *Vigna mungo* L. Hepper. *Plant Archives*, 6(2), 681-682.
- Jaleel, C. A., Changxing, Z., Jayakumar, K. y Iqbal, M. (2009). Low concentration of cobalt increases growth, biochemical constituents, mineral status and yield in *Zea mays*. *Journal of Scientific Research*, 1(1), 128-137.
- Jiménez, C. B.E., Oki, T., Arnell, N.W., Benito, G., Cogley, J. G., Döll, P., Jiang, T., Mwakalila, S, S. (2014). Freshwater resources. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Field, C.B., Barro, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova R.C., et al. Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2014; pp. 229-269.
- Klamkowski, K. y Treder, W. (2008). Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions. *J. Journal of fruit and ornamental plant research*, 16, 179-188.
- Liu, D., Zhai, L., Jiag, W. y Wang, W. (1995). Effect of Mg, co and Hg on nucleus in root tip cells of *Allium cepa*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 55(5), 779-787.
- Mancosu, N., Snyder, L., Kyriakakis, G. y Spano, D. (2015). Water scarcity and future challenges for food production. *Water*, 7(3), 975-992.
- Pinheiro, C., Passarinho, J. A. y Ricardo, C. P. (2004). Effect of drought and rewatering on metabolism of *Lupinus albus* organs. *Journal of plant physiology*, 161(11), 1203-1210.
- Playán, E. y Mateos, L. (2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural water management*, 80(1-3), 100-116.
- Sarma, B., Devi, P., Gogoi, N. y Devi, Y. M. (2014). Effects of cobalt induced stress on *Triticum aestivum* L. crop. *Asian J Agri Biol*, 2(2), 137-147.
- SIAP. (2021). Panorama Agroalimentario 2021. https://nube.siap.gob.mx/panorama_siap/pag/2021/Panorama-Agroalimentario-2021
- Silva, D. P., Johnson, R. M. y Crusciol, C. A. C. (2022). The Effects of Cobalt on Sugarcane Growth and Development in Plant Cane and Two Ratoon Crops. *Sugar Tech*, 1-12.
- Yordanov, I., Velikova, V. y Tsonev, T. (2003). Plant responses to drought and stress tolerance. *BULG. J. PLANT PHYSIOL., Special Issue*, 187-206.

IMPACTO ACADÉMICO Y DE COMUNICACIÓN DE LA INCLUSIÓN TECNOLÓGICA EN LA COMUNIDAD DE X-UCH, TEMOZÓN, YUCATÁN

¹ Erick Alberto Cupul Burgos, erick.cb@valladolid.tecnm.mx

² Jesús Antonio Santos Tejero, jesus.st@valladolid.tecnm.mx

³ Luis Alberto Balam Mukul, luis.bm@valladolid.tecnm.mx

⁴ Eduardo Ivan Dzul Caamal, eduardo.dzulcaamal@itsva.edu.mx

⁵ Wilberth Jesús Del Valle Sierra, wilbert.delvallesierra@itsva.edu.mx

⁶ Yeshua Daniel Dzul Bobadilla, yeshua.dzulbobadilla@itsva.edu.mx

RESUMEN

La integración de las Tecnologías de Información y Comunicación en comunidades marginadas, es una actividad que muy pocas instituciones realizan por iniciativa propia, por lo que la brecha digital aún permanece en varias de estas comunidades, y es complicado determinar cómo impactan las mismas una vez que se implementan en este tipo de comunidades, es por ello que el objetivo de esta investigación fue determinar la utilidad del servicio de internet en los ámbitos académicos y de comunicación, en la comunidad de X-uch, Yucatán. Para lo cual fue necesario diseñar e implementar un prototipo de interconexión por radio frecuencia, empleando materiales como antenas ubiquti, mástiles y diversos aditamentos de red, para que, una vez implementado el servicio de Internet, se capacitará a los habitantes de la comunidad, y se evaluó la estabilidad de la red y el uso académico y de comunicación del servicio en las actividades cotidianas de los habitantes. Entre los resultados obtenidos, se detectó un uso frecuente de herramientas multimedia como YouTube, buscadores Google y WhatsApp, para ámbitos académicos, por otra parte, en el ámbito de comunicación destacó un uso frecuente de llamadas telefónicas y uso de redes sociales, así como obtención de datos diversos con el uso de buscadores, por último se dejó de forma funcional en la comunidad un servicio estable de Internet con un ancho de banda oscilante entre 10 a 15 Megas, lo cual dejó beneficios directos en los estudiantes de X-Uch, así como sus habitantes.

ABSTRACT

The integration of Information and Communication Technologies in marginalized communities is an activity that very few institutions carry out on their own initiative, so the digital gap still remains in several of these communities, and it is difficult to determine how they impact them once are implemented in these types of communities, which is why the objective of this research was to determine the usefulness of the internet service in the academic and communication fields, in the community of X-uch, Yucatan. For which it was necessary to design and implement a prototype of radio frequency interconnection, using materials such as ubiquti antennas, masts and various network accessories, so that once the Internet service is implemented, the inhabitants of the community will be trained, and It will evaluate the stability of the network and the academic and communication use of the service in the daily activities of the inhabitants. Among the results obtained, a frequent use of multimedia tools such as youtube, google search engines and whatsapp was detected, for academic fields, on the other hand, in the field of communication, frequent use of telephone calls and use of social networks stands out, as well as obtaining of various data with the use of search engines, finally, a stable Internet service with a bandwidth ranging between 10 to 15 Megas was left functional in the community, which left direct benefits to the students of X-Uch, as well like its inhabitant.

PALABRAS CLAVE

Brecha Digital
Comunicación
Educación
Internet
Marginación

KEYWORDS

Digital divide
Communication
Education
Internet
Marginalization

*1,2,3 Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid /Docente
4,5,6 Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid /Estudiante*



I. INTRODUCCIÓN:

X-Uch, Temozón, Yucatán, México, es una de las comunidades con más índice de marginación según datos recabados de INEGI (2019). Por lo consiguiente la comunidad se ve limitada de servicios como son Hospitales, Ambulancias, Bomberos, Internet, entre otras. Con la implementación de un enlace punto a punto para dotar con el servicio de Internet a la comunidad, se buscó determinar la utilidad del servicio de internet en los ámbitos académicos y de comunicación, en la comunidad de X-uch, Temozón, Yucatán. Para lo cual fue necesario diseñar e implementar un prototipo de interconexión punto a punto desde el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, hasta la comunidad de X-uch, así como establecer un convenio de colaboración con la comisaría para la participación de los habitantes de la comunidad en una capacitación acerca del uso de las TIC con acceso a internet, lo cual permitió establecer comunicación que sirva por ejemplo, para solicitar los servicios limitados a la ciudad de Valladolid. En este estudio, se aplicó una encuesta para obtener datos acerca de la utilidad del servicio de internet en los ámbitos educativo y de comunicación, así como se evaluaron los parámetros que definieron un enlace óptimo de red para garantizar un ancho de banda de 10 a 30 megas.

Planteamiento del problema.

En este estudio se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué utilidad tiene en el ámbito académico y de comunicación, el implementar el servicio de internet en la comunidad de X-uch, Yucatán?

Por lo que el objetivo de esta investigación es: Determinar la utilidad del servicio de internet en los ámbitos académicos y de comunicación, en la comunidad de X-uch, Yucatán.

II. METODOLOGÍA:

El presente estudio se desarrolló en la comunidad de X-Uch que cuenta con un total de 326 habitantes de los cuales 161 son mujeres y 165 son hombres (INEGI, 2019), el área de estudio abarca la inclusión de Redes de telecomunicaciones en ámbitos educativos para descubrir la utilidad del servicio de internet en los habitantes de la comunidad.

Este estudio se realizó bajo un enfoque cuantitativo, ya que de acuerdo a Hernández et. Al. (2006) el enfoque cuantitativo emplea “la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico,

para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”, por lo que en este estudio se determinó y cuantificó la utilidad del servicio de internet en los ámbitos académicos y de comunicación, considerando las dimensiones de estudio estabilidad de la red e internet, utilidad en el ámbito educativo y de comunicación.

El alcance de este estudio es descriptivo ya que se indica que la “Investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Ídem).

El diseño del estudio es de corte transversal, ya que se ejecutó en un solo momento en la comunidad de X-uch, Temozón, Yucatán en el periodo comprendido de septiembre a diciembre de 2019.

Diseño e implementación del prototipo.

De agosto de 2019 a septiembre de 2019 se analizó y cotizó los requerimientos necesarios para la implementación del proyecto, así mismo se emplearon diversas herramientas y aplicaciones que permitieron realizar cálculos de distancia y de altura donde se situaron los enlaces, como parte del análisis de terreno para establecer enlaces óptimos. A continuación, se enlistan los materiales empleados.

Materiales empleados:

- *Mástil telescópico 16 metros.*
- *Cable de acero y retenidas.*
- *Tensores Gancho – Argolla 3/8”.*
- *Abrazadera tipo perro arrastre para cable 3/8”.*
- *Abrazadera Omega de pared.*
- *Taquete expansivo con armella.*
- *Cable UTP Cat 6.*
- *Conectores RJ45.*
- *Antena PowerBeam M5 400. Ubiquiti*
- *Antena Litebeam M5. Ubiquiti*

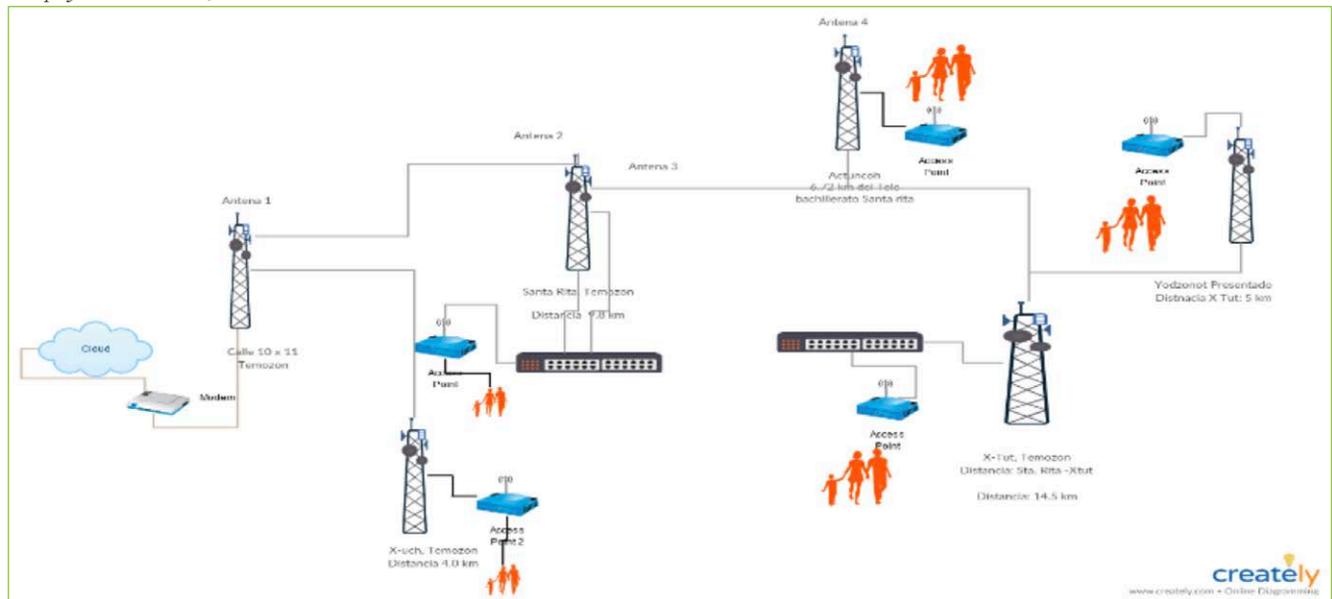
Herramientas de instalación:

- *Llave Stillson.*
- *Llave francesa o inglesa.*
- *Nivel de burbuja.*
- *Taladro.*
- *Pinzas.*
- *Desarmadores.*
- *Martillo.*
- *Kit de herramientas de ponchado de cables utp.*

Herramientas de Software:

- *Google Maps: Es un software que permite visualizar mapas desplazables, rutas, distancias entre otras funcionalidades de ubicación. (Google, 2019)*
- *AirLink 2.1.2: La herramienta de UBIQUITI airLink es un software de simulación para realizar enlaces PTMP y PTP. (Tecnosinergia, 2019)*

Figura 1.
Red proyecto comunitario, inclusión X-uch



Nota: elaboración propia

Dimensiones del estudio:

Estabilidad de la red e internet: para esta dimensión del estudio se midió la variable de estabilidad en el enlace y la velocidad en ancho de banda. El enlace punto a punto puede verse afectado en el ancho de banda, ruido, limpieza de canal y potencia máxima de transmisión. El número de equipos por familia son importantes en este rubro. La cantidad de usuarios conectados al mismo tiempo en la red implementada en la población puede afectar la estabilidad de la red e internet, medidas en MB.

Utilidad en el ámbito educativo: En esta dimensión de estudio se midió la frecuencia de uso de herramientas de software con fines educativos.

Utilidad en el ámbito de comunicación: En esta dimensión se midió la frecuencia y uso de herramientas de software para comunicación, por lo que se requirió de la implementación de Infraestructura de red e internet, así como capacitación en el uso del servicio de internet.

La adopción de las TIC en el medio se trabajó capacitando a los habitantes de la comunidad en el uso del servicio de Internet en sus actividades, lo cual se realizó como punto de partida para romper con las brechas digitales, de una sociedad que aún no cumple con el dinamismo de adaptación, (Hernandez,2017). y con esto determinar el uso de las TIC en la población en los ámbitos educativo y comunicación. Por lo que estos usos dependen de una capacitación adecuada para

poder medirse. Por el tiempo que lleva realizar un enlace, probar la conexión, cambiar los canales, eliminar el ruido de la señal, se optó por realizar una encuesta con escala likert a los pobladores y el estudio se establece a nivel descriptivo.

Población y muestra.

Población:

Al momento de hacer el estudio, la comunidad de X-uch, contaba con 326 POBLADORES de acuerdo al INEGI (2020), en este estudio se consideró como población a todos los habitantes de la comunidad de X-uch que cuenten con algún dispositivo móvil compatible con conectividad para el uso de internet por Wifi.

Tabla 1. Población

Género:	Hombres	Mujeres
Total de habitantes:	161	165
Habitantes con computadora laptop o tablet	15.8	16.2
Habitantes con teléfono móvil	117	120

Nota: elaboración propia

Muestra:

En este estudio, la muestra fue no probabilística, por conveniencia y dirigida a los habitantes de la comunidad de X-Uch de acuerdo a los siguientes criterios:

Criterios de Inclusión:

- Estudiantes de niveles primaria, secundaria y bachillerato.
- Estudiantes con acceso a un dispositivo móvil con capacidad de conexión a internet con wifi.
- Padres o madres de estudiantes que apoyen en las tareas escolares a sus hijos.
- Docentes de la comunidad

Criterios de exclusión:

- Habitantes que no tengan actividades escolares.

Tabla 2. Muestra

Género:	Hombres	Mujeres
Habitantes con computadora laptop o tablet	15.8	16.2
Habitantes con teléfono móvil	117	120

Nota: elaboración propia

Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

Para determinar la estabilidad de la red e internet, se mide la variable de ganancia del enlace en decibeles y la velocidad en ancho de banda. para lo cual se emplearon las herramientas de airlink que proporcionan las antenas Ubiquiti (2019) y el software de SpeedTest (2019).

Para determinar la utilidad en el ámbito educativo, se midió la frecuencia de uso de herramientas de software con fines educativos a través de un instrumento que consiste en un cuestionario con 5 ítems de acuerdo a la escala Likert con respuestas ordinales del 1 al 5, donde la valoración corresponderá a 5) Todos los día, 4) Casi todos los días, 3) Ocasionalmente, 2) Casi nunca y 1) Nunca.

Para determinar utilidad en el ámbito de comunicación, se midió la frecuencia y uso de herramientas de software para comunicación, a través de un instrumento que consiste en un cuestionario con 5 ítems de acuerdo con la escala Likert con respuestas ordinales del 1 al 5, donde la valoración corresponde a 5) Todos los días, 4) Casi todos los días, 3) Ocasionalmente, 2) Casi nunca y 1) Nunca.

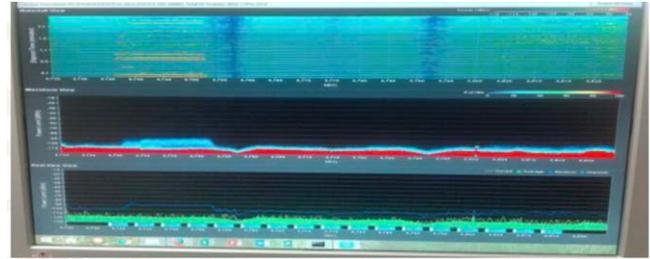
Una vez diseñado el instrumento se realizó el pretest y se obtuvo un alfa de Cronbach de 0.72, por lo que el instrumento fue considerado aceptable para su aplicación, la cual se aplicó de forma impresa en la misma comunidad con la muestra determinada.

III. RESULTADOS O AVANCES:

Una vez diseñado el prototipo de interconexión, se procedió a la instalación e implementación de la infraestructura de red para proporcionar un enlace punto a punto con un ancho de banda esperado de 10 a 30 megas.

Con respecto a la Estabilidad de la red e internet, se obtienen los siguientes resultados.

Figura 2. Análisis de frecuencias y ruido en airlink



Nota: elaboración propia

Se eligen frecuencias comprendidas en el rango 5650 - 5850 MHz que es una banda clasificada como espectro libre autorizada por el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT, 2019), lo cual demuestra una mejora en la adquisición de un enlace limpio con una buena ganancia.

Figura 3. Ancho de banda y enlace establecido.



Nota: elaboración propia

Se obtuvo un ancho de banda variable que osciló entre 10 a 15 megas en el mes de octubre de 2019. Por lo que se determina, con las frecuencias elegidas, que el servicio de internet puede operar sin interrupciones, tanto para la capacitación como su uso cotidiano. Con respecto a la Utilidad en el ámbito educativo, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2. Herramientas empleadas en el ámbito educativo

Herramienta empleada	Frecuencia de uso
Youtube para consulta de videos educativos	92%
Buscador Google para consulta de información necesaria en investigaciones	67%
Software educativo variable (maps, moodle, classroom, etc.), para la participación en procesos educativos	5%
Whatsapp para dudas en clases	60%
correo electrónico, para la comunicación.	30%

Nota: elaboración propia

Como puede observarse, las herramientas más empleadas fueron Youtube, representando el 92% y su uso se limita a reproducción de videos de ámbito académico. Siguiendo el buscador de Google con 67% donde el uso se le da para la búsqueda de información como por ejemplo en investigaciones. El Whatsapp le sigue con 60% para obtener información académica directamente con los docentes, quedando como últimos elementos software educativo y correo electrónico con 5% y 30% respectivamente, cuyo uso fue menos común y se indicó que su uso fue esporádico.

Con respecto a la Utilidad en el ámbito de comunicación, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3.

Utilidad en el ámbito de la comunicación.

Herramienta empleada	Total
Noticias de naturaleza diversa	33%
Obtención de datos diversos	65%
Recibir o enviar un correo electrónico	15%
Revisar alguna red social (Facebook, Twitter, whatsapp, entre otras)	87%
Llamadas telefónicas vía facebook messenger o whatsapp	80%

Nota: elaboración propia

Con respecto a la comunicación, hubo un mayor empleo de la comunicación por redes sociales con 87%, siguiéndole las llamadas telefónicas a través de internet con 80% de uso, posteriormente se tiene el uso de internet para obtención de datos diversos a través de buscadores con 65%, con respecto a la búsqueda de noticias de naturaleza diversa, se tuvo un 33% y por otra parte el uso de correo electrónico se empleó con menor frecuencia representando el 15%.

El resultado obtenido en este proyecto fue muy positivo, ya que se lograron las metas propuestas, quedando conectada la comunidad de X-Uch al servicio de internet a través de una conexión estable en el servicio, pudiendo ser accesible para todos los habitantes de la comunidad a través de los diferentes dispositivos que estos tuvieran. Desde luego que esta conexión a internet de forma constante trajo beneficios adicionales a la comunidad, como el ahorro que los padres de familia pudieron tener, al no tener que darle más recursos económicos a sus hijos para que estos tuvieran que rentar el servicio de internet o viajar a otra localidad para hacer uso de este importante servicio.

IV. CONCLUSIONES:

Con respecto a la estabilidad de la red e internet, se concluye que los rangos de frecuencia promedio empleados comúnmente para la conexión de acuerdo a el Diario oficial de la federación (2016), la NOM-121-SCT1-2009 y autorizados por la secretaría de comunicaciones y transporte de México (SCT) que se definen en 2400-2483.5 para 2.4 Ghz., ya se encuentran saturados en la zona identificada para la comunidad de X-uch y Valladolid, por lo que usar los rangos promedios proporcionaron muchos problemas de calidad en el enlace, obteniendo una pésima o nula conexión a internet, por lo que usando los rangos de frecuencia 5650 - 5850 MHz que es una banda clasificada como espectro libre, en los límites inferior y superior mejoran la conectividad para obtener un enlace aceptable, no obstante el ancho de banda obtenido no supera los 15 megas de velocidad, por lo que se hicieron más pruebas usando rangos superiores y se obtiene una mejora significativa llegando hasta los 25 megas, no obstante se configuraron los equipos respetando las normas establecidas por la Instituto Federal de Comunicaciones de México. (IFT, 2019)

El proyecto se llevó a cabo del periodo de Diciembre de 2020 a Diciembre de 2021 durante este tiempo ya no tienen que pagar otro tipo de servicio o viajar a un lugar fuera de la comunidad para que sus hijos pudiera realizar sus actividades y por lo tanto, se beneficiaron económicamente al ahorrarse el importe de los servicios de renta de internet o del precio de transporte para ir a otro lugar fuera de la comunidad, para tener acceso a internet, de igual forma, se pudo obtener un beneficio inmediato, ya que los estudiantes de los diferentes niveles educativos, pueden tener acceso a una gran cantidad de información, lo que les facilita la elaboración de sus tareas, cumpliendo de forma correcta con la entrega de las mismas con información realmente valiosa y que les permite obtener las competencias en cada una de sus diferentes asignaturas, de acuerdo al nivel de estudios de cada uno de ellos, de acuerdo a la dimensión de educación, es importante comentar que un telebachillerato comunitario de la comunidad utiliza las app como youtube para reforzar temas en áreas como matemáticas, ciencias sociales, entre otras.

Por otra parte, con respecto al ámbito de comunicación, se determina una mayor utilidad en comunicaciones mediante redes sociales, ya que la mayoría de los habitantes de la comunidad trabajan fuera de la misma en comunidades como Temozón, Valladolid, Tizimín, etc, todas estas ubicadas en Yucatán y algunos en Quintana roo, por lo que la comunicación

de habitantes con sus familiares trabajadores se incrementó, permitiendo con ello un acercamiento digital entre las familias, además de que los habitantes también se mantuvieron informados acerca de los inicios de la pandemia que inició a fin del año 2019.

Fue un trabajo intenso y de colaboración ya que tanto las autoridades de la comunidad, así como las autoridades educativas del Tecnológico Nacional de México, Campus Valladolid, tuvieron que reunir esfuerzos para lograr las metas establecidas desde el principio de este proyecto. Es de destacar la colaboración del comisario de la comunidad, que en todo momento dio el apoyo que se necesitaba para acceder a las instalaciones de la comisaría para realizar todos los trabajos necesarios para la instalación y resguardo del equipo y herramientas necesarias para llevar a cabo dicho proyecto. Desde luego, los estudiantes de ingeniería que participaron en la implementación del enlace, tuvieron una muy buena experiencia, ya que durante su participación pudieron constatar en la práctica real, todos los detalles y procedimientos para la instalación física y lógica de los elementos necesarios para lograr esa conexión de internet, lo cual, de igual forma les sirve de forma importante para lograr esta preparación integral que se pretende dar, en el Tecnológico de Valladolid.

En el periodo de finalización del estudio, en los meses de noviembre y diciembre de 2019, se notificó en nuestro país México, las alertas por el inicio de la pandemia por COVID-19, no obstante, en ese momento, aún no se decretaba la alerta máxima en nuestro país, la cual fue hasta marzo de 2020. Por lo que este trabajo se realizó en los inicios de la contingencia sanitaria, lo cual permitió que la comunidad esté en comunicación para conocer las noticias acerca de la evolución de la pandemia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Carballar, J. A. (2007). Wi-Fi. Instalación Seguridad Y Aplicaciones. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.
- Diario oficial de la Federación (2009). NOM-121-SCT1-2009, obtenido de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4081/cofetel/cofetel.htm>
- Forouzan, B. A. (2007). TRANSIMISIÓN DE DATOS Y REDES DE COMUNICACIONES. Madrid (España): McGraw-Hill / Interamericana de España S. A. U.
- IFT. (2019). Instituto Federal de Comunicaciones. Obtenido de <https://www.ift.org.mx/>
- Inc., A. (2006 - 2017). Google Maps. Obtenido de <https://www.google.com.mx/maps/@20.6971112,-88.1924803,14.93z>
- Johnson, A. (2009). LAN inalámbrica y conmutada. Madrid (España): PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Luna, A. p. (2014). Instalaciones de telecomunicaciones. Madrid (España): COPYRIGHT 2014 Ediciones Paraninfo, SA.
- Networks, C. (2017). LINKPlanner. Obtenido de <https://www.cambiumnetworks.com/products/management/linkplanner/>
- Networks, U. (2017). DOWNLOADS. Obtenido de airMAX: <https://www.ubnt.com/download/airmax-m>
- OOKLA. (2017). SPEEDTEST. Obtenido de <http://www.speedtest.net/>
- Pérez, E. H. (2011). Introducción a las telecomunicaciones modernas . México, D.F.: EDITORIAL LIMUSA, S.A. de C.V.
- Tecnosinergia. (2019). ¿Cómo utilizar la herramienta air-Link para simular un enlace PtMP (Punto multipunto)? Obtenido de <https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/360031140732--C%C3%B3mo-utilizar-la-herramienta-airLink-para-simular-un-enlace-PtMP-Punto-multipunto->
- Ubiquiti Networks, I. (2006 - 2017). airLink . Obtenido de OUTDOOR WIRELESS LINK CALCULATOR: <https://airlink.ubnt.com/#/ptp>

COCINA MAYA, TURISMO DE BASE COMUNITARIA CON EXPERIENCIA SENSORIAL EN LAGUNA KANÁ, F.C.P, Q. ROO, MÉXICO

¹ José Rodrigo Couoh Balam, 181k0121@itscarrillopuerto.edu.mx

² Jarly Ulises Yamá Barzón, 181k0139@itscarrillopuerto.edu.mx

³ Dr. José Francisco Hernández Libreros, jf.hernandez@itscarrillopuerto.edu.mx

RESUMEN

En la comunidad de Laguna Kaná, Q.Roo, México, no hay indicios de creación de turismo de base comunitario sólidos, por lo que surge la interrogante de si existe producción agrícola del campo maya que puedan aprovecharse para la creación de experiencias turísticas poniendo en práctica los cinco sentidos, se aborda el turismo de base comunitario desde un desarrollo endógeno en la comunidad. El turismo de base comunitaria, según Sampaio (2005), es una estrategia de comunicación social para que comunidades conserven sus modos de vida y junto con ella conserven la diversidad biocultural. Donde entra en juego la comunidad, la cotidianidad y la convivencialidad. (Hernández 2010; Skewes et. al. 2012). La investigación se aborda desde la filosofía del paradigma Hermenéutico interpretativo con un enfoque cualitativo, a través diseño de investigación no experimental, teniendo un alcance descriptivo, implementando la etnografía a través de la investigación acción participativa, para la producción de datos se tuvo un acercamiento al campo y se eligieron informantes clave utilizando la técnica de bola de nieve, aplicando un checklist para la observación guiada, una entrevista semiestructurada, y charlas informales para la producción de datos, el estudio de los datos fue por medio de un análisis del discurso. Como resultado, en la comunidad se cuenta con una riqueza cultural como técnicas de cultivo, elaboración de platillos locales y regionales para el diseño de una cocina maya aprovechando los recursos de la comunidad para un desarrollo turístico, económico y social. La comunidad de Laguna Kaná, posee producción agrícola local y atractivos del campo maya aptos para desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial, enfatizando que la comunidad no dependerá del turismo, sino que será una actividad complementaria en sus actividades cotidianas en la comunidad.

ABSTRACT

In the community of Laguna Kaná, Q.Roo, Mexico, there are no solid indications of the creation of community-based tourism, so the question arises as to whether there is agricultural production from the Mayan countryside that can be used to create tourist experiences by putting in practice the five senses, community-based tourism is approached from an endogenous development in the community. Community-based tourism, according to Sampaio (2005), is a social communication strategy for communities to preserve their ways of life and together with it preserve biocultural diversity. Where the community, everyday life and conviviality come into play. (Hernández 2010; Skewes et. al. 2012). The research is approached from the philosophy of the interpretive hermeneutic paradigm with a qualitative approach, through non-experimental research design, having a descriptive scope, implementing ethnography through participatory action research, for the production of data an approach was taken to the field and key informants were chosen using the snowball technique, applying a checklist for guided

PALABRAS CLAVE

Campo Maya
Cocina Maya
Experiencia Sensorial
Turismo de Base Comunitaria

KEYWORDS

Mayan Field
Mayan kitchen
Experience sensory
Grassroots tourism
community

¹ Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto/Estudiante

² Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto/Estudiante

³ Tecnológico Nacional de México Campus Felipe Carrillo Puerto/Docente

observation, a semi-structured interview, and informal talks for data production, the study of the data was through discourse analysis. As a result, the community has a cultural richness such as cultivation techniques, preparation of local and regional dishes for the design of a Mayan cuisine, taking advantage of the community's resources for tourism, economic and social development. The community of Laguna Kaná has local agricultural production and attractions of the Mayan countryside suitable for developing community-based tourism activities with a sensory experience, emphasizing that the community will not depend on tourism, but that it will be a complementary activity in their daily activities in the community.

I. INTRODUCCIÓN:

El turismo de base comunitaria es considerado como un lugar de interés que los turistas visitan normalmente con el fin de conocer la cultura y tradiciones, así como la historia, que es un elemento de alto valor y fundamento que le brinda belleza al lugar visitado ideal para adentrarse en una aventura.

En los últimos años en México la creación de turismo de base comunitario ha ido incrementando gracias a las nuevas tendencias en el cual los turistas ya no buscan solo lugares que ofrezcan actividades de sol y playa, hay un gran número de turistas que se interesan en conocer la historia, costumbres, arquitectura, biodiversidad, gastronomía, entre otras actividades que se pueden encontrar en el destino elegido.

En la zona centro y sur del estado de Quintana Roo han surgido centro de turismo del tipo rural, natural y ecoturístico en el cual se presenta la historia y cultura maya, además de conocer las riquezas naturales de la región.

En la comunidad de Laguna Kaná aún no se presentan indicios de creación de un turismo de base comunitarios sólidos aun siendo un pueblo con gran belleza tanto naturales como culturales con gran potencial para ser un excelente centro turístico. Además, existe un gran desinterés por parte de los pobladores de la posibilidad de traer turistas a su comunidad debido a que se cree que el turista solo busca lugares con conexión al mar. Bajo esta inquietud se plantea la pregunta central de investigación ¿Cuáles son los atractivos del campo maya que permitan desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México? La hipótesis general es que la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México, posee atractivos del campo maya aptos para desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial. El objetivo de la investigación es identificar los atractivos del campo maya que permitan desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México.

El presente documento se encuentra estructurado primeramente por el objetivo general del proyecto, también se

encuentra el objetivo específico y la pregunta de la investigación, se plantea una hipótesis general y específico de la investigación, de igual forma se puede encontrar la justificación y sustento del trabajo, la delimitación del tema es complemento de la investigación y también el antecedente es un dato de sustento y base a la información, así mismo, se considera un apartado de marco teórico y marco metodológico que guían la investigación y por último se presentan los resultados y conclusiones de la investigación realizada.

II. METODOLOGÍA:

Diseño de la investigación

Dado que el objetivo del estudio será identificar los atractivos del campo maya que permita el desarrollo de una cocina maya de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, México, se abordará desde la filosofía del paradigma Hermenéutico interpretativo con un enfoque cualitativo y un diseño no experimental, puesto que este es el mejor que se adapta a las características y necesidades de la investigación.

Se complementa con la aplicación del método etnográfico que nos permitirá comprender, estudiar, observar de cerca las características de la población, sus actividades, creencias, entre otros aspectos, que nos servirán para realizar y definir las actividades que comprenderán el producto turístico.

El método etnográfico consiste en descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observables. Incorpora lo que los participantes dicen, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal como son expresadas por ellos mismos y no como uno los describe (Gonzales, 2003).

Población

La población de estudio estará conformada por 782 habitantes de entre 15 a 60 años de edad que habitan en la comunidad de Laguna Kaná, Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México (INEGI, 2020).

Muestra

En este trabajo se utilizará el método no probabilístico, en el cual, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) es un método en el cual “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación.” Por lo que se le hará la invitación a la población en general, en el cual solo los interesados y de manera voluntaria formaran parte del estudio.

Análisis de Datos

Se realizará la interpretación de datos por medio del análisis del discurso, tomando en cuenta la información de las herramientas aplicadas.

Pautas para la producción de datos

Dentro las pautas para la producción de datos, se tomará la técnica de la entrevista semiestructurada, una bitácora de observación, un check list de observación guiada, además de charlas informales para identificar los atractivos del campo maya que permita el desarrollo de una cocina maya de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, así como conocer la opinión de las personas locales con respecto a la finalidad de la información, siendo estos los dueños y actores principales en la implementación de la experiencia turística.

De acuerdo a nuestras variables de estudio se plantea de 2 a 4 preguntas por cada variable que corresponden a las siguientes dimensiones:

Variable 1: Cocina Maya. Objetivo: definir las actividades cotidianas y no cotidianas que se realizan durante un día respecto a la preparación de alimentos en la comunidad. (Vida diaria, Costumbres, Tradiciones, Gastronomía, Principales actividades productivas, Fechas y temporadas para las actividades en el campo, Técnicas agrícolas, Importancia).

Variable 2: Experiencia Sensorial. Objetivo: analizar las actividades que pueden ser desarrollados haciendo uso de los 5 sentidos en relación a la gastronomía en la comunidad. (Uso de los sentidos en el día a día, Importancia, Experiencias, Conocimientos, Características, Expectativas).

Variable 3: Turismo de Base comunitario. Objetivo: determinar los recursos naturales y actividades del campo que pueden ser considerados atractivos gastronómicos en la comunidad. (Conocimientos, Objetivos, Finalidad, Importancia, Desarrollo, Expectativas, Participación, Valorización).

III. RESULTADOS O AVANCES:

Para poder brindar el servicio turístico se crearon comités comunitarios con los actores locales, siendo estas hombres y mujeres de diferentes edades dedicados a labores del hogar,

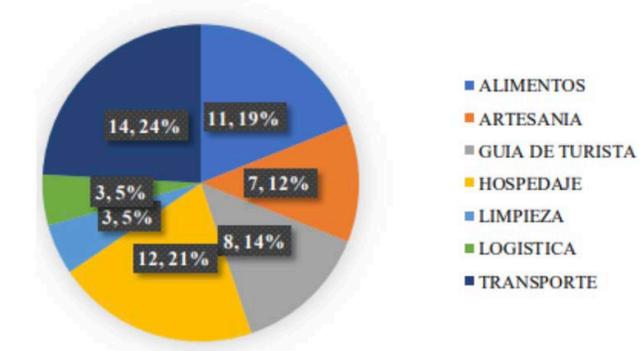
campesinos, apicultores, artesanos, jóvenes que son los conocedores de la comunidad de Laguna Kaná, ubicada en la ciudad de Felipe Carrillo Puerto. La información se presenta en la tabla 1 y la gráfica 1.

Tabla 1.
Integrantes de Comités Comunitarios

COMITES	PERSONAS	MUJERES	HOMBRES
ALIMENTOS	11	8	3
ARTESANIA	7	7	0
GUIA DE TURISTA	8	1	7
HOSPEDAJE	12	9	3
LIMPIEZA	3	0	3
LOGISTICA	3	1	2
TRANSPORTE	14	2	12
TOTAL	58	28	30

Nota: elaboración propia

Gráfica 1.
Personas por Comités



Nota: elaboración propia

Análisis personas por comités: En la tabla 1 se aprecia el total de comités, integrantes y la cantidad de mujeres y hombres por grupo, así mismo en la gráfica 1, se puede observar que del 100% (58 personas) que integran los comités, el 24% (14 personas) conforman el comité de transporte; el 21% (12 personas) son parte del comité de hospedaje; en tercer lugar con el 19% (11 personas) se encuentra conformado el comité de alimentos; el comité de guía de turistas está conformado por el 14% (8 personas); el 12% (7 personas) conforman el comité de artesanía; el 5% (3 personas) conforman el comité de limpieza y el 5% (3 personas) conforman el comité de logística.

Como principal resultado, se presentan una serie de propuestas de actividades a realizar un circuito en Cocina Maya:

Propuesta Actividad 1: “Ma’alob K’iin”

Las frutas que se pueden producir en el campo son muy variadas para esta propuesta se espera al turista con una degustación de frutas de temporada como la naranja dulce, las ciruelas, las toronjas, la sandía, la pitahaya, el melón, el zapote, el mango; donde los turistas puedan vivir la experiencia de cosechar su propia fruta, quitarles la cáscara y poner en práctica el sentido del gusto, el tacto y el olfato en esta primera actividad.

Cuadro 1.

Propuesta actividad 1: Ma’alob k’iin

Horario	Actividad
7:00 am	Recibimiento del turista en la comunidad
7:10 am	Introducción de las actividades a realizar
7:30 am	Presentación y degustación de frutas de temporada
8:00 am	Dirigirse a la Cocina en la selva

Fuente: elaboración propia

Propuesta Actividad 2: “Fogón Maya”

La siguiente propuesta es conocer una cocina tradicional de la comunidad ubicada en la selva, donde al turista se le dará a conocer la forma de preparación de alimentos, así como también se le mostrará las herramientas que se utilizan en la preparación de los alimentos. El turista tendrá la oportunidad de intervenir en la preparación de los alimentos, interactuando con los residentes locales (véase cuadro 2)

Cuadro 2.

Propuesta 2: Fogón Maya

Horario	Actividad
8:10 am	Llegada a la cocina en la selva
8:15 am	Inicia la explicación del fogón maya y cómo se cocinan los alimentos
8:20 am	Encender la leña (fogón)
8:30 am	Recibir la lista de ingredientes que debe cosechar en el área de ka’anchés
8:35 am	Dirigirse al área de Ka’anchés por los ingredientes del platillo
9:20 am	Regreso a la cocina para preparación de los alimentos
10:00 am	Hora de la degustación del plato

Fuente: elaboración propia

Cuadro 3.

Propuesta 3: Ka’anché

Horario	Actividad
8:40 am	Llegada al área de Ka’anchés
8:42 am	Recibir indicaciones para cosechar y sembrar en un Ka’anché
8:50 am	Cosecha de hortalizas e ingredientes
9:00 am	Siembra de hortalizas en los ka’anchés
9:20 am	Regreso a la cocina para preparación del platillo

Fuente: elaboración propia

Propuesta Actividad 3: Ka’anche’

En la propuesta de esta actividad el turista tendrá la experiencia de conocer las técnicas de producción conocidas como Ka’anché, en donde el visitante ya contará con la lista de ingredientes necesarios para la preparación de un plato, por lo que vivirá la experiencia de cosechar esos ingredientes por él mismo, así como tendrá la oportunidad de sembrar nuevas hortalizas, para luego de la recolección de los ingredientes necesarios, regresar a la cocina para comenzar con la preparación del platillo (véase tabla 6).

Propuesta Actividad 4: “Ya’ax Kaan”

Por último, se hace una cuarta propuesta, que es donde el turista tiene un tiempo de disfrutar y degustar el platillo que eligió y preparó en la cocina en compañía de los residentes de la comunidad, los turistas tendrán la oportunidad de dirigirse a unas mesas rústicas en medio de la selva donde podrá disfrutar de la naturaleza poniendo sus sentidos en práctica, o también podrán quedarse en la cocina para degustar sus platillos. Posterior a ellos se podrán dirigir a un área de Hamacas en la selva, para descansar y disfrutar de la naturaleza, antes de realizar otra actividad (véase tabla 7).

Cuadro 4.

Propuesta 4: Ya’ax kaan

Horario	Actividad
10:00 am	Degustación del platillo
10:40 am	Dirigirse al área de hamacas
10:50 am	Relajarse y disfrutar de la naturaleza
11:00 am	Término de la experiencia “Fogones Maya”

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.

Inventario de atractivos con potencial turístico

CATEGORIA	ATRACTIVO CON POTENCIAL TURÍSTICO
DE SITIOS	Lagunas
	Cenotes
	Selvas
	Ruinas
	Senderos
	Árboles antiguos
	Observación de aves, flora y fauna
	Molino
	Arte urbano/murales
FOLKLORE	Religión
	Música
	Creencias
	Lengua
	Hetzmeek
	Fiestas tradicionales
	Gastronomía
EVENTOS/EVENTUALES	Aniversario de la comunidad
	cementerio
ACTIVIDADES ECONOMICAS	Aprovechamiento forestal
	Milpas demostrativas
	Apicultura
	Artesanías
	parcelas
HOGAR	Traspatios
	Fogón
	Xpetén
	Casa tradicional

Fuente: elaboración propia

Sin duda cada itinerario propuesto lleva incluido actividades turísticas que ponen en práctica los sentidos de los visitantes, por lo que estas propuestas pueden ser una estrategia para llamar la atención de los turistas.

Por último, como parte de los resultados, se presenta un inventario de los atractivos con potencial turístico que se puedan aprovechar para crear experiencias complementarias a la propuesta principal.

El centro turístico de Kichpan Kaax (Selva bonita) en la comunidad de Chunhuhub, ofrece una experiencia de cocina maya en donde existe un montaje que recrea como está

compuesta una cocina maya, donde a los visitantes se les da una breve explicación sobre técnicas ancestrales y usos de herramientas mayas.

De igual forma en la comunidad de Señor, Q. Roo, la cooperativa Xyaat ofrece actividades donde se da a conocer la gastronomía maya de una manera tradicional.

Estas actividades propuestas de actividades turísticas se diferencian de las convencionales debido a que, desde antes de comenzar la experiencia, se ponen alerta los sentidos, además de la convivencia con las personas locales, volviendo las experiencias más interactivas y fomentando el Turismo de Base Comunitaria.

IV. CONCLUSIONES:

El surgimiento de proyectos comunitarios se da como una posibilidad para mejorar sus condiciones de vida a raíz de las afectaciones de la pandemia del Covid-19, que como investigadores presentó algunas complicaciones para realizar la investigación, principalmente en la investigación de campo donde las personas de la comunidad sentían un poco de desconfianza para interactuar y recabar la información, además de los costos de traslado a la comunidad y la estadía los días de realizar el diagnóstico etnográfico.

Afortunadamente en el caso de la comunidad de Laguna Kaná y de acuerdo con el resultado de las entrevistas y la información recolectada a través de la guía de observación, las personas de la comunidad se mostraron interesadas en la realización de este tipo de actividad turística, permitiendo conformar siete comités con un total de 58 personas interesadas en el proyecto, esto debido a que representa una oportunidad de poder obtener un ingreso diferente al de sus actividades de la agricultura, la ganadería o la apicultura.

Por lo que se concluye que en base a la hipótesis planteada, la comunidad de Laguna Kaná Quintana Roo, México, posee producción agrícola local y atractivos del campo maya aptos para desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial, es aceptada, debido a que se realizan diversas actividades cotidianas y no cotidianas relacionadas con la elaboración de platillos que pueden ser de interés turístico, de igual forma se identificó que en la comunidad hay recursos naturales que pueden ser aprovechados para poder realizar actividades turísticas, principalmente en el campo maya en donde se pone en práctica el sentido del gusto, el olfato, el tacto, el oído y principalmente la vista, realizando actividades rutinarias que para los actores locales puede ser algo común, pero para una persona externa a la comunidad, sería una experiencia inigualable. De igual manera la comunidad cuenta con la infraestructura para poder brindar alimentación, a los turistas que los visiten.

Por último, se enfatiza que la comunidad no dependerá del turismo, sino que esta será una actividad complementaria en sus actividades cotidianas en la comunidad y se determinará la capacidad de carga del lugar para no alterar los recursos con los que cuentan y mucho menos su identidad cultural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). Selección de la muestra. En *Metodología de la Investigación* (6ª ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill.
- Pacheco & Henríquez (2016). El turismo de base comunitaria y los procesos de gobernanza en la comuna de Panguipulli, sur de Chile. *Gestión Turística*, (25),42-62. [fecha de Consulta 4 de agosto de 2022]. ISSN: 0717-1811. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223353237003>
- Hernández, J. G. (2014). *Gestión Cultural Sensitiva: Experimentar en Patrimonio por medio de los 5 sentidos*, el proyecto (V) idearium y la teoría Tempura. Obtenido de Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura. Educación.: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5385946>
- Howes, David (2014). El creciente campo de los Estudios Sensoriales. *Revista Latinoamericana de Estudios sobre Cuerpos, Emociones y Sociedad*, 6(15),10-26. [fecha de Consulta 3 de octubre de 2021]. ISSN: 1852-8759. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273231878002>
- Lorena, Mata (2018). Identidad de la marca país México a través de una perspectiva cultural. Toluca estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94302/Tesis%20Lorena%20Mata%20Documento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ONU (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sustentable*. Recuperado el 2 de noviembre de 2021. Disponible en <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>
- ONU (s.f.). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 2 de noviembre de 2021. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311197/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- Pacheco Habert, Guillermo, & Henríquez Zúñiga, Christian (2016). EL TURISMO DE BASE COMUNITARIA Y LOS PROCESOS DE GOBERNANZA EN LA COMUNA DE PANGUIPULLI, SUR DE CHILE. *Gestión Turística*, (25),42-62. [fecha de Consulta 25 de octubre de 2021]. ISSN: 0717-1811. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223353237003>
- Palomino Villavicencio, B., Gasca Zamora, J., & López Pardo, G. (2016). El turismo comunitario en la Sierra Norte de Oaxaca: perspectiva desde las instituciones y la gobernanza en territorios indígenas. *El periplo sustentable*, (30), 6-37. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90362016000100006
- Viera, L. (2015). Las manifestaciones folclóricas para la práctica del turismo vivencial en el pueblo de Urcay, provincia de Patate, región La Libertad. Pdf. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/840>

PROPAGACIÓN POR SEGMENTOS NODALES DE LENTEJILLA (*LEPIDIUM VIRGINICUM* L.) EN CONDICIONES IN VITRO

¹ Candelaria Juárez Cayetano, Karly_cande@hotmail.com

² Mariana Miranda Arámbula, mmirandaa@ipn.mx

³ Aarón Comunidad Villa, acv_comunidad@hotmail.com

RESUMEN

Lepidium virginicum, es una arvense de gran importancia medicinal, utilizada para tratar diversas afecciones en la salud humana, como el cáncer de colon. El presente trabajo tuvo como objetivo propagar a *Lepidium virginicum* por medio de segmentos nodales en condiciones in vitro, utilizando medio MS en fase sólida, complementada con cisteína. Se utilizaron segmentos nodales de plantas elite. Para la desinfestación, se realizaron dos protocolos con variaciones en la concentración y tiempo de inmersión, en el primero se utilizó etanol al 10% durante 10 minutos; posteriormente se aplicó hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% con 2 gotas de tween al 20 % durante 5 minutos en constante agitación y, finalmente con etanol al 10% por 10 minutos. En el segundo protocolo, se utilizó etanol al 15% durante 5 minutos, hipoclorito de sodio al 15 % durante 3 minutos y tween 20 al 100% durante 5 minutos. Se evaluó el tiempo de proliferación en corte longitudinal y transversal, se compararon los perfiles de *Bachcharis salicifolia* y *Lepidium virginicum* por medio de cromatografía en capa fina. Se obtuvo desarrollo de nódulos a los 4 días de cultivo; con un rango de entre 6 a 12 hojas por cada brote, los protocolos establecidos fueron eficientes debido a que no hubo contaminación. Los segmentos de corte longitudinal presentaron proliferación a partir del día 4, a diferencia del corte transversal que presentó brotación a los 6 días de cultivo, varias muestras presentaron enraizamiento y floración in vitro. Se concluye que el medio MS adicionado con cisteína, y la aplicación del corte longitudinal generaron mayor número de brotación de nódulos en menor tiempo; a diferencia de otros investigadores, quienes han obtenido resultados después de 15 días. Asimismo, los tratamientos de desinfestación fueron eficientes, y respecto al perfil cromatográfico, las dos especies podrían compartir compuestos químicos.

ABSTRACT

Lepidium virginicum, is an weed of great medicinal importance, used to treat various conditions in human health, such as colon cancer. The objective of this work was to propagate *Lepidium virginicum* through nodal segments under in vitro conditions, using solid phase MS medium, supplemented with cysteine. Nodal segments from elite plants were used. For the disinfection, two protocols were carried out with variations in the concentration and immersion time during, in the first one 10% ethanol was obtained for 10 minutes; Subsequently, 5% sodium hypochlorite (NaClO) was applied with 2 drops of 20% tween for 5 minutes under constant pressure and, finally, with 10% ethanol for 10 minutes. In the second protocol, 15% ethanol was obtained for 5 minutes, 15% sodium hypochlorite for 3 minutes, and 100% tween 20 for 5 minutes. Deterioration time in longitudinal and cross sections was evaluated, the profiles of *Bachcharis salicifolia* and *Lepidium virginicum* were compared by means of thin layer chromatography. Nodule development was obtained after 4 days of culture; With a range of between 6 to 12

PALABRAS CLAVE

Asepsia
Fitorreguladores
Medio cultural
Propagación

KEYWORDS

Asepsis
Phytoregulators
Culture medium
Propagation

¹ Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla/estudiante de Licenciatura.

² Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada IPN/docente-investigadora.

³ Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla /docente-investigador.

leaves per shoot, the protocols were efficient because there was no contamination. The longitudinal cut segments appeared from day 4, unlike the cross section that appeared budding on the 6th day of culture, several samples appeared rooting and flowering in vitro. It is concluded that the MS medium added with cysteine, and the application of the longitudinal cut generated a greater number of nodule sprouting in less time; unlike other researchers, who have obtained results after 15 days. Likewise, the disinfection treatments were efficient, and regarding the chromatographic profile, the two species could share chemical compounds.

I. INTRODUCCIÓN

En México las plantas medicinales representan patrimonio cultural, destacando su utilidad hasta el día de hoy, como el principal recurso terapéutico para tratar diversos malestares relacionados con la salud humana (Ávila et al., 2016). De esta forma, son una alternativa para disminuir la utilización de medicamentos farmacéuticos, debido a que sus efectos secundarios son menores (Heisler et al., 2015).

Actualmente, las plantas medicinales constituyen un amplio campo de investigación enfocada principalmente a sus propiedades medicinales, estudios de los principios activos, denominados metabolitos secundarios (SEMARNAT, 2021); asimismo, existe la necesidad de propagar, preservar y aplicar técnicas recientes, utilizando avances biotecnológicos para el desarrollo de nuevas investigaciones que generen nuevos beneficios en el área de la medicina (Camacho-Escobar et al., 2020).

En este sentido, *Lepidium virginicum* es una arvense medicinal que, en estudios recientes, han demostrado función protectora contra algunos componentes carcinogénicos (Martínez, 2021); trata problemas renales, afecciones de la piel, diabetes, fitoterapia y además inhibe el crecimiento de algunos protozoos como *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*, que son los principales causantes de la diarrea en la población humana (Brucato et al., 2014). Por ser una planta con diversas propiedades biológicas, los científicos demandan cantidad de órganos vegetales para proseguir con el desarrollo de nuevos estudios.

Por otra parte, a falta de conocimiento y confianza de las propiedades medicinales de *L. virginicum*, la ha llevado al desinterés en la sociedad provocando que este expuesta a perder sus propiedades biológicas (Camacho-Escobar et al., 2020), especialmente porque son plantas que enfrentan un alto grado de presión antropogénica y por la competencia que existe con otras plantas por diferentes factores fisicoquímicos (Mora, 2008).

Adicionalmente, se considera necesario incluir estudios de variabilidad genética, conservación in situ o ex situ, evaluaciones de cultivo con respecto a requerimientos de siembra, rendimiento de principios activos, y la certificación del material que ingresa en el mercado (Brucato et al., 2014).

Aunado a lo anterior, se puede analizar el impacto ecológico, económico y cultural que tendría el establecer técnicas para su propagación, entre las cuales su aprovechamiento influye en el estudio de nuevos componentes para la industria farmacológica, en el sentido ecológico, las arvenses permiten buena cobertura del suelo y evitan la erosión (Rojas y Ramírez, 2013). En el aspecto cultural, se pueden preservar los conocimientos tradicionales del uso de las plantas medicinales y dentro del impacto ambiental, se pretende establecer sistemas biológicos con el fin de poder responder lo que demanda el desarrollo sustentable y el trabajo científico con plantas potenciales, asimismo, es de vital importancia para la protección de la biodiversidad del país (Rosales et al., 2019).

Para solucionar estas limitaciones, la biotecnología emplea técnicas como el cultivo de tejidos vegetales, considerada como la alternativa para aumentar el porcentaje de propagación mediante la siembra de semillas, cultivo de segmentos nodales, hojas, raíces y otras partes vegetales para conseguir propagación masiva de plantas idénticas al progenitor en poco tiempo (González et al., 2021), esta técnica se basa en el cultivo de tejidos o células vegetales, en medios nutritivos adecuados para la especie, bajo condiciones asépticas y para evitar la presencia de microorganismos; permitiendo el desarrollo de plantas enteras a partir de explantes (Acosta, 2015).

Aunado a lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación fue propagar la especie de *L. virginicum*, por medio de segmentos nodales en condiciones in vitro, utilizando medio de cultivo MS (Murashige & Skoog) con fitorreguladores de crecimiento, así como seleccionar la planta elite, aplicar protocolos de desinfección, realizar tipos cortes longitudinales y transversales, realizar cromatografía en capa fina; comparando *Lepidium virginicum* y *Baccharis salicifolia*, a su vez, se analizaron los parámetros morfométricos de las plántulas obtenidas.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación, se realizó durante el periodo febrero-abril del 2022 en el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), se encuentra situado en la Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tetlatlahuca, Tlaxcala, México. Con coordenadas a una longitud de 98°21'58.36"W, latitud 19°16'52.21"N. Tiene una temperatura media anual de 14°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de 25°C entre los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 1.5°C en el mes de enero.

Medio de cultivo

El medio de cultivo empleado fue preparado con 500 ml de agua desionizada estéril y se le agregó 1.1 gL⁻¹ de medio Murashige y Skoog (MS), 0.0025 gL⁻¹ de cisteína, suplementado con 7.6 gL⁻¹ de sacarosa y se ajustó el pH a 5.8, posteriormente se le agregó 1.1 gL⁻¹ de phytigel, finalmente se puso en la parrilla de agitación magnética para homogeneizarlo con 0.5 gL⁻¹ de Poly (vinylpyrrolidone) para disolverlo completamente.

Después de preparar el medio, fue vertido en 20 frascos de vidrio con 20 mL a cada uno. Posteriormente, fueron esterilizados en autoclave durante 15 minutos a una presión de 15 lb (126.5 °C). El material de cristal, pinzas y agua fue esterilizado de manera independientemente durante 30 minutos a 10 lb de presión (115.5 °C).

Colecta de material biológico

Se seleccionaron plántulas con las mejores características vegetativas, con una altura aproximadamente de 35 cm. Posteriormente, se colectaron las zonas meristemáticas de *L. virginicum* de aproximadamente 10-12 cm de longitud. Después, las varetas fueron llevadas al laboratorio para aplicarles un pretratamiento con agua desionizada y jabón comercial.

Desinfestación de segmentos nodales

Las varetas fueron desinfestadas superficialmente dentro de la campana de flujo laminar. Para ello, se realizaron 3 enjuagues con agua desionizada estéril, enseguida se les agregó etanol al 10%, se mantuvo en constante agitación durante 10 minutos, y fueron enjuagados 3 veces con agua desionizada estéril. Luego se les agregó hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% con 2 gotas de tween al 20% durante 5 minutos en constante agitación y fueron enjuagados 3 veces con agua desionizada estéril, posterior a ello, se realizó un último lavado con etanol al 10% durante 10 minutos y se realizaron los enjuagues. Este primer protocolo se realizó el 31 de febrero del 2022. Posteriormente, el segundo protocolo se realizó el 04 de marzo del 2022.

Enseguida, las varetas fueron colocadas en una caja petri para proceder al corte de los segmentos, utilizando pinza y bisturí No. 4, los segmentos nodales tenían una longitud aproximada de 0.8 a 1.0 cm con cortes terminales longitudinal y transversal. Con respecto al corte longitudinal, fueron cortados del centro del segmento nodal para dividirlo en dos partes iguales con presencia de zonas meristemáticas.

E

stablecimiento de cultivo

En todo momento de la siembra, las pinzas fueron desinfectadas con etanol al 90°, se procuró que el segmento-medio estuvieran en contacto. Al término de la siembra, los frascos fueron sellados con clean pack y se colocaron en la cámara de germinación, a un rango de temperatura de 22°C.

Cromatografía en capa fina en fase normal

Se utilizaron extractos completos de *Bachharris salicifolia* y *Lepidium virginicum* ya evaporados con un rotavapor; posteriormente fueron resuspendidos con dicloro metano metanol (DCM: MeOH) al 1:1 hasta que se disolvieron completamente las dos muestras en recipientes independientes.

Posteriormente, en placas de silica gel en fase normal, se aplicaron 4µ aproximadamente de cada muestra, enumerándolos como carril 1: *B. salicifolia* y carril 2: *L. virginicum*. A continuación, la placa fue colocada en una cámara de vidrio, se agregaron 2 mililitros de sistema móvil, compuesto por: 1.4 mililitros de DCM y 0.6 mililitros de MeOH. Se dejó realizar el recorrido hasta el 90% de la placa, posteriormente la placa fue extraída y se dejó secar a temperatura ambiente, para posteriormente ser revelados con luz U.V. a una longitud de 266nm y 254nm

III. RESULTADOS

Desinfestación

En cuanto a la desinfestación, *Lepidium virginicum*, todavía no se tienen reportes en la literatura, sobre una metodología aséptica aplicada para segmentos nodales. Por lo que, se establecieron dos protocolos de desinfestación: el primero consistió en un lavado con etanol al 10% durante 10 minutos, seguidamente con hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% con 2 gotas de tween al 20% y el último lavado fue con etanol al 10% por 10 minutos; en el segundo protocolo se utilizó etanol al 15% durante 5 min, después con NaClO al 15% por 3 minutos y el último lavado solo fue con tween al 20% durante 5 minutos. Ambos protocolos resultaron exitosos, no hubo presencia de patógenos, ni de contaminación.

Aunado a lo anterior, Osuna et al. (2006) realizaron desinfestación similar al protocolo establecido. El en cual utilizaron 50 gr de semillas de *L. virginicum*, fueron lavados superficialmente con etanol al 70% durante 30 segundos, posteriormente

con hipoclorito de sodio (NaClO) al 0.33% durante 3 minutos y después de cada lavado fue enjuagado con agua desionizada estéril. Los resultados obtenidos fueron similares a los obtenidos en la presente investigación, debido a que se obtuvo un 100% de semillas germinadas libres de patógenos, sin embargo, en el presente estudio se realizó con segmentos nodales.

Así mismo, Bhasin et al. (2015), reportan una efectiva desinfección de entrenudos, con la especie *L. sativum*, utilizando bavistina y cloruro de mercurio (HgCl₂) al 0.1 % (p/v) durante 5 minutos, seguido de alcohol al 70% durante 1 minuto y luego fueron enjuagados tres veces en agua destilada estéril.

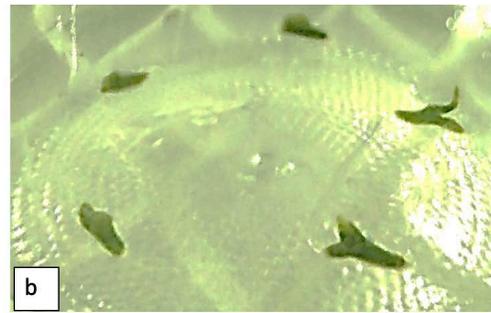
A diferencia de lo realizado en la presente investigación;

Brucato et al. (2006), utilizaron un fungicida de uso comercial, donde asperjaron plántulas de *L. virginicum* con Horticol® (10 mg L⁻¹), por cuatro días, durante dos semanas, posteriormente, fueron utilizadas para realizar cultivo in vitro por medio de microesquejes. Al aplicar esta metodología, algunos explantes presentaron clorosis y perdieron su capacidad de respuesta.

En lo que respecta a los protocolos de desinfección, llevados a cabo en el presente estudio, mostraron gran variación con respuesta a la brotación de nudos, el tratamiento testigo retraso de manera significativa los brotes, en ambos no hubo presencia de contaminación (Figura 1).

Figura 1.

Segmentos nodales de L. virginicum, con el protocolo de control para la desinfección superficial a los 6 días de cultivo. a) corte longitudinal, b) corte transversal.



Tipo corte

En esta fase, los segmentos nodales fueron obtenidos a partir de yemas apicales, cada segmento tuvo una longitud de 0.7 a 1.0 centímetros. Se realizaron dos tipos de corte; para los segmentos de *L. virginicum*: longitudinal en las áreas terminales del segmento y cortes transversales por toda la sección. Con el corte longitudinal se logró mayor proliferación, con incremento gran número de brotes por explante durante 4 días (Figura 2). Debido a que facilitó el contacto directo del explante con el medio de cultivo en solo una dirección, permitiendo la absorción de nutrientes y reguladores del crecimiento.

Mientras que los segmentos nodales, aplicando corte transversal, proliferaron lentamente, después de 4 días (Figura 3). Mroginski et al. (2004), afirman que el tamaño y la zona utilizada influye en la regeneración, debido a que, si es tomado de una porción meristemática hay mayor proliferación de células, lo cual quedó demostrado al realizar la presente investigación.

Sin embargo, es preciso destacar que, hasta la fecha no se ha estudiado la respuesta de tipos de corte aplicados en cultivo in vitro para la familia Brassicaceae.

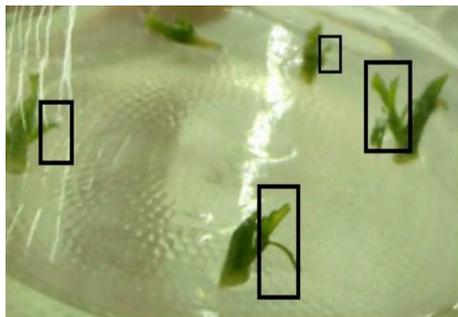


Figura 2.
Segmentos nodales, con corte longitudinal a partir de los 4 días. Se observa mayor proliferación de brotes.

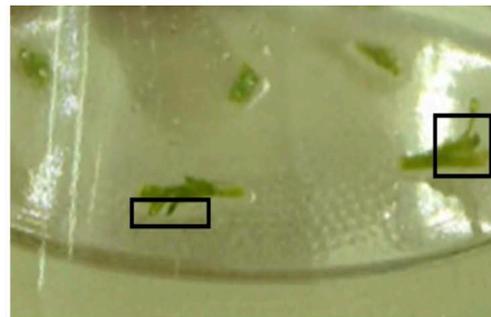


Figura 3.
Segmentos nodales con corte transversal, a partir de los 4 días. Se observa menor proliferación de brotes.

Proliferación de nódulos

La respuesta a la proliferación de brotes por nódulos, indicó que en el medio sólido utilizado con Murashige y Skoog (MS) al 100%, adicionado con 0.0025 gL⁻¹ de cisteína, se obtuvo un promedio desarrollo de 66.6 % en donde 10 de cada 15 segmentos nodales proliferaron de manera efectiva a partir de los 4 días del cultivo (Figura 4 y 5).

Los segmentos cultivados respondieron en menor tiempo, pero se obtuvo escasa cantidad de proliferación, a diferencia de los resultados obtenidos por Osuna et al. (2006), donde realizó inducción morfogénica de cotiledones y yemas apicales de la especie de *L. virginicum*, obteniendo brotación a partir de los 15 días de cultivo; dentro de dicho estudio se utilizó MS al 100% suplementado con ácido indol-3-acético (AIA) 0.1 gL⁻¹ y cinetina (CN) 3 gL⁻¹, donde 9 de cada 10 explantes desarrollaron brotación.

Por otra parte, en un trabajo de investigación realizado por Tapia et al. (2001) realizaron inducción morfogénica de explantes de hipocótilo de *L. virginicum*, obteniendo el 93% de formación de brotes a los 90 días de cultivo. En el cual utilizaron medio MS adicionado con ácido indol butírico (IBA) 3 gL⁻¹. Dicho estudio mostro diferencia, respecto a los días de brotación del presente trabajo realizado.

Sin embargo, Brucato et al. (2014) efectuaron micropropagación de *L. virginicum* por medio de microesquejes y

tallos, en medio MS modificado con 3 gL⁻¹ de 6-bencilaminopurina (BA) y 4 gL⁻¹ de BA, en donde obtuvieron resultados escasos, consecuencia de factores químicos y ambientales relacionado con la propagación in vitro.

Así mismo Bhasin et al. (2015) reportó la micropropagación por medio de entrenudos, ápices y cotiledones de *L. sativum*, utilizando medio MS, combinado con IAA 2.0 gL⁻¹ y BAP 5.0 gL⁻¹ o 2.0 gL⁻¹. Es preciso mencionar que, en la investigación realizada se obtuvo el 100% de efectividad en brotes. El rango de días por brote de ápice fue de 15 a 25 días, hojas cotiledóneas de 15 a 29 días y entrenudos fue de 38 a 45 días.

Mientras tanto Brucato et al. (2006), obtuvieron mayor proliferación de *L. virginicum*, en cultivo de microesquejes, por medio MS adicionado con 1 mL⁻¹ de BA, con un rango de brotación de 15 a 30 días. Reportaron que la adición de una auxina junto con esta citoquinina disminuye la formación de los mismos.

Por otra parte, el medio utilizado resulto afectivo para que las plántulas presentaran un excelente desarrollo vegetativo en menos días (Figura 6), a diferencia de otros trabajos realizados, que muestran gran cantidad de proliferación con un rango de 15 a 90 días. Considerando el número de proliferaciones, sería indispensable realizar gran cantidad de unidades experimentales para obtener mayor proliferación en menos tiempo.

Figura 4.

Proliferación de brotes a los 8 días de cultivo (corte transversal) con un rango de 6 a 7 hojas.



Figura 5.

Proliferación de brotes a los 8 días de cultivo (corte longitudinal) con un rango de 7 a 12 hojas.



Figura 6.

Desarrollo vegetativo de brotes a los 15 días de cultivo. a) corte longitudinal, con floración. b) corte transversal, sin flores.



Floración

La presencia de flores de *L. virginicum*, ocurrió a los 12 días dentro de los frascos de cultivo. De los cuales 10 segmentos nodales presentaron floración (Figura 7). Durante el tiempo de estudios se registraron dos frascos con floración, el frasco uno presentó 6 flores y el segundo de 9 flores. Resultados similares obtuvo Osuna et al. (2016) al propagar plantas in vitro de *L. virginicum* y adaptarlos en sustrato, en condiciones de invernadero, presentaron flores con semillas viables a los 15 días.

Cabe mencionar que el trabajo reportado presentó floración in vitro, por lo cual se pudo visualizar el desarrollo de las mismas, así como el número de botones florales.

Figura 7.

Floración a los 12 días de cultivo, principalmente en segmentos de corte longitudinal de la especie de *L. virginicum*.



Enraizamiento

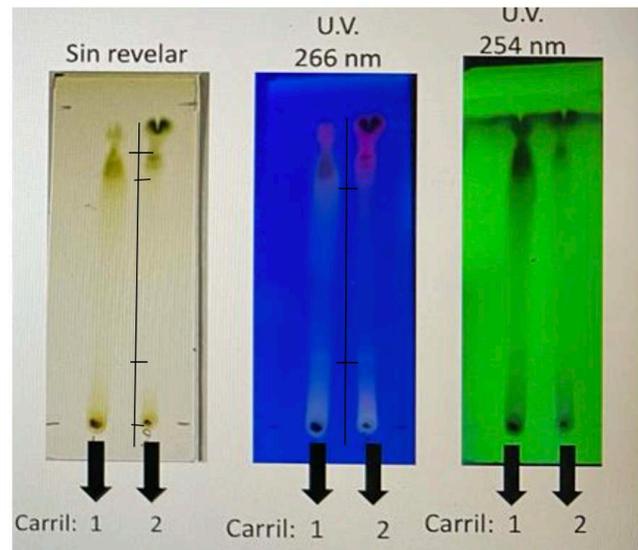
Respecto al enraizamiento, el primer tratamiento realizado permitió el desarrollo de raíces a los 12 días de cultivo, sin embargo el segundo tratamiento retardó el enraizamiento. Resultados similares obtuvieron Osuna et al. (2006), al sembrar brotes con medio MS complementado con ácido indolbutírico (IBA) 14.76 gL^{-1} , obteniendo raíces a los 15 días. Por otra parte, Tapia et al. (2001), indujeron enraizamiento de *L. virginicum* a los 150 días de cultivo utilizando medio MS con IBA 3 gL^{-1} . Lo cual indica que el medio utilizado en la investigación, resultó ser más eficiente debido a que no se utilizó un tratamiento para la inducción de raíces, así como también se obtuvieron en menor tiempo.

Cromatografía en capa fina (Fase normal).

Al revelar la placa con luz ultravioleta (U.V.), a una longitud de 266 nm se pudieron visualizar bandas de color rosa en menor proporción del carril 1 de *Bachharis salicifolia* y en el carril 2 de *L. virginicum*, se pudo observar el color rosa, con mayor intensidad. Al revelarlos a 254 nm de la luz U.V. Se visualizaron coloraciones variables al café en mayor cantidad en el carril 1 de *Bachharis salicifolia* y en el carril 2 de *L. virginicum* hubo menor presencia de coloración (Figura 8). Se visualizó poca variación de coloraciones de las dos especies, indicando que ambas especies pueden llegar a compartir compuestos, alguna con mayor concentración y otra en menor proporción. Comparando la coloración obtenida en el trabajo de Martínez (2021) realizado con extractos de *L. virginicum*; el color café, representó la presencia de esteroides.

Figura 8.

Visualización en luz U.V. carril 1: *Bachharis salicifolia* y carril 2: *Lepidium virginicum*, resuspendidos con dicloro metano metanol (DCM: MeOH).



IV. CONCLUSIONES

De acuerdo al medio utilizado, para la inducción de segmentos nodales a partir de Murashige y Skoog (MS) complementado con cisteína utilizando 0.0025 gL^{-1} , fue eficiente con respecto a la proliferación de los nudos de los segmentos en cuatro días de cultivo, comparado a lo realizado por otros autores; con un rango de 10 a 15 segmentos, presentaron proliferación de nódulos de las unidades experimentales realizadas. Asimismo, presentaron de 6 a 12 hojas por cada brote

de *L. virginicum*. Por tal motivo, el uso de reguladores de crecimiento suele ser importante para el desarrollo vegetativo de plantas con diferentes tipos de interés y la utilización de antibióticos no es indispensable para todos los cultivos.

Por otra parte, el tipo de corte también influyó en la proliferación de brotes, debido a que se registraron y se compararon los días de proliferación en corte longitudinal y transversal. Hubo variación de dos días, respecto al corte longitudinal; llegó a presentar floración in vitro a los 13 días con un rango de 5 a 9 botones por cada inflorescencia y a los 15 días hubo presencia de desarrollo de raíces de *L. virginicum*.

En el presente estudio, se reportaron dos protocolos de desinfección con una diferencia de concentración y tiempo de inmersión de las sustancias utilizadas para los segmentos nodales en cultivo in vitro. Los protocolos resultaron eficientes, debido a que no hubo presencia de contaminación o algún tipo de patógeno que pudiera afectar a la especie *L. virginicum*. Comparando los dos protocolos, el primero, permitió el desarrollo vegetativo a los 4 días y el segundo retrasó la proliferación de nódulos por 2 días de diferencia. Lo anterior, podría ser utilizado para el estudio de otras especies.

Respecto a la cromatografía en capa fina, *B. salicifolia* y *L. virginicum*, comparten ciertos componentes, mismos que pueden caracterizarlos por ser plantas silvestres.

Finalmente, es importante mencionar los retos afrontados en la investigación durante la pandemia, en los cuales se trabajó con tiempo limitado dentro de los laboratorios para evitar la concentración de estudiantes y docentes, así como a través de un sistema híbrido que consistió en trabajar algunos días en laboratorios y otros en línea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. A. (2015). Embriogénesis somática en café (*Coffea canephora* y *Coffea arabica*) para su aplicación y adopción de sistemas de micropropagación masal. Carrera de Biología. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Ecuador. 65 páginas.
- Ávila, M., García S., Sepúlveda A. y Godínez M. (2016). Plantas medicinales en dos poblados del municipio de San Martín de las pirámides, estado de México. *Polibotánica*. Núm. 42. 215-245 páginas. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682016000200215&script=sci_abstract
- Bhasin, P., Bansal D., Grewal A. y R. Sehrawat A. (2015). Rapid Micropropagation of *Lepidium sativum* L. - A Medicinal Herb for Folklore Remedies. *Journal of Pharmacy Research*. 9(7). 480-483 pages.
- Brucato, G., Graziella M., Trujillo I. y Oropeza M. (2006). Micropropagación de *Lepidium virginicum* L. a partir de microesquejes. *Agronomía Trop*. 56 (4). 596-600 páginas.
- Brucato, M., Lindorf, H., Trujillo, I y Oropeza, M. (2014). Morfoanatomía comparada de hojas de *Lepidium virginicum* L. (Mastuerzo) Brassicaceae en condiciones in vivo e in vitro. *Acta Botánica Venezolana*. 37(1) Pp. 31-42 páginas.
- Camacho-Escobar M., Ramos-Ramos D., Ávila-Serrano N., Sánchez-Bernal E. y López-Garrido S. (2020). Las defensas físico-químicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. *Terra Latinoamericana*. 3 (2). 443-453 páginas. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792020000300443&script=sci_abstract
- González, M., Caycedo C., Fernanda M., Flórez V. y Garzón M., (2021). Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de coliflor (*Brassica oleracea* L.) var. *Botrytis* DC. *Agronomía Colombiana* 25(1). 54-6 páginas.
- Heisler, E., Budó, M, Schimith, M., Badke, M., Ceolin, S., y Heck, R. (2015). Uso de plantas medicinales en el cuidado de la salud: la producción científica de tesis y disertaciones de enfermería brasileña. *Enfermería Global*. Núm. 29. 390-403 páginas. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3186/1/nf70a367f.pdf>
- Mora, A. (2008). Acciones para la conservación de plantas: amenazas, retos y perspectivas. *La Granja*. 7(1). 21-24 páginas.
- Osuna, L., Tapia M., Figueroa O., Jiménez E., Garduño M., González M., Carranza P. y Cruz D. (2006). Micropropagation of *Lepidium virginicum* (Brassicaceae), a plant with antiprotozoal activity. *In Vitro Cell. Developmental Biol., Plant. Num.* 42. 596-600 pages. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/20461629>
- Rojas, S. y Vibrans H. (2009). Catálogo de malezas de México: Familia Brassicaceae (crucifera). México. 227 páginas. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: <https://docplayer.es/95390968-Catalogo-de-malezas-de-mexico-familia-brassicaceae-cruciferae-sonia-rojas-heike-vibrans.html>
- Rosales-López, Arnáez-Serrano, Moreira-González, Garro-Monge, Agüero-Hernández, Jiménez-Quesada, Abdelnour-Esquivel, Calvo-Castro. (2019). Investigaciones en plantas con potencial bioactivo. *Tecnología en Marcha*. Núm. 32. 12-21 páginas.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021). Plantas medicinales de México. México. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico?idiom=es>
- Tapia M., González M. y Osuna L. (2001). Efecto antiprotozoario de la planta mexicana propagada in vitro *Lepidium virginicum* L. (Brassicaceae). Centro de Investigación Biomédica del Sur. Morelos, México. 1 página. Consultado el 17 de enero del 2022. Disponible en: https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XII/CXII-13.pdf

EXPANSIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS EN SERIES DE FOURIER MEDIANTE PYTHON

¹Juan Manuel Juárez Rodríguez, m21371210@apizaco.tecnm.mx

²Ana Patricia Jaimes Marcelo, m21371210@apizaco.tecnm.mx

³Raúl Cortés Maldonado, raul.cm@apizaco.tecnm.mx

⁴Haydee Patricia Martínez Hernández, hayde.mh@apizaco.tecnm.mx

RESUMEN

La expansión en series de Fourier es una herramienta matemática que permite resolver problemas complejos de la ingeniería, por ejemplo, para resolver problemas de vibraciones de cuerdas, transferencia de calor, procesamiento de señales, entre otros. El objetivo fundamental de las series de Fourier es descomponer señales periódicas, continuas o a trozos, en términos de una combinación lineal de señales sinusoidales y cosenoidales. En este trabajo se presenta un estudio descriptivo-cualitativo de alcance exploratorio, que propone una herramienta didáctica computacional para la reconstrucción de señales periódicas utilizando las series trigonométricas de Fourier, aplicando el sistema de álgebra computacional de Python para obtener los coeficientes a_0 , a_n y b_n , ra señales periódicas de hasta cuatro trozos definidas por el usuario. Asimismo, se presenta una propuesta metodológica para aplicarla en cursos de nivel superior para el estudio analítico y gráfico de la expansión en series de Fourier de señales periódicas definidas a trozos.

PALABRAS CLAVE

Coefficientes de Fourier
Python
Señal a trozos
Expansión

ABSTRACT

ABSTRACT: Fourier series expansion is a mathematical tool that allows solving complex engineering problems, for example, to solve problems of string vibrations, heat transfer, signal processing, among others. The fundamental objective of the Fourier series is to decompose periodic signals, continuous or piecewise, in terms of a linear combination of sinusoidal and cosine signals. In this work, a descriptive-qualitative study of exploratory scope is presented, which proposes a computational didactic tool for the reconstruction of periodic signals using Fourier trigonometric series, applying the Python computational algebra system to obtain the coefficients a_0 , a_n and b_n , periodic signals of up to four user-defined chunks. Likewise, a methodological proposal is presented to apply it in higher level courses for the analytical and graphical study of the Fourier series expansion of piecewise defined periodic signals.

KEYWORDS

Coefficients of Fourier
Python
Chunky signal
Expansion



I. INTRODUCCIÓN:

La formación de los estudiantes de ingeniería se caracteriza por los fundamentos matemáticos y físicos que deben comprender y dominar desde los primeros ciclos del nivel superior. En particular, el tema de series trigonométricas de Fourier representa una gran dificultad de comprensión para los estudiantes, ya que involucra la resolución de integrales complejas, así como el gráfico de funciones generado por otras funciones (Gonzalez Avid y Lopez Gianmarco, 2021).

El uso de las tecnologías y herramientas didácticas para la solución de este tipo de problemas permite que el estudiante adquiera una mayor comprensión del tema debido a las prácticas y escenarios con lo que se ve involucrado, además de lograr conseguir analizar un mayor número de ejemplos sin la necesidad de dedicarle un tiempo desmesurado a la solución de problemas que representen una mayor complejidad como es el caso de funciones de más de tres trozos (Giménez-Palomares et al., 2018), (Maggiolini et al., 2017).

Las funciones periódicas pueden representarse por medio de series de Fourier (Suslov, 2002), su aplicación es amplia en el ramo de la ingeniería, por ejemplo, (Marturet P. et al., 2015) modelaron potenciales energéticos en turbinas helicoidales, donde la posición angular y la oscilación del torque de la turbina son resueltas mediante una función de series infinitas sinusoidales partiendo de las series de Fourier, por otro lado (Cruz Sanabria et al., 2021) en su trabajo realizaron métodos de interpolación Series de Fourier y Whittaker para el monitoreo de cultivos mediante el procesamiento de imágenes y el uso de los dos métodos antes mencionados, obtienen series temporales de datos continuos a partir de datos discontinuos. Por su parte (G. de Carvalho et al., 2005) realizaron un modelo para predecir la productividad de cultivo de café donde utilizó un análisis armónico por series de Fourier y a partir de ello calcularon los coeficientes de Fourier para finalmente realizar la suma de siete sumas parciales, sin embargo, su modelo no resultó adecuado debido a presentó errores en la estimación.

Realizar el análisis y cálculo de coeficientes de Fourier de forma escrita, así como las integraciones que involucran para obtener su correspondiente expansión en series de Fourier, resulta sumamente complicado para funciones definidas a trozos que consideran la presencia de funciones rampa o

sinusoidales, sobre todo cuando se desea obtener una suma parcial mayor a tres. Por este motivo, surge la necesidad desde el punto de vista didáctico el ejecutar estas operaciones a través de un código de programación. El enfoque de este trabajo está dedicado al aspecto práctico y didáctico, desarrollando así una herramienta computacional que resulte de utilidad para los estudiantes de licenciatura y posgrado, de tal manera que permita analizar problemas complejos de cursos introductorios de Análisis de señales sin necesidad de desarrollarlos de forma escrita a detalle durante las actividades de aula.

En este trabajo se presenta un estudio descriptivo-cualitativo de alcance exploratorio, que propone una herramienta didáctica computacional para la reconstrucción de señales periódicas utilizando las series trigonométricas de Fourier, aplicando el sistema de álgebra computacional de Python para obtener la forma analítica de los coeficientes a_0 , a_n y b_n , para señales periódicas de hasta cuatro trozos definidas por el usuario. Asimismo, se presenta una propuesta metodológica para aplicarla en cursos de nivel superior para el estudio analítico y gráfico de la expansión en series de Fourier de señales periódicas definidas a trozos.

El contenido del documento se distribuye de la siguiente manera, la sección Metodología describe los fundamentos teóricos de las series de Fourier, así como el diagrama de flujo para el código desarrollado en Python, el cual toma como referencia aquel propuesto por (Luna, 2020). En la sección Resultados se presenta un ejemplo desarrollado siguiendo la metodología propuesta para la expansión en series de Fourier de la función $f(x)$ definida a cuatro trozos, así como la obtención de la suma parcial seis ($n = 6$). Así mismo, se presentan las gráficas de la reconstrucción obtenida para 3 funciones definidas con cuatro trozos distintos entre sí, describiendo el procedimiento para ingresar dichas funciones en la herramienta didáctica. Finalmente se presentan las conclusiones sobre el trabajo desarrollado.

II. METODOLOGÍA

Marco Teórico

Las series de Fourier constituyen una importante herramienta para la obtención de soluciones de ecuaciones diferenciales. Su teoría básica concierne a la descomposición de una función periódica $f(t)$ en términos de una suma de funciones senoidales y cosenoidales de diferentes frecuencias, ésta última siendo un múltiplo de la frecuencia de la señal original (Cruz Sanabria et al., 2021); esto es, la función $f(t)$ se puede descomponer en una serie armónica infinita.

La expansión en series de Fourier en su forma trigonométrica se obtiene mediante la expresión:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \operatorname{sen}(n\omega_0 t) \quad (1)$$

donde $f(t)$ es una señal periódica de periodo T expresada en el dominio del tiempo, $\omega_0 = 2\pi/T$ es la frecuencia fundamental, el entero n tiene unidades de **Hz** y, los términos a_0 , a_n y b_n , son los coeficientes trigonométricos de Fourier, los cuales se calculan a partir de las siguientes expresiones el intervalo de un periodo T :

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_T f(t) dt, \quad (2)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_T f(t) \cos(n\omega_0 t) dt, \quad (3)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_T f(t) \operatorname{sen}(n\omega_0 t) dt. \quad (4)$$

Si bien le Ec. (1) no es la más conveniente para el análisis de señales y otros problemas complejos, esta expresión es el primer acercamiento que tienen los estudiantes de cursos introductorios de Análisis de señales de las carreras de electrónica y Tecnologías de la Información y Comunicaciones, por mencionar algunas (TecNM/ITApizaco, 2022). En este sentido y considerando el punto de vista didáctico, resulta de gran relevancia aplicar herramientas computacionales que permitan a los estudiantes centrarse en el análisis y aplicaciones de las series de Fourier, en vez de dedicar tiempos considerables para el cálculo de integraciones cuyos procesos pueden resultar largos y complejos; en particular, cuando se tienen funciones definidas en más de dos trozos.

Herramienta didáctica desarrollada en Python

Python es un lenguaje de programación de amplio campo de aplicación y práctica de trabajar, su sintaxis es considerada de las más completas y entendibles, ya que en ocasiones parece pseudocódigo. Por esta y otras razones más, su uso se ha incrementado notablemente en diferentes áreas de trabajo. Además, es importante mencionar que Python es un lenguaje de programación libre con acceso a gran cantidad de librerías que lo hacen un programa fiable de utilizar, se conoce como un desarrollador de alto nivel y multiplataforma, ya que puede ejecutarse en diversas distribuciones como son Linux, Windows, MacOS, entre otras (Ivet Challenger Perez, 2014). Fue creado por Guido Van Rossum a inicios de los 90's, inicio con similitud al lenguaje de programación Perl, pero cuidando siempre una estructura y una sintaxis limpia.

El programa para calcular los coeficientes trigonométricos de Fourier y, de esta manera obtener la expansión en Series de Fourier, Ecs. 1-4, se realiza mediante el lenguaje de código abierto de Python, el cual contiene una gran cantidad de librerías para el análisis matemático, tomando como referencia la diversidad de ejemplos existentes para el tema bajo consideración y adaptándolo a nuestras necesidades (Luna, 2020), (Arias Hernández et al., 2016).

En la Fig. 1 se muestra el diagrama de flujo para desarrollar el programa que calcula las expresiones analíticas de las Ecs. 2-4. En general, proponemos cinco bloques que definen a nuestro código fuente, cada bloque realiza una tarea específica que se describe a continuación.

Bloque I: Se importan las librerías a utilizar y las variables simbólicas (n y t), se comienza con import seguido del nombre de la librería.

Bloque II: se declara el intervalo de la función, el periodo T , la frecuencia angular ω y las funciones a trozos. Para definir la función $f(t)$ se utiliza la función `piecewise` de Python de la librería `sympy`, si se desea ingresar una nueva función a trozos, los valores que deben ser modificados comienzan en A de la figura 2 ingresando el intervalo mínimo y máximo $T1$ y $T2$ respectivamente, después, en B se ingresan las funciones de cada trozo siendo F1, F2, F3 y F4 los trozos que define la función $f_1(t)$, finalmente, en C, se ingresan los intervalos para los cuales es válido cada trozo de la función. El procedimiento para el cálculo de la n suma parcial descrito en la Fig. 2 se repite para cualquier función a trozos que desee ingresar, modificando los valores únicamente en este bloque.

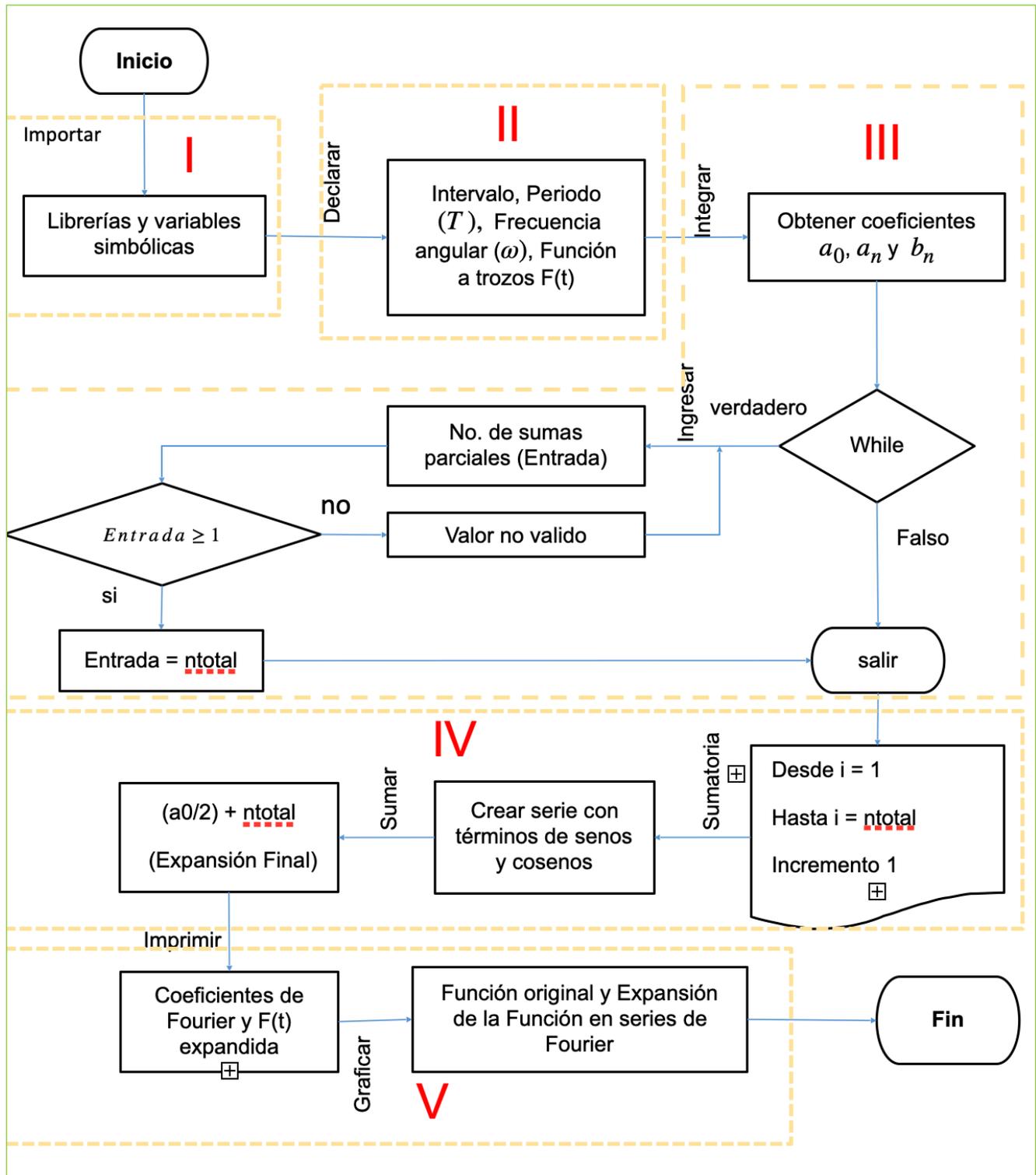


Diagrama de flujo para calcular los coeficientes trigonométricos de Fourier para una señal periódica $f(t)$.

Bloque III: la función $f(t)$ se renombra como “f_integral” y se calcula el valor de los coeficientes mediante el proceso de integración, posteriormente se crea una variable llamada “Entrada” iniciándola con un valor igual a cero. Posteriormente, se crea una condicional dentro de un ciclo **while**, que pide que sea teclado un numero entero positivo de sumas parciales a realizar guardando el valor en la variable “Entrada”, si la condición se cumple sale del bucle y devuelve el valor numérico y lo guarda en una nueva variable llamada “ntotal”, la cual indica el número de sumas parciales a realizar en la serie de Fourier.

Boque IV: se crea una variable llamada “expansion” con un valor inicial igual a cero, enseguida se crea un ciclo **for** que realiza iteraciones desde 1 hasta el valor ingresado, posteriormente se evalúa para cada valor, y finalmente se realiza la sumatoria de los a_n y b_n , más $a_0/2$ para crear la expansión en series de Fourier.

Bloque V: se imprimen los valores de a_0 , a_n y b_n , y $f(t)$ expandida en series de Fourier; también se grafica la función original y la función expandida.

Figura 2. Bloque II Modificable para ingresar la función a trozos deseada.

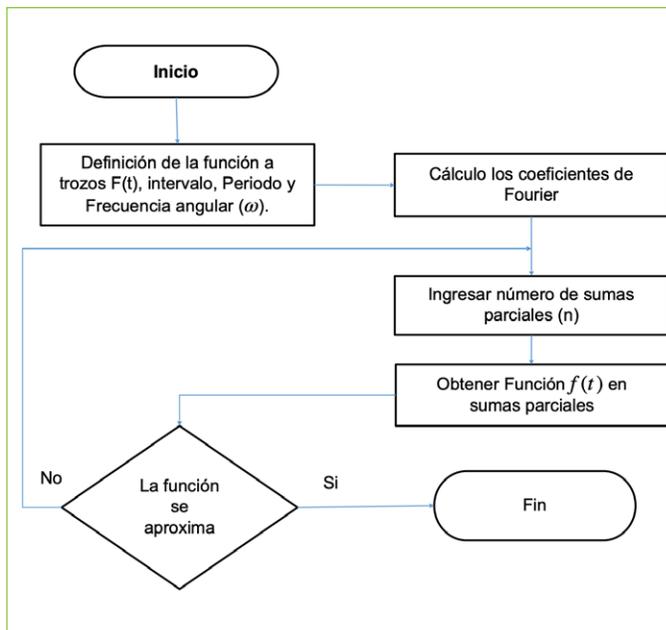
```

#----- Inicia Bloque II -----#
A {
T1 = -2*pi
T2 = 2*pi
T=T2-T1
w = 2*pi/T
B {
F1=1
F2=0
F3=pi-t
F4=t-pi
C
Ft = sym.Piecewise((F1, ((t > -2*pi) & (t < -pi))),
(F2, ((t > -pi) & (t < 0))),
(F3, ((t >= 0) & (t < pi))),
(F4, ((t >= pi) & (t < 2*pi))))
#----- Termina -----#

```

La Fig. 3 muestra el diagrama de flujo para obtener la n suma parcial para la aproximación de la señal $f(t)$, si la expansión no se aproxima gráficamente a la señal original, se repite la operación hasta encontrar el parámetro n que nos garantice la aproximación de la señal.

Figura 3. Diagrama de flujo para calcular la suma parcial n para la aproximación de la señal $f(t)$.



Propuesta de secuencia para la enseñanza de las Series Trigonómicas de Fourier

La presente propuesta de secuencia para abordar el tema de series trigonométricas de Fourier, se fundamenta en el contenido del curso de Análisis de Señales y Sistemas de Comunicación de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, así como en el curso de Matemáticas de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica que se ofertan en el TecNM/Instituto Tecnológico de Apizaco (TecNM/ITApizaco, 2022).

Objetivo de la secuencia de aplicación: Calcular de forma analítica a través de un procedimiento manual y computacional los coeficientes de las series trigonométricas de Fourier, asimismo, obtener las gráficas para n sumas parciales.

Competencia específica: Analiza el comportamiento de la serie de Fourier como serie representativa de una función periódica.

Actividades de aprendizaje: Llevar a cabo ejercicios que incluyan series trigonométricas

Actividades:

Actividad 1. Grafique la señal utilizando alguna herramienta computacional.

Actividad 2. Obtener a_0 , realice detalladamente la integración de forma manual y compruebe el resultado utilizando herramientas de sistemas de álgebra computacional.

Actividad 3. Obtener a_n , realice detalladamente la integración de forma manual y compruebe el resultado utilizando herramientas de sistemas de álgebra computacional.

Actividad 4. Obtener b_n , realice detalladamente la integración de forma manual y compruebe el resultado utilizando herramientas de sistemas de álgebra computacional.

Actividad 5. Obtenga la suma parcial S_6 , muestre el procedimiento detalladamente de forma manual y utilizando herramientas de sistemas de álgebra computacional.

Actividad 6. Grafique la suma parcial S_6 y la señal original.

III. RESULTADOS

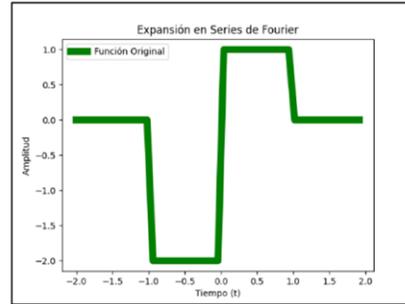
A continuación se muestran los resultados obtenidos por un estudiante a utilizar la herramienta computacional desarrollada en Python, así como el correspondiente cálculo manual realizado por el mismo estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del TecNM/ITApizaco, en la asignatura de Análisis de Fourier y Sistemas de Comunicación, para la función $f(t)$ definida a cuatro trozos (Eq. 5), siguiendo la propuesta de secuencia de enseñanza de las series trigonométricas propuesta en la Sección II, donde se obtienen sumas parciales para $n= 6$ de la serie de Fourier.

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } -2 \leq x < -1 \\ -2 & \text{para } -1 \leq x < 0 \\ 1 & \text{para } 0 \leq x < 1 \\ 0 & \text{para } 1 \leq x < 2 \end{cases}$$

(5)

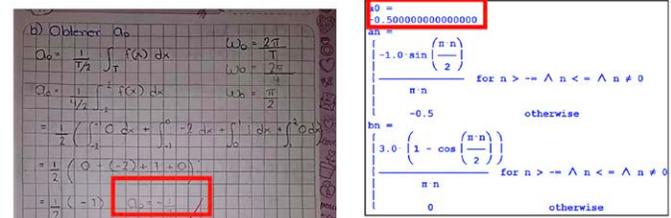
En la figura 4 se muestra el gráfico de la función utilizando la herramienta computacional desarrollada Python obtenido para la Actividad 1.

Figura 4. Grafica de $f(t)$



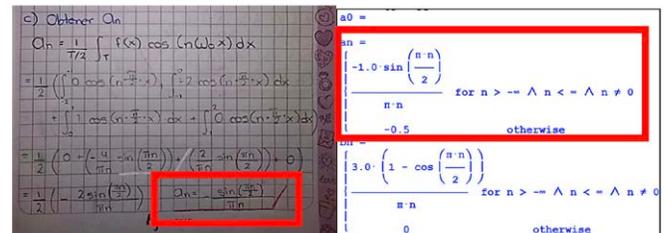
En la figura 5 se muestra el resultado de la actividad 2 para el cálculo detallado del coeficiente a_0 , obtenido mediante integración directa por un estudiante (ver panel izquierdo), su comprobación al utilizar la herramienta didáctica desarrollada en Python se muestra en el panel derecho de la misma imagen.

Figura 5. Cálculo de coeficiente a_0 y comprobación con la herramienta didáctica propuesta, el recuadro en rojo resalta el resultado final.



En la figura 6 se muestra el resultado de la actividad 3 para la obtención detallada de a_n obtenido mediante integración directa por un estudiante (ver panel izquierdo), su comprobación al utilizar la herramienta didáctica desarrollada en Python se muestra en el panel derecho de la misma imagen.

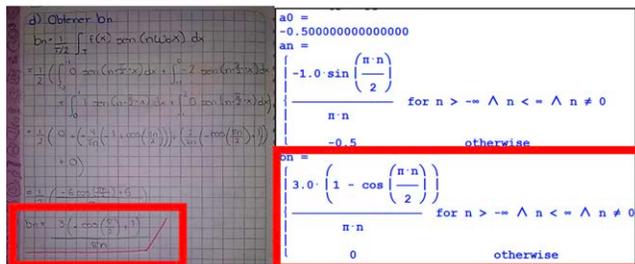
Figura 6. Cálculo de coeficiente a_n y comprobación con la herramienta didáctica propuesta, el recuadro en rojo resalta el resultado final.



En la figura 7 se muestra el resultado de la actividad 4 para la obtención detallada de b_n , obtenido mediante integración directa por un estudiante (ver panel izquierdo), su comprobación al utilizar la herramienta didáctica desarrollada en Python se muestra en el panel derecho de la misma imagen.

Figura 7.

Calculo de coeficiente y comprobación con la herramienta didáctica propuesta, el recuadro en rojo resalta el resultado final.



A continuación, se muestra el resultado detallado para la actividad 6, donde se obtiene la suma parcial S_6 , desarrollado de forma escrita en un procesador de textos por el mismo estudiante, sin embargo, no se llega a un resultado correcto debido a que al estudiante no le fue posible realizar la reducción de términos trigonométricos. En la figura 8 se muestra la suma parcial utilizando herramienta de sistema de álgebra computacional Python.

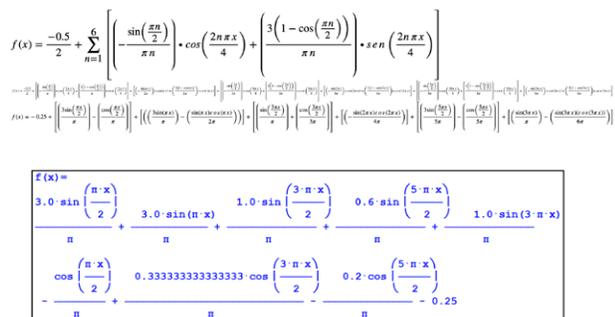


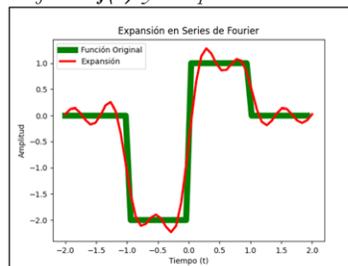
Figura 8.

Suma para $n=6$ parcial obtenida mediante la herramienta didáctica de Python.

En figura 9 se muestra el resultado de la actividad número 7, el cual muestra la gráfica de la función original $f(x)$ comparada con la reconstruida a partir de $n=6$.

Figura 9.

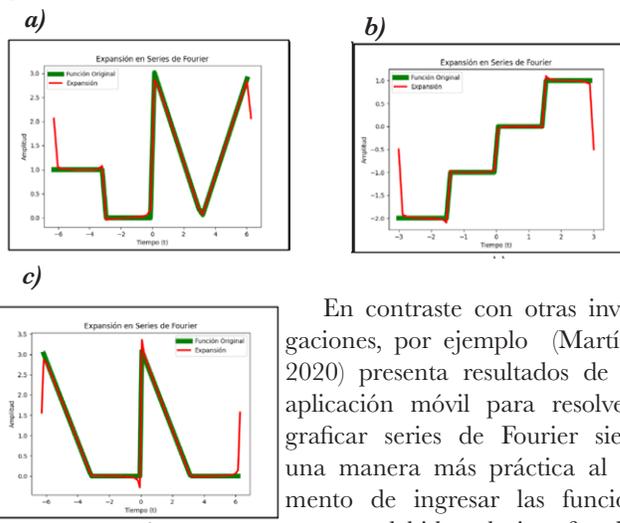
Gráfica de $f(x)$ y la expansión en series de Fourier para $n=6$.



A continuación, en la Fig. 10 se muestran las gráficas de los resultados obtenidos con $n=100$ de tres funciones diferentes, definidas a cuatro trozos. Es preciso mencionar que, para validar resultados, la forma analítica de los coeficientes trigonométricos de Fourier fue calculado por integración directa por los autores, se observa que estos resultados y los obtenidos con el programa desarrollado son iguales.

Figura 10.

Funciones de cuatro trozos obtenidos por medio de la herramienta didáctica propuesta.



En contraste con otras investigaciones, por ejemplo (Martínez, 2020) presenta resultados de una aplicación móvil para resolver y graficar series de Fourier siendo una manera más práctica al momento de ingresar las funciones a trozos debido a la interfaz desarrollada de la aplicación, los resultados mostrados en esta investigación están orientados a la enseñanza y en demostrar el proceso de solución del algoritmo, no obstante, existe una limitante de solución para funciones compuestas estrictamente de uno, dos y tres trozos, por ende no es posible reconstruir señales definidas en más tres trozos. Por otro lado, los resultados de este trabajo se limitan a un número de funciones a trozos en particular, pero si a que los estudiantes tengan nociones con el manejo del software y declaración de variables, además en este caso no se ofrece los pasos mostrados para el algoritmo de solución, pero si al igual (Martínez, 2020) se logra obtener una representación simbólica para la comprobación de los coeficientes calculados. En la siguiente etapa de esta investigación, los autores están desarrollando la interfaz gráfica que permita facilitar el proceso de captura de señales, independientemente del número de trozos en que sean definidas.

IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una herramienta didáctica desarrollada en Python que permite calcular la expresión analítica para los coeficientes de la serie trigonométrica de Fourier de señales periódicas definidas a trozos. En particular, se ha aplicado el cálculo simbólico para obtener las expansiones en series de Fourier para señales definidas a cuatro trozos. El programa desarrollado se propone como una herramienta didáctica para comprobar los resultados que se obtienen de forma escrita mediante integración directa, esto resulta de gran relevancia ya que permite centrarse en el análisis de los resultados, así como abordar ejemplos de mayor complejidad que difícilmente se resuelven de forma escrita en cursos de Análisis de señales y sistemas de comunicación.

Es importante mencionar que, para aprovechar al máximo este recurso didáctico, es necesario que los estudiantes posean nociones básicas de programación en Python, así como conocimientos sólidos de álgebra elemental y cálculo diferencial, para poder ingresar en el programa propuesto las funciones a expandir. Finalmente, el programa desarrollado puede adecuarse para utilizar la forma compleja de las series de Fourier, así como para realizar el análisis espectral de señales periódicas a trozos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Hernández, J. D., Jiménez López, A. F., & Porras Castro, H. (2016). Desarrollo de aplicaciones en python para el aprendizaje de física computacional. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16(1), 77-82.
- Cruz Sanabria, H., Sánchez, M. G., Belda, S., Rivera Caicedo, J. P., & Fajardo Delgado, D. (2021). Interpolation of discontinuous optical data using Fourier series and Whittaker method: a toolbox written in python. *Revista de Difusión Científica, Ingeniería y Tecnologías*, 15(3), 140-146.
- G. de Carvalho, L., C. Sedyama, G., R. Cecon, P., & R. Alves, H. M. (2005). APLICAÇÃO DA ANÁLISE HARMÔNICA POR SÉRIES DE FOURIER PARA A PREVISÃO DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO CAFÉ NO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Engenharia agrícola*, 25(3), 732-741.
- Giménez-Palomares, F., Lapuebla-Ferri, A., & Monsoriu-Serra, J. A. (2018). Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas. *Congreso Universitario de Innovación Educativa*, 439-449.
- Gonzalez Avid, R., & Lopez Gianmarco, V. (2021). Desarrollo de una interfaz gráfica para el cálculo de series de Fourier en Matlab. *BIOTECH & ENGINEERING Untels*, 1(2), 33-41. <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.52248/eb.Vol1Iss02.15>
- Ivet Challenger Perez, Y. D. (2014). El lenguaje de programación Python. *Ciencias Holguín*, Vol. XX, num. 2, 1-13.
- Luna, D. R. (29 de 10 de 2020). <https://github.com/DavidRevelo-Luna/ProcesamientoDatos>
- Maggiolini, L., Klimovsky, E., & Quaglia, J. (2017). Enseñando la matemática desde la electrónica. *Experiencia didáctica en la cátedra Análisis de señales y sistemas. Asociación Colombina de Facultades de Ingeniería*, 12(24), 38-42.
- Martínez, J. F. (2020). APLICACIÓN MÓVIL PARA DESARROLLAR Y GRAFICAR SERIES DE FOURIER.
- Marturet P., G. J., Gutiérrez, E., & Caraballo, S. (2015). SERIES DE FOURIER PARA LA MODELACIÓN. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(76), 118-127.
- Suslov, S. K. (2002). Some Expansions in Basic Fourier Series and Related Topics. *Journal of Approximation Theory*, 115(2), 289-353. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jath.2001.3659>
- TecNM/ITApizaco. (11 de 11 de 2022). *Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco. Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco*: <https://www.apizaco.tecnm.mx/ing-tics/>

ANEXOS

A continuación se presenta el código fuente en Python para obtener los coeficientes trigonométricos de las series de Fourier, así como la suma parcial para aproximar una señal $f(x)$.

```
#----- Inicia Bloque I -----#

import numpy as np
import sympy as sym
from sympy import *
import scipy as sp

import matplotlib.pyplot as plt
from scipy import integrate
from sympy.abc import t, n

#-----Termina-----#

#----- Inicia Bloque II -----#

T1 = -2*pi    #\
              # > Intervalo
T2 = 2*pi     #/

T=T2-T1      #-> Periodo
w = 2*pi/T   #-> Frecuencia angular

F1=1         #\
F2=0         # \
F3=pi-t     # > Función a Trozos
F4=t-pi     # /
            #/

Ft = sym.Piecewise((F1, ((t >= -2*pi) & (t < -pi))),
                  (F2, ((t >= -pi) & (t < 0))),
                  (F3, ((t >= 0) & (t < pi))),
                  (F4, ((t >= pi) & (t < 2*pi))))

#-----Termina-----#
```

```

#----- Inicia Bloque III -----#
f_integral = Ft
a0 = (2/T)*sym.integrate(f_integral, (t,T1,T2))

f_integral = Ft*sym.cos(n*w*t)
an = (2/T)*sym.integrate(f_integral, (t,T1,T2))
an = sym.simplify(an)

f_integral = Ft*sym.sin(n*w*t)
bn = (2/T)*sym.integrate(f_integral, (t,T1,T2))
bn = sym.simplify(bn)

Entrada=0
while(1):
    print("¿Cuantas sumas parciales deseas Graficar?")
    Entrada=int(input())
    if Entrada>=1:
        print("un momento...")
        ntotal = Entrada
        break
    else:
        print("valor no valido")
#-----Termina-----#
#----- Inicia Bloque IV -----#
expansion = 0
for i in range(1,ntotal+1):

    an1 = an.subs(n,i)
    bn1 = bn.subs(n,i)

    if abs(an1) < 0.0001: an1 = 0
    if abs(bn1) < 0.0001: bn1 = 0

    expansion=expansion + an1*sym.cos(i*w*t)
    expansion = expansion + bn1*sym.sin(i*w*t)

expansion = a0/2+expansion
#-----Termina-----#

```

```

#----- Inicia Bloque V -----#
print("a0 = ")
sym.pprint(a0)
print("an = ")
sym.pprint(an)
print("bn = ")
sym.pprint(bn)

print('F(t)= ')
sym.pprint(expansion)

fexpandida = sym.lambdify(t,expansion)
f = sym.lambdify(t,Ft)

T1=int(T1)
T2=int(T2)
v_t = np.linspace(T1,T2)

f1 = fexpandida(v_t)
f2 = f(v_t)

plt.plot(v_t,f2,c='g',label = 'Función Original',linewidth=8)
plt.plot(v_t,f1,c='r', label = 'Expansión',linewidth=3)

plt.xlabel('Tiempo (t)')
plt.ylabel('Amplitud')
plt.title('Expansión en Series de Fourier')
plt.legend()
plt.show()
#-----Termina-----#

```

ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE CAPACITACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE UAYMA, YUCATÁN

¹ Anita Uc Ay, anitaucay92@gmail.com

² Yemina Sarahi Tuz Yam, yemina.tuzyam@itsva.edu.mx

³ Carlos David Cobá Ciau, carlostoner29@gmail.com

⁴ Guadalupe Natalia Canto González, guadalupe.cg@valladolid.tecnm.mx

⁵ María Marena López García, maria.lg@valladolid.tecnm.mx

⁶ Jesús Moisés Mendoza Arzápalo, jesus.ma@valladolid.tecnm.mx

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo principal detectar las principales necesidades de capacitación para el personal que labora en el Ayuntamiento de Uayma. La metodología empleada es de carácter descriptivo, se aplicó un cuestionario estructurado a 66 colaboradores en donde se incluían distintas temáticas posibles para la capacitación con 68 ítems con preguntas cerradas y de opción múltiple, aplicándose el instrumento de manera presencial a los trabajadores del Ayuntamiento. Los principales hallazgos encontrados para la capacitación fueron las temáticas siguientes: trabajo en equipo, Liderazgo, y manejo del estrés laboral. Como recomendación es responsabilidad del ayuntamiento de Uayma brindar las actualizaciones a su personal y llevar a cabo la capacitación de manera eficiente con innovación y el desarrollo de estrategias competitivas, corporativas y funcionales con un sentido ético y de responsabilidad social, para brindar un mejor servicio a la ciudadanía del municipio.

PALABRAS CLAVE

Estrés laboral,
Liderazgo,
Personal,
Trabajo en equipo

ABSTRACT

The main objective of this article is to detect the main training needs for the staff that works in the City of Uayma. The methodology used is descriptive in nature, a structured questionnaire was applied to 66 collaborators where different possible topics were included for training with 68 items with closed and multiple-choice questions, applying the instrument in person to City Hall workers. The main findings for the training were the following themes: teamwork, leadership, and work stress management. As a recommendation, it is the responsibility of the municipality of Uayma to provide updates to its staff and carry out training efficiently with innovation and the development of competitive, corporate and functional strategies with an ethical sense and social responsibility, to provide a better service to the citizenship of the municipality.

KEYWORDS

Work stress
Leadership
Staff
Teamwork

1,2,3 TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/Estudiantes
4,5,6 TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/Docentes



I. INTRODUCCIÓN

La capacitación dentro de las organizaciones ha sufrido grandes cambios a través de las últimas décadas, desde la revolución industrial hasta la era posmoderna, ha cambiado la percepción del recurso humano dentro de la organización y, por consiguiente, las formas y medios para realizar esta actividad. Este incesante cambio ha llevado a los versados de la administración a buscar nuevos métodos y formas para capacitar, con el fin de incrementar de forma continua el desarrollo de toda organización.

Espino (2010) en el artículo Capacitación y desarrollo empresarial en su blog Excellence explica que hasta hace algunas décadas las organizaciones no consideraban como indispensable la capacitación para sus empleados, debido a la falta de conocimiento sobre los resultados óptimos que una capacitación puede aportar.

Las capacitaciones de crecimiento personal también son muy importantes pues ayudan a mejorar el clima laboral, ayuda a mejorar los resultados de la institución y a motivar a los colaboradores en la realización de las tareas asignadas Tal como lo menciona Rodríguez y Ramírez-Buendía (2010)

El ayuntamiento del municipio de Uayma Yucatán, es una institución de derecho público que está destinada a ejercer funciones del gobierno local y administrar los intereses del municipio, busca mejorar las condiciones de vida de las familias, a través de espacios de participación ciudadana e institucional para la implementación de políticas, programas y proyectos de desarrollo social, con el fin de velar y garantizar el fiel cumplimiento de las políticas del Estado y defender la autonomía municipal conforme lo establece la Constitución de la República y el Código Municipal.

En toda institución es importante realizar un análisis de necesidades de capacitación que requieren los colaboradores, como en el ayuntamiento del municipio de Uayma Yucatán. El Análisis de necesidades de capacitación, es el factor que orienta la estructuración y desarrollo de planes y programas de capacitación para el establecimiento y fortalecimiento de conocimientos, habilidades y actitudes en los participantes del ayuntamiento, asimismo, es necesario diseñar un programa que provea a los empleados las herramientas necesarias a efecto de mejorar el desempeño de los colaboradores en las distintas áreas de trabajo, a fin de contribuir en el logro de los

objetivos de la misma, detectando específicamente los requerimientos de capacitación de cada colaborador.

Un programa de capacitación aportará grandes beneficios para el personal del ayuntamiento, mejorará los conocimientos, habilidades y actitudes en los colaboradores de cada uno de los puestos de trabajo, dará una mejor imagen a la institución, obtendrá una buena relación entre los jefes y subordinados, incrementará la productividad y la calidad de trabajo entre los participantes. No contar con esta instrucción, resultará en la falta de aprovechamiento del recurso humano con que cuenta dicha municipalidad.

Es por ello que en el presente proyecto de investigación se realizó el Análisis de necesidades de capacitación para el personal del H. Ayuntamiento de Uayma, Yucatán.

II. METODOLOGÍA

Para la presente investigación se brindó las facilidades por parte de la alcaldesa municipal, el Jefe de Recursos Humanos y encargados de los diferentes departamentos del ayuntamiento de Uayma para llevar a cabo el estudio.

De acuerdo con información recopilada por el departamento de Recursos Humanos, el ayuntamiento de Uayma Yucatán cuenta con 66 colaboradores que se encuentran laborando de forma permanente, es decir personal en cargos fijos, de forma temporal y personal por contrato.

Sujetos de estudio: Personal que labora en los diferentes departamentos de trabajo del ayuntamiento, tienen el deber de cumplir con las actividades asignadas por sus superiores, con el fin de lograr los objetivos propuestos por la misma.

Instrumento. Se aplicó un cuestionario dirigido a personal del ayuntamiento quienes fueron los objetos de estudio.

Cuestionario estructurado. Este fue aplicado al personal de los diferentes departamentos de trabajo, se diseñó un cuestionario de 68 preguntas cerradas y múltiples, con las que se obtuvo información relacionada con las necesidades de capacitación que requiere el personal administrativo en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes para el buen desempeño de sus funciones en el ayuntamiento de Uayma Yucatán

Diseño y metodología estadística. La presente investigación es de carácter descriptivo, su finalidad es realizar un Análisis de necesidades de capacitación para el ayuntamiento del municipio de Uayma Yucatán, según Del Cid, Méndez y Sandoval (2007, Pág. 29) "una investigación descriptiva busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a

análisis. A través de ésta se pretende identificar los conocimientos, habilidades y actitudes del personal del ayuntamiento de Uayma Yucatán, con el fin de mejorar el desempeño de los colaboradores de dicha institución y poder brindar servicios de calidad a la población.

De acuerdo con la revista RECIMUNDO (Revista Científica Mundo de la investigación y el conocimiento) nos define que la Investigación descriptiva se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. (julio.2020, Págs.163-173)

Para realizarlo se usó una metodología descriptiva, con un enfoque documental, se revisó información en publicaciones de revistas de ciencia, disponibles en Google Académico, lo más ajustadas al propósito del tema, con contenido oportuno y relevante desde el punto de vista científico para dar respuesta a lo tratado en el presente artículo y que sirvan de inspiración para realizar otros proyectos.

Por último, cabe mencionar que la aplicación del instrumento se realizó a todos los colaboradores del Ayuntamiento de Uayma, dado que el número de colaboradores no es numeroso por eso no se determinó una muestra y los trabajadores mostraron disposición para la obtención de información en la aplicación del Instrumento.

Y el procedimiento de la aplicación es el siguiente:

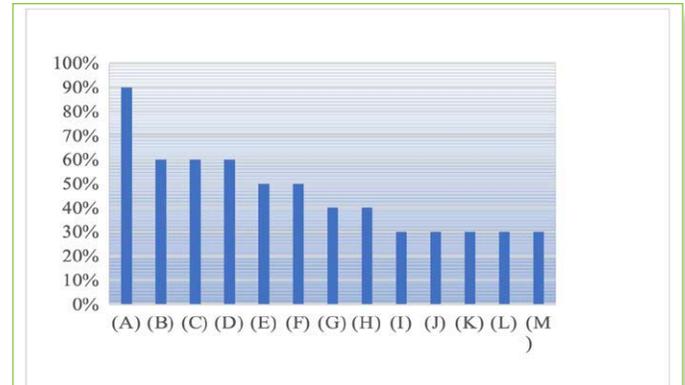
- (1) Realización de la investigación preliminar para conocer las necesidades con las que cuenta la municipalidad de Uayma, Yucatán.
- (2) Selección del tema de investigación.
- (3) Redacción del planteamiento del problema y formulación de la pregunta de investigación.
- (4) Formulación del objetivo general, así como los objetivos específicos
- (5) Redacción del marco teórico.
- (6) Elaboración del método de estudio, identificando y definiendo sujetos y población
- (7) Aplicación del instrumento.
- (8) Presentación de resultados.
- (9) Conclusiones

III. RESULTADOS O AVANCES

A continuación, se presentan los principales resultados del Análisis de las necesidades de capacitación en el Ayuntamiento del municipio de Uayma Yucatán. En la Figura 1 se presentan los cursos más solicitados por el personal del Ayuntamiento de Uayma.

Figura 1.

Cursos más solicitados por los trabajadores del Ayuntamiento de Uayma. (A) Trabajo en equipo, (B) liderazgo, (C) manejo de estrés, (D) manejo de conflictos, (E) capacitación y certificación, (F) comunicación, (G) planeación de recursos humanos, (H) Higiene y seguridad laboral, (I) administración de proyectos, (J) relaciones laborales, (K) mantenimiento correctivo del parque vehicular, (L) planeación estratégica, (M) prácticas éticas en la función pública.



Fuente: Elaboración propia.

Con un 90% Trabajo en equipo; en un 60 % liderazgo, manejo del estrés y manejo de conflictos; en un 50% capacitación, certificación y comunicación; en un 40% higiene y seguridad laboral y planeación de los recursos humanos, en un 30%, administración y formulación de proyectos, relaciones laborales, mantenimiento correctivo del mantenimiento vehicular, planeación estratégica y prácticas éticas en la función pública. Los demás cursos estuvieron por debajo del 30 % o no tuvieron mención.

Asimismo, es importante mencionar la importancia que tiene la capacitación en el sector público, así como los beneficios, la capacitación permite dotar al servidor público de las herramientas necesarias que le permitan actuar con el mayor nivel de eficiencia, eficacia y efectividad dentro de la empresa, también permite ejercer sus actividades con un óptimo nivel de conocimiento calidad y eficiencia en los resultados.

La capacitación proporciona los conocimientos, las técnicas métodos y destrezas y lo hace más aptos para el mejor desempeño de sus funciones.

VI. CONCLUSIONES

Tal como lo menciona López, Correa Margarita (2018), en su Tesis denominada “Diagnóstico de necesidades de capacitación para el personal de una empresa de turismo de Xalapa, Veracruz “para la obtención de grado de la maestría en Ciencias de la Administración de la Universidad de Xalapa Veracruz, comenta que La capacitación es, sin duda, uno de los temas actuales más importantes cuando se habla de competitividad, innovación y mejora continua. El nivel de capacitación que tengan los empleados es el nivel que la organización tendrá frente a la competencia, por lo cual, el compromiso de capacitar de manera permanente representa un beneficio bipartito. El proceso implica: detección de necesidades, planeación, implementación, evaluación, retroalimentación y seguimiento de resultados.

Vecino (2012) en su artículo digital La capacitación como protagonista de la productividad empresarial, explica la realidad empresarial por medio de la cual se plantea el rendimiento y la innovación por medio de un dinamismo que obligatoriamente lleva a las 7 organizaciones a entender y aplicar las diferentes estrategias para alcanzar el éxito y por ser una de estas estrategias la capacitación, convirtiéndola en un elemento diferenciador entre las actividades que son una inversión y no un gasto.

Asimismo en el artículo denominado “Determinación de necesidades de capacitación en entidades públicas del estado de Veracruz “ cuyos autores son: Juan Manuel Ortiz García*; María Elena Pensado Fernández**; Oscar González Muñoz*** presentan los resultados de una de dos investigaciones realizadas en el contexto de la administración pública en el estado de Veracruz, mismas que tuvieron como objetivo la detección de necesidades de capacitación de los servidores en el contexto de la gestión pública. La metodología contempló un enfoque cualitativo, a través de entrevistas a funcionarios públicos de distintas dependencias con relación a su quehacer frente al manejo de fondos federales. Los resultados permitieron contar con un panorama que sirvió de base para establecer algunas recomendaciones orientadas a contribuir a la eficiencia del trabajo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio se determinó que los cursos más demandados fueron: con un 90% trabajo en equipo, en un 60 % Liderazgo, Manejo del estrés y manejo de conflictos, en un 50% , la capacitación y certificación y comunicación, en un 40% Higiene y seguridad laboral así como planeación de los recursos humanos, en un 30% , Administración y formulación de proyectos, relaciones laborales, mantenimiento correctivo del mantenimiento vehicular, planeación estratégica y prácticas éticas en la función pública. Los demás cursos estuvieron por debajo del 30 % o no tuvieron mención. De acuerdo con estos resultados

obtenidos después de la aplicación del instrumento, se diseñarán los 3 primeros cursos para su posterior implementación, asimismo, mencionar la importancia que se tuvo al tener una buena relación con el jurídico al otorgar todas las facilidades para el proyecto, así como al Ayuntamiento de Uayma. Yucatán.

Se concluye que el desempeño laboral si mejora con la capacitación ya que por medio de capacitaciones técnicas se han obtenido mejores resultados dentro de la organización.

Cabe destacar que los cursos más solicitados por los colaboradores permitirán garantizar una mejor armonía, convivencia entre ellos, así como fortalecer sus actividades de comunicación y liderazgo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chiavenato, I. (2007). *Administración de Recursos Humanos*. (8ª. Ed.). México: Editorial McGraw-Hill.
- Davis K., Newstrom Jonh W. (1991). *Comportamiento Humano en el Trabajo* editorial Mc, Graw Hill, Octava Edición, México.
- Del Cid, A., Méndez, R. y Sandoval F. (2007). *Investigación, fundamentos y metodología*. (1ª. ed.) Editorial de México.
- Espino, M. (2010). *Capacitación y desarrollo empresarial*. Obtenido de Excellence capacitación ejecutiva: <https://excellence-capacitacion.wordpress.com/areas-de-capacitacion/capacitacion-y-desarrollo-empresarial/>
- Grados Jaime A. (2002). *Capacitación y desarrollo de personal*, Editorial Trillas S.A C. V. México.
- Pereira, J. E. (2018). *Diagnóstico de necesidades de capacitación*. Recuperado el 22 de junio de 2018
- Pedraza, E., Amaya, G., & Conde, M. (2010). *Desempeño y estabilidad laboral*. *Revista de ciencias sociales*, 495-497.
- Reza Trosino Jesús Carlos, *Evaluación de la capacitación en las Empresas*, Edit. Panorama, 2000 México.
- Reyes Ponce Agustín. *Administración de Personal, Sueldos y Salarios*, Segunda Parte. México. Limusa. 2002.
- Rodríguez, M., y Ramirez-Buendía, P. (2010). *Administración de la capacitación*. Mexico: McGrawHill.
- RECIMUNDO VOL. 4 N° 3 (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)* Editorial: saberes del conocimiento URL: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Siliceo, A., (2010). *Capacitación y Desarrollo de Personal*. (4ª. Edición). México: Limusa.
- Vecino, J. M. (2012). *La capacitación como protagonista de la productividad empresarial*. Gestipolis, 13.

FORMULACIÓN DE SUSTRATOS A BASE DE LIRIO ACUÁTICO (*EICHHORNIA CRASSIPES*) PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGOS REISHI (*GANODERMA LUCIDUM*) Y SHIITAKE (*LENTINULA EDODES*)

¹ M.C. Leticia Oseguera Figueroa, loseguera@itspa.edu.mx

² Dra. Miriam E. Aguirre Árias, maguirre@itspa.edu.mx

³ Gastón Piedra Olvera, gaston.piedraolvera@outlook.es

⁴ Branda García Hernández, brendagarciaher@gmail.com

RESUMEN

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una especie introducida al lago de Pátzcuaro cuya población es excesiva provocando un fuerte impacto negativo para pobladores, fauna acuática y calidad de agua. El exceso de contaminación orgánica del lago favorece la proliferación de esta y otras plantas acuáticas. Esta biomasa puede llegar a ser un recurso económica y socialmente importante. La producción de hongos Shitake y Reishi puede desarrollarse en sustratos formulados con la incorporación de fibras de lirio. A partir de los micelios, se pueden producir hongos comestibles, medicinales e incluso hacer investigaciones para elaborar diversos micomateriales. En esta investigación se probaron diversas formulaciones de lirio con aserrín de encino, olote de maíz y salvado que son comunes en la región del lago de Pátzcuaro, haciendo precompostaje y con diversos tamaños de fragmento de las fibras vegetales. El hongo Reishi tuvo mejor desarrollo en sustrato precompostado en tanto que el Shiitake se desarrolló bien en el sustrato con la fibra fresca sin precompostar. Se probó el uso de diferentes contenedores, los que proporcionan una iluminación uniforme dan mejores resultados. Se reconoce que la contaminación por *Trichoderma* spp y otros mohos, se desarrollan con facilidad por ello es vital contar con áreas estériles y controlar la limpieza de los materiales y mantener áreas seguras para el trabajo.

PALABRAS CLAVE

Recurso
Valor económico
Biomasa
Contaminación

ABSTRACT

The water lily (*Eichhornia crassipes*) is a species introduced to Lake Patzcuaro whose population is excessive, causing a strong negative impact for residents, aquatic fauna, and water quality. Excess organic contamination of the lake favors the proliferation of this and other aquatic plants. This biomass can become an economically and socially important resource. The production of Shitake and Reishi mushrooms can develop in substrates formulated with the incorporation of lily fibers. From the mycelia, edible and medicinal mushrooms can be produced and even research can be conducted to develop various mycomaterials. In this research, different lily formulations were tested with oak sawdust, corn cob and bran that are common in the Lake Patzcuaro region, performing pre-composting and with different sizes of fragments of vegetable fibers. The Reishi mushroom had better development in precomposted substrate while the Shiitake developed well in the substrate with fresh fiber without precomposting. The use of different containers was tested, those that provided uniform lighting give better results. It is recognized that contamination by *Trichoderma* spp and other molds develop easily, therefore it is vital to have sterile areas and to control the cleanliness of materials and maintain safe areas for work.

KEYWORDS

Resource
Economic value
Biomass
Pollution

*1,2 Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro/Docentes
3,4 Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro/Estudiantes*



I. INTRODUCCIÓN

La proliferación de la hidrófita *Eichhornia crassipes* en el lago de Pátzcuaro es crítica, es evidente percatarse de la invasión sobre el espejo de agua y la sobreproducción de biomasa que ocasiona una serie de afectaciones para los lugareños así como para las poblaciones de especies acuáticas y para la calidad de agua del lago. Entre los distintos problemas que trae consigo esta planta acuática para los pobladores son; la interferencia con la pesca general y la pesca tradicional, atascamiento de las turbinas de las embarcaciones, imposibilidad o dificultad de navegación en canoas, obstrucción de la penetración de la luz y por lo tanto afectación de la tasa fotosintética, dificulta o disminuye la reproducción de especies endémicas, producción de lixiviados al extraer y amontonar en las orillas del lago la materia extraída, mal olor y proliferación de mosquitos y otros animales, solo por mencionar algunos impactos negativos.

No se pueden negar algunos impactos positivos como la retención de azolve en las raíces, el secuestro de metales pesados y otras sustancias tóxicas de forma que puede contribuir con la remediación de aguas residuales (IMTA-SEMARNAT, 2011). Sin embargo, es una población fuera de control y el programa de dragado ha sido poco exitoso además de incompleto puesto que la extracción de las plantas acuáticas no es el paso final de un dragado (Oseguera, 2011) sino contar con una zona de tiro adecuada y hacer una disposición y uso de la materia vegetal extraída según su potencial de aprovechamiento.

Esta investigación se ha desarrollado considerando que la comunidad puede aprovechar todos los recursos naturales y que en este caso, el lirio puede ser utilizado como materia prima valiosa para generar actividades económicamente rentables planteando inicialmente, la producción de sustratos para el desarrollo de micelios que pueden ser aplicados en la producción de hongos comestibles, medicinales o también apropiados para su uso en la generación de micomateriales. En el caso del uso de lirio como sustrato para el crecimiento de *Pleurotus ostreatus* u hongo seta, hay referencias de éxito en algunos estudios que refieren un buen desarrollo de estas setas con fines de consumo como alimento humano (Nigistie, Sitotaw, Girmay, & Hirut, 2022).

Los hongos lignolíticos *Ganoderma lucidum* (reishii) y *Lentinula edodes* (shiitake), originario de medio oriente, se

cultivan ampliamente en el mundo con especial interés en sus propiedades nutrimentales y medicinales o curativas. En el presente trabajo se formularon diferentes mezclas para generar sustratos empleando en todos ellos como base la fibra de lirio sin raíces, para la propagación de micelio. No se buscó el cultivo de hongos sino la generación de micelios para la elaboración de micomateriales para construcción de viviendas o diseños para acabados en espacios habitacionales y se piensa en la aplicación que se puede hacer produciendo diversos micomateriales (De Bruin, 2019; Fuentes-Cantillana, 2020; Feijóo-Vivas, y otros, 2021). La intención principal es ofrecer alternativas de uso y oferta de valor del lirio como recurso natural del lago de Pátzcuaro y otros cuerpos de agua en el país que fortalezcan el desarrollo económico a la vez que se resarce el daño de la contaminación y sobrepoblación de hidrófitas.

Se probaron diferentes combinaciones y procesamiento de materiales para formulación de sustratos y lograr el desarrollo de estos hongos. Se eligieron estas especies por ser las más comúnmente usadas en el tipo de aplicaciones que se pretenden y sobre todo se tiene especial interés en el hongo Reishi por diversas investigaciones como la que presenta un reporte de investigación (Gutiérrez, y otros, 2021) en el que evaluaron la alta resistencia a la compresión (0.392 MPa); con un porcentaje de deformación máximo de 26% y una densidad media de $0.511 \pm 0.169 \text{ g/cm}^3$.

En respuesta a la problemática observada en el lago, se plantea la interrogante de uso del lirio para la producción de hongos con diversos fines ya que investigaciones anteriores han conducido a su uso como combustible, bioenergético, forraje, composta y como remediador de suelos (López, Jerves, 2012; Jiménez, 2021). Siendo el Shiitake y el Reishi dos hongos importantes por sus cualidades y propiedades ¿Puede el lirio ser parte de la formulación de sustratos para el cultivo de estos hongos?.

Los objetivos general y específicos de esta primera fase de la investigación han sido los siguientes. En principio, generar una formulación viable de sustrato elaborado a base de lirio acuático para el desarrollo y producción de hongos Reishi y Shiitake. Objetivos específicos, Identificar las condiciones de humedad y triturado de fibras con mejores resultados para el desarrollo de los micelios. Definir las proporciones de los componentes del sustrato y su procesamiento de acuerdo con las propiedades nutrimentales que aportan para la nutrición de los hongos. Generar sustratos efectivos a partir de combinaciones de diferentes elementos reciclados manteniendo como principal elemento la fibra de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*).

II. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado en estas etapas iniciales atendiendo la necesidad de generar alternativas de uso de lirio acuático cuya biomasa es muy abundante en el lago de Pátzcuaro ubicado en Michoacán a una altitud de 2130 msnm. El clima de la región es templado subhúmedo con lluvias en verano. El sitio de experimentación se ubica cercano al lago.

El cultivo inicial para obtener las cepas madre, fue esencial para contar con buen material genético para desarrollar micelios fuertes. La obtención de las semillas fue a partir de una donación inicial que proporcionó una experta productora local de hongos (Díaz-Barriga, colaboradora de esta investigación) por micropropagación y compra granos miceliados a través de plataforma en línea con un proveedor. Se prepararon cajas de Petri con agar papa dextrosa (PDA) esterilizando en autoclave a 121°C durante 15 min. Otro medio de cultivo utilizado fue agua limpia con miel de maíz a razón de 1 cucharada de miel para medio litro de agua limpia (Díaz-Barriga, comunicación personal, 2021). Para el llenado de las cajas, así como el manejo de las siembras para la propagación, inicialmente se generó un campo estéril con apoyo de mechero de bunsen y lámparas de alcohol. Finalmente, se aseguró un área más estéril con campana de flujo laminar. Las placas sembradas se protegieron colocando microfilm alrededor.

Finalmente, a partir del micelio desarrollado en agar o en medio líquido, se hicieron siembras en granos de trigo, cebada y sorgo para el desarrollo de micelios que se sembraron posteriormente en el sustrato. Los frascos con medio líquido se prepararon haciendo un orificio en la tapadera sellado con microporo. Los granos que se probaron se lavaron y remojaron durante 12 a 24 horas, posteriormente se escurrieron eliminando exceso de humedad. Se esterilizaron a 121°C en bolsas de polipapel, frascos de vidrio y cajas de Petri durante 1 hora con la finalidad de evitar contaminación en el desarrollo del micelio.

Los materiales que se probaron para la formulación de sustratos para ambos hongos, fueron:

- Agua destilada con miel de maíz
- Caldo de extracto de malta (*Malt Extract Broth*)
- Caldo Dextrosa Sabourad (*Sabouraud Dextrose Broth*)
- Agar Papa Dextrosa PDA (*PDA Potato Agar Dextrose*)
- Granos pregerminados de cebada
- Granos pregerminados de avena
- Granos pregerminados de trigo
- Granos pregerminados de sorgo
- Olote seco molido
- Lirio molido y picado (*fresco y seco*)
- Salvado de trigo
- Aserrín de encino (*Quercus spp.*)
- Levadura en polvo
- Miel de piloncillo

Formulaciones

Sustrato 1

» 1,500 Gramos (1.5Kg) de *Eichhornia crassipes* sin raíces, picado en fibras finas cortadas con apoyo de hacha y cuchillo, sometidas a pre-compostado con 200 gr de olote de maíz molido grueso, por 5 días aplicando aceleradores: levadura en polvo y miel de piloncillo.

A esta mezcla precompostada se le adicionaron, en proporción de 4:3 otra mezcla de materiales como Aserrín de Encino (*Quercus resinosa*), salvado de trigo, cal viva, agrícola o para construcción (como desinfectante) y un mínimo de agua de grifo.

El sustrato se esterilizó en bolsas de poli papel por una hora en autoclave a 121 °C

Las bolsas con sustrato estéril se inocularon con 60 gr de granos miceliados para un contenido de 300 gr de mezcla por bolsa aproximadamente.

Sustratos 2 y 3

Para la segunda formulación se emplearon los mismos materiales que en la primera fórmula utilizando el lirio fresco (sin precomposta) picado finamente en una picadora agrícola. Para poder iniciar con el proceso se hizo la extracción de la hidrófita del cuerpo de agua en fresco, cortando y desechando las raíces, solo se utilizaron las partes de las hojas, pecíolo y estolón.

El picado fino se realizó mediante una picadora agrícola marca BOMERI para forrajes secos y verdes, esta emplea una serie de martillos para triturar el forraje en vez de emplear cuchillas, así como también cuenta con una criba de abertura pequeña para un picado o triturado y obtener una fibra lo más fina posible a grado de tener similitud, textura y aspecto con un entramado de cabello humano o similar al entramado de la fibra de una gasa médica. Se prepararon los sustratos con los materiales y proporciones ya indicados en el sustrato 1, aclarando que, para los sustratos 2 y 3 se consideró una fibra más fina a partir de la hidrófita. Se hicieron pruebas con precompostaje de 5 días (sustrato 2) y con la fibra fresca sin precompostaje (sustrato 3).

Sustrato 4

Como referencia, se preparó un sustrato testigo con los materiales enlistados, salvado, rastrojo, olote y aserrín, sin contenido de fibras de lirio y se siguió el procedimiento inoculando con los granos miceliados. Se comparó el desarrollo de micelio en este sustrato de referencia. El aserrín de encino (*Quercus spp.*) con un triturado fino y seco, no contienen resina (la cual pueda afectar el crecimiento del hongo). El aserrín absorbe el exceso de humedad que queda en la fibra de lirio, la mezcla se torna menos húmeda que en un inicio, hasta llegar a un punto en el cual toda la humedad es absorbida.

Aplicando la prueba del puño no debe de escurrir ni gotear líquido de la mezcla. Se asegura 90% de humedad. Con este material se adiciona la lignina necesaria para estas especies de hongos.

Por último, a la mezcla de sustratos elaborados se adicionó calhidra, o cal agrícola. Mezclando perfectamente de 5 a 10 minutos, esto para que la cal actué como medio de regulación del pH de la mezcla, así como también actúa como medio de esterilización del sustrato.

III. RESULTADOS O AVANCES

En el caso de las formulaciones presentadas se refiere:

El mayor crecimiento de micelio de Reishi fue en sustrato precompostado con el lirio picado finamente. En un inicio se mezclaron fibras secas de lirio semitrocadas (Figura 1) y el ganoderma no generó micelio sobre estas fibras. De igual manera, su crecimiento en sustrato con el lirio fresco, si ocurre evaluando que el desarrollo o crecimiento del micelio sufre un atraso en días en comparación con el crecimiento de shiitake.

Se remarca que, el hongo shiitake se desarrolla con mayor rapidez que el Reishi en la fórmula con lirio picado fresco sin precompostar.

Para ambos hongos, la adición de lirio seco o en fibras cortadas muy gruesamente, no dio buen resultado, el micelio se desarrolló en los rastrojos y olote pero no en las fibras gruesas de lirio.

Figura 1. Fibras de lirio secas y troceadas



Secar el lirio resultó ser un proceso complicado y lento debido a la consistencia del tejido esponjoso de los bulbos y la cubierta cerosa de la planta que retiene fuertemente el agua evitando la evaporación o escurrimiento. En esta experien-

cia, se habilitó un túnel de secado con plástico negro con una altura de 1.70 en el centro (ver figura 2). Se colocó, el lirio picado con herramientas manuales como machetes, talachos y tijeras. Bajo esta cubierta la capa de lirio se mantuvo dando vueltas continuamente al material esperando que hubiera alta evaporación de agua. El resultado fue que tras un mes de aparente secado, las fibras continuaron reteniendo humedad produciendo lixiviados como líquidos color negro y no se logró el secado total de las fibras al 100%.

Figura 2. Capa de lirio picado en túnel de secado



Considerando los resultados de las formulaciones de sustrato empleando fibras frescas se considera en esta experiencia que no es necesario el secado del lirio.

El hongo ganoderma creció y su micelio invadió el sustrato con lirio a una velocidad aproximada al mismo hongo cultivado en el sustrato de referencia (sustrato 4). Es decir, el sustrato de referencia sin incorporación de lirio no ofreció un resultado notablemente mejor, que las formulaciones con lirio.

Los medios de PDA y el medio líquido con miel de maíz, son igualmente efectivos para producir los micelios. Cabe considerar que, el caldo dextrosa y el Sabouraud con azúcar de malta desarrollaron micelios menos vigorosos que los obtenidos en agua con miel de maíz.

De los tres granos probados para propagación de micelio, el trigo y la avena no parecen favorables para el crecimiento, en tanto que la cebada y el sorgo dieron buen desarrollo de micelios para ambos hongos.

No existe suficiente material de investigación con el uso del lirio para estos fines y poder comparar los resultados de esta investigación. Solo se encontraron referencias de cultivo de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*) en sustratos con lirio (Muñoz & Zapata, 2019; Nigistie, Sitotaw, Girmay, & Hirut, 2022).

Figura 3 y 4.

Crecimiento de micelio de *ganoderma* (izquierda) y *ganadera shiitake* (derecha) en sustrato precompostado después de 8 semanas.



Uno de los elementos del contexto que impulsa fuertemente esta investigación, es la necesidad de atender las necesidades sociales y ambientales en relación con la invasión del lirio en el lago y las consecuencias relacionadas con el mismo. La comunidad de pescadores solicitó el apoyo debido a que el dragado, cortado y cosechado de maleza acuática, es un programa que por más de 30 años se ha mantenido con resultados poco significativos para la gravedad de la sobrepoblación de plantas acuáticas, entre las cuales el lirio es la principal. En tanto no se evite o regule la descarga de aguas residuales y el arrastre de residuos de agroquímicos al lago, no se detendrá la producción de estos materiales vegetales y por ello, se atiende la necesidad de generar alternativas viables para su uso como recursos aprovechables con rentabilidad económica importante para el desarrollo comunitario y la atención de los impactos ambientales, uno de los más importantes la pérdida de navegación y espejo de agua como se observa en la figura 6.

Figura 5.

Desarrollo de micelio de *shiitake* y *reishi* en granos de cebada pregerminados

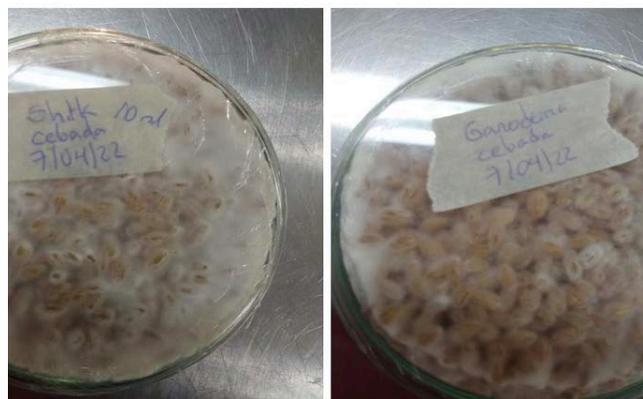


Figura 6.

Proliferación de lirio a la izquierda y estado de pérdida de espejo de agua en el lago de Pátzcuaro, en la figura a la derecha



VI. CONCLUSIONES

Es necesario evaluar si los metales pesados contenidos en el lirio debido a que se pueden bioacumular en los tejidos o permanecen en la fibra de lirio para estar en condiciones de recomendar o no, la producción de hongos comestibles generando estos sustratos. Particularmente en el lago de Pátzcuaro, no existen investigaciones suficientes al respecto de los metales pesados del agua, de la bioacumulación y de la traslocación tal como se considera en esta investigación, para recomendar la producción de hongos comestibles.

El lirio puede ser un sustrato recomendable para la producción de hongos comestibles, medicinales o para otros fines adicionado en las mezclas en proporción de 4:3 lirio con otros materiales que puedan cubrir las necesidades nutrimentales de la especie de hongo en cuestión.

Hace falta investigar y tener un mayor conocimiento sobre las propiedades del lirio en relación con los requerimientos nutrimentales de cada especie de hongo y de su uso en producción de diversas especies incluyendo a las especies de hongos entomopatógenos. No resultó necesario secar el lirio debido a que los sustratos formulados dieron buen resultado con el lirio fresco o precompostado de 5 días lo cual representa un ahorro en el proceso de preparación y elaboración de los materiales, tanto en el proceso de secado como en el tiempo. Será necesario ampliar la investigación preparando una formulación especial para *Ganoderma lucidum* y otra para *Lentinula edodes* debido a la diferencia requerimientos de ambas especies considerando el sustrato natural en el que viven, dado que *Ganoderma sp.* es un hongo más asociado a la lignina que es menos requerida como nutriente por el *Lentinula sp.* y verificar si la humedad para ambos casos es alrededor de 90% con una iluminación igual, del 30%.

El mejor contenedor para el desarrollo de los micelios, resultó ser la charola de plástico cristal debido a que ofrece una mayor superficie para la oxigenación y una iluminación más uniforme. En general en los ensayos en los que se utilizaron bolsas de plástico, los sustratos presentaron un menor desarrollo de micelio y un crecimiento más lento, sin embargo estos han sido resultados parciales y se requiere de mayor investigación. Los retos derivados de la afectación económica derivada de enfrentar la pandemia por el COVID-19 sitúa a la sociedad actual, en la necesidad de encontrar estrategias productivas de alimentos sanos y nutritivos en espacios óptimamente utilizados y con reducido consumo de agua por lo que la producción de hongos resulta ser benéfica para la alimentación humana.

Por otra parte, la versatilidad de uso de los hongos para producción de hormonas, enzimas, colorantes, extractos medicinales o la elaboración de materiales para construcción y otros micomateriales, ofrece la posibilidad de establecer cadenas de valor en torno al uso del lirio como material importante en la producción de sustratos para el cultivo de hongos además de los usos que ya han sido estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De-Bruin, S. (2019). *The Fungi Factory: Mycelium as a new building block for Parkstad*. Delft University of Technology. Obtenido de <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:cd0bf37f-3eb3-407b-a86-af035005cd22>
- Díaz-Barriga, V. H. (2 de Diciembre de 2021). Cultivos de hongos shiitake y reishi. (comunicación personal).
- Feijóo-Vivas, K., Bermúdez-Puga, S. A., Rebolledo, H., Figueroa, J. M., Zamora, P., & Naranjo-Briceño, L. (2021). Bioproductos desarrollados a partir de micelio de hongos: Una nueva cultura material y su impacto en la transición hacia una economía sostenible. *Bionatura*, 6(1), 1637–1652. <https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.01.29>
- Fuentes-Cantillana, M. I. (2020). Bio Fabricación. Micelio como material de construcción: biocomposite en sustratos lignocelulósicos. Proyecto Fin de Carrera/Grado. Obtenido de ETSAM/UPM: <https://oa.upm.es/63507/>
- Gutiérrez, D. E., Hernández, D. E., Estrada, F. A., Álvarez, C. J., Romo, M. L., & Mendoza, M. B. (julio de 2021). Biomaterial obtenido a partir de micelio de hongo (*Ganoderma lucidum*) y residuos agrícolas. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4663-4681. Obtenido de <https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/619/573>
- IMTA-SEMARNAT. (2011). Estudio ecosistémico del lago de Pátzcuaro : aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable. IMTA-SEMARNAT. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/261312693_Estudio_ecosistemico_del_lago_de_Patzcuaro_aportes_en_gestion_ambiental_para_el_fomento_del_desarrollo_sustentable
- Jiménez, R. J. (2021). *Eichhornia crassipes* y su uso en técnicas de aprovechamiento y fitorremediación de cuerpos de agua. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/40340/jajimenezrod.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, Jerves, D. N. (2012). Aprovechamiento del lechuguín ("Eichhornia crassipes") para la generación de abono orgánico mediante la utilización de tres modelos diferentes de biodigestores. Obtenido de Cuenca Ecuador: Carrera de Ingeniería ambiental. : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1938/12/UPS-CT002337.pdf>
- Muñoz, M. J., & Zapata, M. D. (2019). Evaluación de la obtención de celulosa a partir del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) mediante la hidrólisis básica y el proceso enzimático del hongo *Pleurotus ostreatus*. Obtenido de Fundación Universidad de América. Programa de Ingeniería Química. Bobotá, Colombia: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7605/1/6132185-2019-2-IQ.pdf>
- Nigistie, E., Sitotaw, B., Girmay, S., & Hirut, A. (2022). Evaluation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Production Using Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Biomass Supplemented with Agricultural Wastes. *International Journal of Food Science*, 2022, 9 pp. Obtenido de <https://downloads.hindawi.com/journals/ijfs/2022/9289043.pdf>
- Oseguera, F. L. (2011). Calidad de agua y sedimentos en sitios con diferente grado de dragado en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Obtenido de INIRENA Biblioteca Virtual UMSNH: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/5782/INIRENA-M-2011-0001.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CREACIÓN DE SITIO WEB DE RECADOS ARTESANALES EN LA ZONA VALLADOLID, YUCATÁN.

¹ Ingrid Gabriela Tamayo Noh, 120020064@valladolid.tecnm.mx

² Angelica Guadalupe Tuz Och, 120020085@valladolid.tecnm.mx

³ Anahi Tuz Poot, 120020069@valladolid.tecnm.mx

⁴ Felipe Nery Aguilar Aguilar, Felipe.aa@valladolid.tecnm.mx

⁵ Cindy Vianelly Cetina Aguilar, cindy.ca@valladolid.tecnm.mx

RESUMEN

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una especie introducida al lago de Pátzcuaro cuya población El siguiente artículo se lleva a cabo una investigación de mercados con la finalidad de conocer la opinión de la gente del oriente de Yucatán acerca de la adquisición de un producto artesanal y tradicional de la región en un sitio web, es decir, de recados hechos artesanalmente con una nueva presentación del recipiente, se habla del envase de vidrio hermético los cuales tienen beneficio al consumidor ofrecer recipiente reutilizable, y conservación del producto.

Para conocer los puntos de vista de la población de Valladolid, Yucatán se consideró un método de investigación cuantitativa y cualitativa con la herramienta Google Forms, con los resultados obtenidos de las preguntas relacionadas con el tema, se estima mantener la empresa rentable en todo momento, generar clientes potenciales y la fidelización de los mismos para el aumento de ventas, pero también cabe mencionar que se requiere enfocar los esfuerzos en el área de mercadotecnia de la empresa para posicionar los productos en el mercado local sin olvidar la relación con él ¿Cómo se encuentra la demanda y la oferta de los recados actualmente?, ¿A la población le interesaría un sitio web para la compra de recados?, ¿Qué mercados adquieren más del producto?.

PALABRAS CLAVE

Recado
Tienda en línea
Valladolid
Condimentos

ABSTRACT

The following article is carried out a market research in order to know the opinion of the people of eastern Yucatan about the acquisition of an artisanal and traditional product of the region on a website, that is, errands made by hand. With a new presentation of the container, there is talk of the hermetic glass container, which has benefits for the consumer, offering a reusable container and product conservation. To know the points of view of the population of Valladolid, Yucatan, a quantitative and qualitative research method was considered with the Google Forms tool, with the results obtained from the questions related to the subject, it is estimated to keep the company profitable at all times, generate potential customers and their loyalty to increase sales, but it is also worth mentioning that it is necessary to focus efforts in the company's marketing area to position the products in the local market without forgetting the relationship with it. Find the current demand and supply of errands? Would the population be interested in a website to buy errands? Which markets acquire more of the product?

KEYWORDS

Recado
Online store
Valladolid
Seasonings

1,2,3 *TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/Estudiantes*

4, 5 *TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/Docentes*



I. INTRODUCCIÓN

En este presente proyecto de investigación se muestran que los estudios sobre la cultura culinaria y gastronómica han manifestado cambios muy notorios. Este artículo busca dirigir la mirada reflexiva hacia el análisis del consumo del recado en la cocina regional y su adquisición en plataforma online. De esta forma se puede decir que es muy importante preservar la tradición y costumbres de Yucatán ya que a través de los años se ha ido perdiendo o mezclando con otras culturas realizando cambios desde su origen y creación de algunos productos que caracteriza el estado de Yucatán tal y como se puede mencionar que los recados son un claro ejemplo ya que estas han ido perdiendo su origen y su creación ya que ha sufrido alteraciones en su producción, en algunas partes se realizan a través de colorantes artificiales para luego comercializarlas y finalmente venderlas a los restaurantes, familias que lo requieren, tienditas, en los mercados locales y los supermercados. “Los recaderos son aquellas personas que hacen alquimia y combinan con su talento los chiles, semillas de achiote, cenizas y especias para dar forma a estos condimentos. Pueden durar hasta un año en refrigeración mientras estén tapados herméticamente.” (Guormet, 2020). Sin embargo, cuando se trata de cocina casera en Yucatán, los recados son el rey. Quizá se pregunte qué son los recados. Bueno, para

decirlo de forma sencilla, recado es un término generalizado para referirse a las mezclas de especias y chiles que se utilizan en varios platillos. Es por ello que es considerado un pilar en la cocina yucateca.

“En Yucatán, la palabra recado hace referencia a un preparado, generalmente una pasta o polvo con distintos grados de molienda que contienen distintas especias molidas para lograr un sazonzador o fortificante de sabor que son básicos y quintesenciales de la cocina local.” (Plascencia, 2018).

II. METODOLOGÍA

Descripción De La Población. La ciudad de Valladolid es la cabecera municipal del municipio de Valladolid, uno de los 106 municipios de Yucatán, mismo que se encuentra al oriente del estado y ocupa una superficie total de 1081,27 km².

Valladolid (en maya: Saki³) es la tercera ciudad más poblada del estado de Yucatán, en México. Se ubica al sureste del país, en la región oriente del estado, a 170 km de Mérida, la capital de la entidad. De acuerdo con el censo de 2020 realizado por el INEGI, tiene una población de 56 494 habitantes, lo que la convierte en la tercera ciudad más grande del estado después de Kanasin y en la ciudad yucateca más poblada fuera de la Zona Metropolitana de Mérida.

Figura 1.
Mapa de Valladolid, Yucatán.



Fuente: Google Maps 2022.

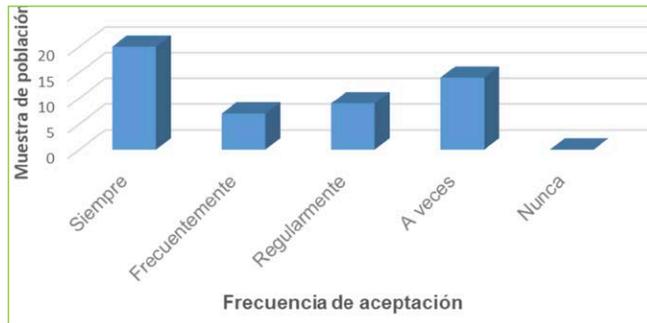
Muestra. Para el cálculo de la muestra se tomará en cuenta el 95% de confianza con un margen de error del 5%, en dos principales sectores, abarcando el sector empresarial, es decir los restaurantes y pequeños negocios de comida, ubicados en la colonia San Juan, de igual forma encuestaremos a las personas amas de casa que asisten al mercado municipal, con el fin de una buena recolección de información.

LLL. RESULTADOS O AVANCES

En este apartado se presentan los resultados investigados para la obtención de opiniones del consumo del recado artesanal y su adquisición en su propio sitio web (2022).

Gráfica 1.

¿Actualmente consume recados típicos como condimento para sus platillos?



Fuente: Elaboración propia

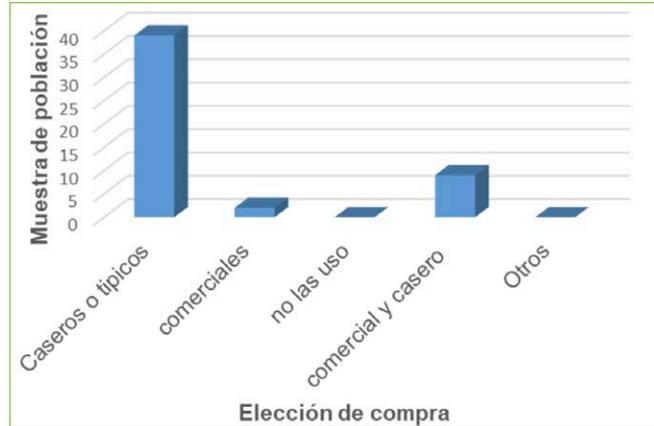
Interpretación:

- El 40% de los encuestados respondieron de que siempre consumen recados típicos en sus platillos.
- El 14% respondió que frecuentemente consume los recados típicos.
- El 18% respondió que regularmente consume los recados típicos.
- El 28% de los encuestados respondieron que solo a veces consumen los recados típicos.

Se llega a la conclusión de que la mayoría de los encuestados que es el 40% consumen siempre el recado para elaborar sus platillos lo que significa que es una buena opción llevar a cabo las ventas del recado ya es un producto demandado.

Gráfica 2.

¿Cuál sería su elección para comprar los recados?



Fuente: Elaboración propia

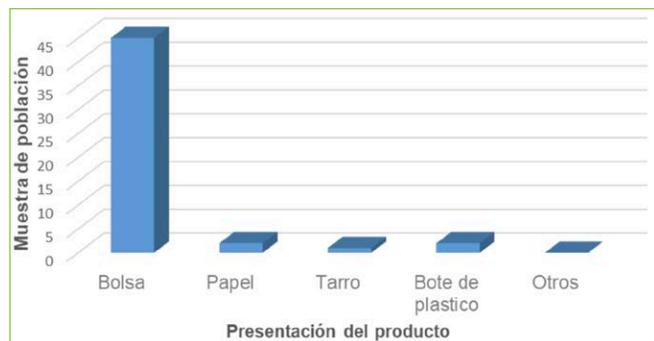
Interpretación:

- El 77.6% de los encuestados respondieron que su mejor elección para comprar recados es el casero o típico.
- El 18% de los encuestados respondieron de que su elección es el recado comercial y casero.
- El 4.1% de los encuestados respondieron que su elección es el comercial.

Se llega a la conclusión de que la mayoría de los encuestados que es el 77.6% prefieren comprar los recados caseros o típicos.

Gráfica 3.

¿Cuál es la presentación que siempre adquiere?



Fuente: Elaboración propia

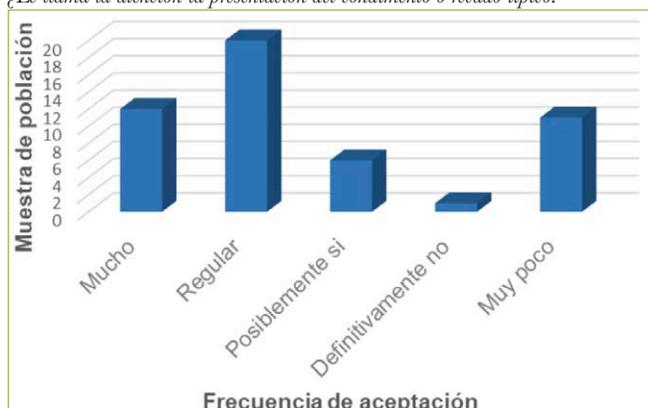
Interpretación:

- El 90% de los encuestados respondieron de que adquiere su producto en bolsa.
- El 4% de los encuestados respondieron de que adquieren su producto en papel.
- El 2% de los encuestados respondieron que adquieren su producto en tarro.
- El 4% de los encuestados respondieron de que adquieren su producto en bote de plástico.

En conclusión, se puede decir que la mayoría de los encuestados que es el 90% siempre adquiere su producto en bolsas.

Gráfica 4.

¿Le llama la atención la presentación del condimento o recado típico?



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

- El 40% de los encuestados respondieron de que regularmente les llamaría la atención la presentación que adquieren.
- El 24% de los encuestados respondieron de que les llama mucho la atención de la presentación de los recados que adquieren.
- El 22% respondieron que muy poco le llama la atención la presentación en la adquieren el producto.
- El 12%. Respondieron de posiblemente les llame la atención la presentación del producto.
- El 1% respondieron de que no les llama la atención la presentación del producto que adquieren.

Se llega a la conclusión de que la mayoría que es el 40% regularmente les llama la atención la presentación del producto que adquiere.

Gráfica 5.

¿Le gustaría adquirir nuestra presentación que es de envasado en tarros?



Fuente: Elaboración propia

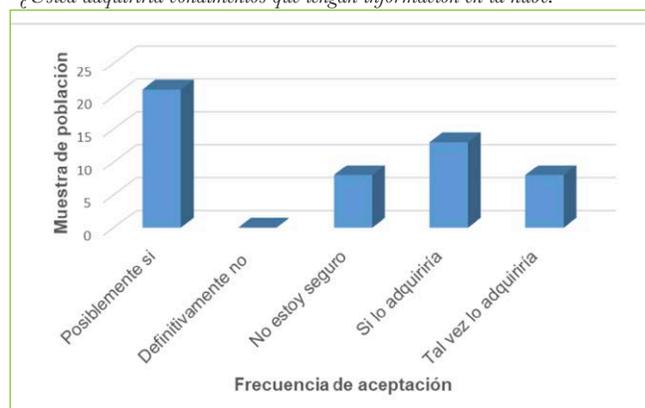
Interpretación:

- El 45.7% de los encuestados respondieron de que si adquirirían el producto.
- El 40% de los encuestados respondieron de que posiblemente adquieran el producto.
- El 14.3% respondieron de que tal vez adquiera el producto.

Se llega a la conclusión de que la mayoría de los encuestados de que posiblemente adquieran el producto en su presentación en tarro ya que es más fácil de utilizar y de guardar.

Gráfica 6.

¿Usted adquiriría condimentos que tengan información en la nube?



Fuente: Elaboración propia

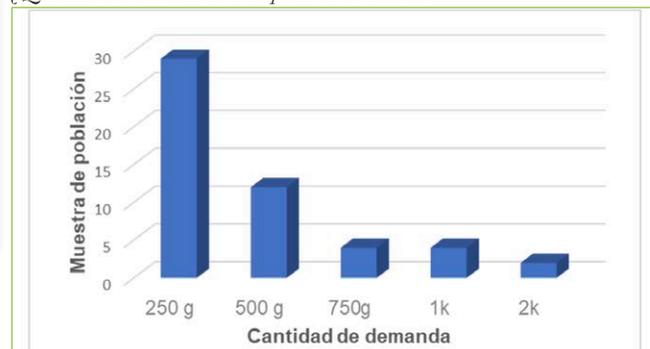
Interpretación:

- El 42% de los encuestados respondieron de que posiblemente adquieran el producto con información en la nube.
- El 26% de los encuestados respondieron de si adquirirían el producto con información en la nube.
- El 16% de los encuestados respondieron de que tal vez adquieran el producto con información en la nube.
- El 16% de los encuestados respondieron de que no están seguros de que adquieran el producto con información en la nube.

Se llega a la conclusión de que la mayoría de los encuestados posiblemente adquiera el producto con información en la nube, ya que la versión que compran no cuenta con ella y los consumidores prefieren algo innovador y que tenga otras utilidades o beneficios. “Los sitios web son espacios virtuales que contienen toda la información que una persona o empresa quiere difundir a través de internet.” (León, 2022)

Gráfica 7.

¿Qué cantidad acostumbra a adquirir de los recados?



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

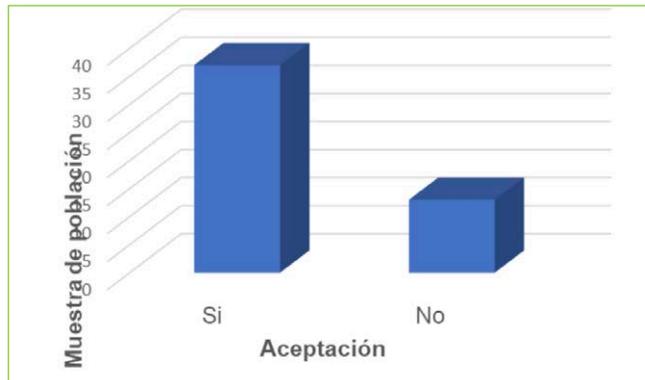
- 58% de las personas mencionaron que usualmente adquieran la cantidad de recado de 250 g.
- 24% de las personas adquieran la cantidad de 500 g de recados.

- 8% de las personas adquiere su recado en una proporción de 750 g.
- 8% adquiere su recado en una proporción de 1 k.
- Mientras que el 2% lo adquiere en cantidades de 2 k.

En esta pregunta se concluye que la mayoría de las personas compran en proporción pequeña, puesto que es de mayor facilidad de uso.

Gráfica 8:

¿Le gustaría adquirir los recados típicos en una tienda virtual?



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

- El 74% de los encuestados mencionaron que si les gustaría adquirir los recados por medio de una tienda virtual.
- Mientras que el 26% mencionaron que no.

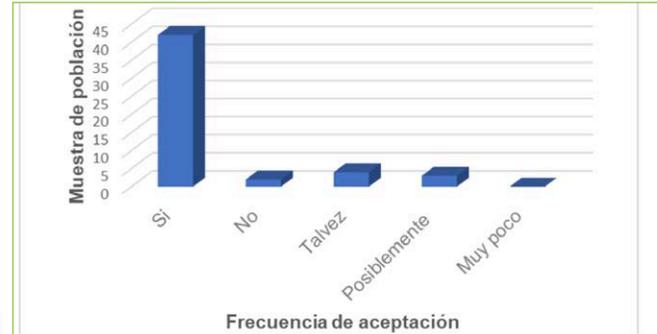
En esta pregunta podemos concluir que la gran parte de los encuestados si les interesa adquirir el producto por medio de una tienda virtual, por lo que si sería interesante dar a conocer nuestro proyecto y capacitar a los que no tengan idea del uso de las tic's.

Según refiere Janice Reynolds (2001) el comercio electrónico (e-commerce) es el acto transaccional donde se intercambian bienes o servicios a cambio de valores monetarios, pero todo esto, a través de la web. Es decir, compra y venta a través del internet; este fue un concepto muy novedoso en los años 90.

Cabe mencionar que “Los tres tipos de condimentos, que tanto por las particularidades de sus ingredientes como por su color y aroma han conquistado las mesas de los restaurantes más selectos, son los recados rojo, negro y blanco”, (González, 2017), estos 3 tipos son los más comunes para el consumo de la población vallisoletana y los que se venderán en el sitio web.

Gráfica 9.

¿Consideras importante la relación del precio con la calidad del producto?



Fuente: Elaboración propia

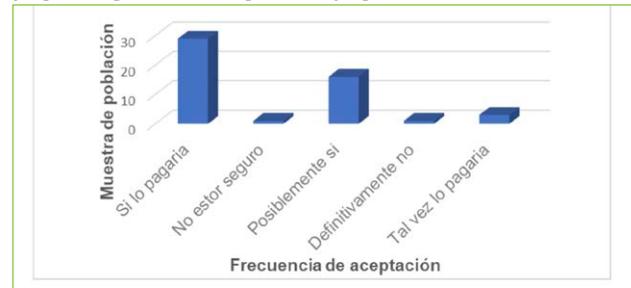
Interpretación:

- El 84% de los encuestados mencionaron que si es importante la relación del precio con la calidad del producto.
- Un 2% de los encuestados mencionaron que no es importante esa relación.
- El 8% menciono que tal vez si sea importante el precio con la calidad del producto.
- El 6% comento que posiblemente si sea importante la relación del precio y la calidad del producto.

En esta pregunta podemos llegar a la conclusión de que a las personas le importa mucho el precio con relación a la calidad, puesto que opinan que entre más caro mejor es la calidad del producto

Gráfica 10.

¿Pagaría un precio adicional por una mejor presentación del envasado?



Fuente: Elaboración propia

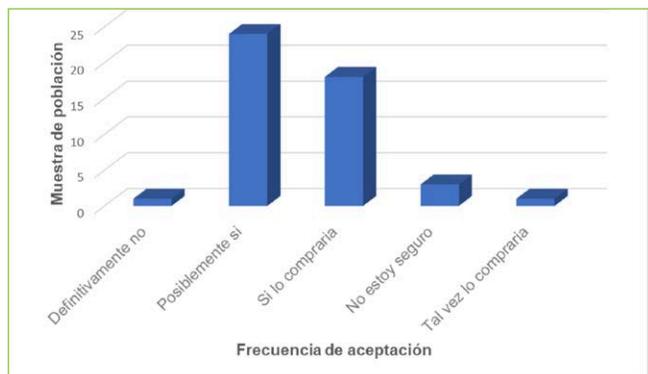
Interpretación:

- El 58% de las personas si están dispuestas a pagar un precio adicional para adquirir el recado con una nueva y mejor presentación.
- El 2% dice no estar seguro si pagar.
- El 32% menciona que posiblemente si pagara por mejorar la presentación.
- El 2% opto por la opción de definitivamente no pagarla. Mientras que 6% dijo que tal vez si lo pagaría.

Con esta concluimos que las personas están dispuestas a pagar por recibir un producto, en este caso los recados en una nueva presentación, puesto que adquirirlas de esa forma le facilitaría su uso y conservación.

Gráfica 11.

¿Compraría los recados típicos o caseros en los siguientes precios de 1 kilo: recado blanco \$250, recado rojo \$150 y recado negro \$300, ¿considerando todas sus funcionalidades ya mencionadas?



Fuente: Elaboración propia

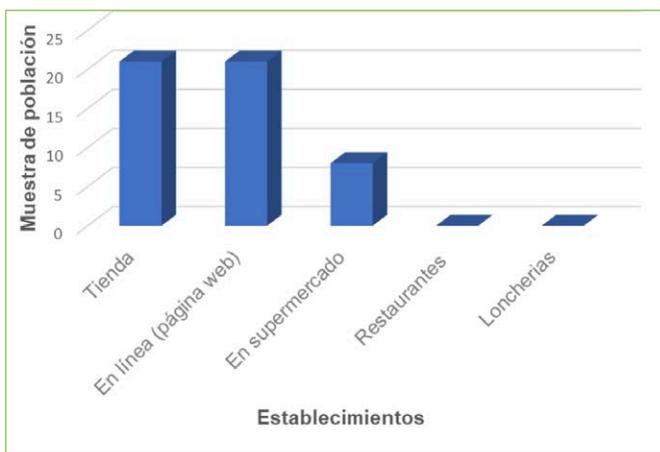
Interpretación:

- El 2% de los encuestados opto por la opción de definitivamente no compraría el producto.
- El 48% menciono que posiblemente si compraría el producto con esos precios establecidos.
- El 36% dijo que si lo compraría
- El 6% se fue por la opción de no estar segura si compraría el producto con esos precios.
- Mientras que el 8% menciono que tal vez no lo compraría.

En la pregunta 11 podemos observar que la gran mayoría de las personas si consideran adecuado los precios establecidos, aunque una pequeña parte no, más sin embargo podemos concluir que nuestro proyecto sería competitivo en el mercado

Gráfica 12.

¿Le gustaría encontrar los condimentos en algunos de los siguientes lugares?



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Al 42% de los encuestados les gustaría encontrar el producto en las tiendas de las esquinas.

Así como también el 42% les gustaría encontrar el producto en línea, en este caso en nuestra página web.

Y solo un 16% optaron por encontrarla en supermercados.

En conclusión, nuestros productos tendrían viabilidad según la encuesta realizada en el mercado de tiendas y ventas en línea, es decir en nuestra página web ya que son los medios que mayormente recurren las personas y gracias a eso estarían a su alcance.

IV. CONCLUSIONES

Cómo conclusión a este proyecto realizado damos a conocer y entender la importancia que tiene estos condimentos artesanales únicamente realizado en nuestra región que es Yucatán, estos condimentos artesanales han sufrido varios cambios en su elaboración sin embargo al hacer este proceso no beneficia ni satisface el gusto del cliente a base de ellos algunos individuos no tienen el conocimiento de cómo se realiza correctamente este proceso artesanal de igual forma se realizó un estudio de mercado aplicando encuestas a diferentes sitios de la ciudad de Valladolid en donde se visualizó que está población consume y si adquiriría estos condimentos artesanales en una página Web en donde se le enviará a restaurantes, mercados, personas que habitan en esta zona, al realizar este proceso de encuestas para conocer, si dicho proyecto tiene un futuro por delante, cómo se visualizó en las gráficas las personas afirmaron que si adquirirían este producto artesanal en una página web, y que su consumo es en la mayoría de sus comidas, así mismo un porcentaje de personas nos señalaron que el precio que consideramos es accesible para ellos.

Consideramos que este proyecto basado en estos condimentos artesanales tiene futuro gracias al apoyo de aquellas personas que aún prevalecen sus tradiciones en algunas comidas que requieren estos productos artesanales. Pero también el

neuromarketing influye en ella ya que “al final por muchos datos que se puedan extraer de diferentes estudios o con diferentes técnicas, todo ello vale la pena si el futuro cliente está contento con el servicio o el producto y la persona misma se convierte en un embajador de marca. Para llegar a conseguir este resultado, el proceso no se puede apoyar solamente en los datos que se recaban, sino que tiene que existir una planificación general para que las personas desarrollen confianza con el producto o servicio, algo que es mucho más global, que abarca distintos puntos de contacto y ayudaran a proyectar una imagen de marca en la cabeza de las personas acorde con los valores del producto. (Neuromarketing, 2022). Actualmente el neuromarketing está en auge por las condiciones en las que se vive actualmente por la pandemia, es muy utilizada por las empresas, Kotler y Armstrong (2013) y Hsu (2017) la definen como una medición cerebral para poder estudiar detalladamente cómo los clientes y/o consumidores responden ante un estímulo, apoyándose en las neurociencias y utilizando técnicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canales, H. S. J. (s. f.). Neuromarketing: Explorando la mente del consumidor. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522018000200036#:~:text=El%20neuromarketing%20es%20definido%20por,la%20resonancia%20magn%C3%A9tica%2C%20la%20topograf%C3%ADa
- El comercio electrónico. (s. F.). Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <https://www.eumed.net/ce/2012/mgq.html#:~:text=seg%C3%ban%20refiere%20janice%20reynolds%20>
- González, J. (2017, 21 febrero). Condimentos, el «gran secreto» de la comida tradicional yucateca. *sipse.com*. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <https://sipse.com/novedades-yucatan/condimentos-el-gran-secreto-de-la-comida-tradicional-yucateca-243660.html>
- Gourmet, A. (2020, 4 agosto). Los recados: el alma de sabores y aromas en la Península de Yucatán. *Animal Gourmet*. Recuperado 28 de septiembre de 2022, de <https://www.animalgourmet.com/2020/08/04/recados-yucatan/>
- León, L. (2022, 20 junio). Sitios web: tipos, ejemplos y cómo crearlos fácilmente. *Blog del E-commerce*. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <https://www.tiendanube.com/blog/mx/sitios-web/>
- Neuromarketing; Qué es y cómo aplicarlo en tu empresa. (2022, 14 septiembre). *Mglobal - Consultoría y Agencia de Marketing*. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de https://mglobal-marketing.es/blog/neuromarketing-en-la-mente-del-consumidor-1/#Utiliza_el_neuromarketing_para_planificar_tu_estrategia
- Recados Yucatecos y su clasificación. (s. f.). Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <http://kuukinvestigacion.blogspot.com/2018/07/recados-yucatecos-y-su-clasificacion.html?m=1>

EJE TEMÁTICO:
Humanidades

EL MODELO AULA INVERTIDA COMO FACTOR DE MEJORA EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE UN CURSO DE CÁLCULO INTEGRAL

¹ Abraham Francisco Espinosa-Pat, abraham.ep@progreso.tecnm.mx

² Guadalupe Zimbrón-Pérez, guadalupe.zp@progreso.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio es conocer el impacto en el desempeño académico en los estudiantes de la Ingeniería en Logística cursando la asignatura “Cálculo Integral” al emplearse las estrategias propias de la educación a distancia, durante la contingencia sanitaria por COVID-19.

El siguiente estudio es del tipo cuantitativo de corte cuasi experimental transversal y descriptivo para la diferencia de medias aritméticas entre dos grupos de estudiantes, con un nivel de significancia de 95% que nos permite analizar los resultados de aplicar el método de aula invertida con respecto a un curso de enseñanza convencional en la asignatura de cálculo integral.

Los resultados demuestran que existe diferencia significativa, por lo que se concluye que es posible obtener mejores resultados en el desempeño académico de los estudiantes cuando se emplea el método de aula invertida.

PALABRAS CLAVE

B-learning
Matemáticas
Rendimiento académico

ABSTRACT

The aim of this study is to know the impact of the academic performance on the students of Logistics Engineering studying “integral calculus” subject using the strategies of distance education, during the health contingency by COVID-19.

Quantitative type of cross-sectional and descriptive quasi experimental study for the difference of average between two groups of students, with a 95% significance level that allows analyze the results of applying the flipped classroom method respect to a traditional teaching course in the subject: calculus integral.

The results show that there is a significant difference, so it is concluded that better results are obtained in the academic performance of the student when the flipped classroom method is used

KEYWORDS

B learning
Math
Performance academic

*Docente del Tecnológico Nacional de México, Campus Progreso. Universidad Santander, Campus Yucatán.
Docente del Tecnológico Nacional de México, Campus Progreso. Universidad Autónoma de Yucatán.*



I. INTRODUCCIÓN

Derivado de la pandemia por COVID-19, las instituciones educativas, en general, y las de educación superior (IES), en particular, establecieron estrategias específicas para acercarse a los docentes y estudiantes y, de esa forma, continuar con su labor educativa. La estrategia más utilizada fue el uso de plataformas digitales, como zoom o Google meet, con la finalidad de lograr un aprendizaje significativo y adecuado.

Una de las modalidades que se empleó para el aprovechamiento de las asignaturas impartidas a distancia, durante las primeras etapas de la contingencia sanitaria, fue “flipped classroom”, o aula invertida por su traducción al español, la cual propone que, antes de cada sesión, los alumnos tengan acceso al material de forma multimedia, ocupando el tiempo presencial con el aprendizaje puramente activo. En consecuencia, el canal que transmite la información teórica necesaria para el desarrollo de la asignatura admite diferentes formatos (slides, audio, video, podcast, tutoriales, etcétera), al tiempo que la organización y el tratamiento de la sesión puede llevarse a cabo a través de diversas y variadas fórmulas didácticas (discusión, colaboración, reflexión, entre otras), en función del estudiante y de su contexto de aprendizaje (García-Gil, 2019).

La metodología del aula invertida consiste en que los trabajos que antes se realizaban en casa, ahora se realicen en clase y a la inversa. El alumno recibe la información que debe aprender leyendo documentos, escuchando y viendo una explicación en video y tomando notas de lo que el profesor le transmite por los medios virtuales. La transmisión de conceptos por parte del profesor y la recepción de estos por los alumnos se sacan fuera del tiempo de clase y, el tiempo presencial en ella, se utiliza para la consolidación de conocimientos, interacción entre estudiantes y profesor para realizar actividades o proyectos (Fornons & Palau, 2016).

Es importante recalcar que este modelo de instrucción no consiste en un cambio tecnológico, sino que, únicamente aprovecha las nuevas tecnologías para ofrecer más opciones de contenidos a los estudiantes y, lo más importante, redefine el tiempo de clase como un ambiente centrado en el estudiante (Bergman & Sams, 2012).

El Tecnológico Nacional de México está constituido por 254 instituciones, de las cuales 126 son Institutos Tecnológicos Federales, 122 Institutos Tecnológicos Descentralizados, cuatro Centros Regionales de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODE), un Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET) y un Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). En el estado de Yucatán cuenta con siete campus ubicados en los municipios de Mérida, Conkal y Tizimín de tipo Federal y los ubicados en Progreso, Valladolid, Motul y Oxkutzcab, de tipo descentralizado (TecNM, 2019).

En el estado de Yucatán, durante el ciclo escolar 2021 - 2022, se atendió un total de 12,620 estudiantes, que representan el 14.62% del total del estado (ANUIES, 2022). Específicamente el campus ubicado en el municipio de Progreso, atendió a un total de 1260 estudiantes en los siete programas educativos de ingeniería que oferta.

Durante la contingencia sanitaria, la institución ha tenido tres modelos para la implementación de las cátedras: 1) clases en línea con apoyo de plataformas en línea como: edmodo, Google classroom o chamilo y de manera institucional moodle; 2) clases semipresenciales donde los alumnos de manera voluntaria asistían algunos días al instituto para tomar clases con los docentes y 3) sistema híbrido, en el cual los estudiantes acudían tres días a la semana a clases presenciales y los dos días restantes las clases eran en línea o bien con actividades en la plataforma institucional, Moodle.

Los planes de estudio de las ingenierías que oferta la institución se componen de dos tipos de asignaturas: las de ciencias básicas que incluyen temas relacionados con las matemáticas, física y química y que son generales para todos los planes de estudio y proporcionan al estudiante las competencias básicas e indispensables para sus estudios de ingeniería y también se encuentran las asignaturas de especialidad y que corresponden a aquellas que otorgan al estudiante las competencias propias de la actividad que desarrollará en el campo laboral, en varias ocasiones van ligadas con las asignaturas de ciencias básicas, pues requieren de dichas competencias para el desarrollo de las propias.

En tal sentido el objetivo del presente estudio es conocer el impacto en el desempeño académico de los estudiantes de la Ingeniería en Logística, cursando la asignatura “Cálculo Integral”, al emplearse las estrategias propias de la educación a distancia, durante la contingencia sanitaria por COVID-19.

II. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, con diseño cuasiexperimental transversal con dos grupos de la Ingeniería en Logística, pertenecientes a cohortes diferentes. El primer grupo cursó la asignatura durante el semestre 2021A (enero – julio) con un total de 33 estudiantes, 17 varones y 16 mujeres. El segundo grupo cursó la asignatura durante el semestre 2022A, con un total de 26 estudiantes, 12 varones y 16 mujeres.

El primer grupo recibía dos sesiones sincrónicas, a través de la plataforma zoom, Durante las sesiones se empleaban diapositivas de power point, con los temas, ejemplos y actividades correspondientes a la asignatura, para después presentar ejercicios a realizar durante las sesiones y al finalizar la misma se entregaban ejercicios adicionales para el estudio independiente del estudiante. La comunicación fuera de clase se realizaba a través de un grupo de trabajo en whatsapp.

El segundo grupo, cursó la asignatura de forma híbrida: en la modalidad virtual empleando las plataformas zoom y moodle y asistiendo a sesiones sincrónicas una vez a la semana. En la plataforma moodle se colocaban videos breves, previamente grabados por el catedrático donde se explicaban los conceptos previos y básicos a cada tema; además de incluir actividades de práctica que pusieran en juego dichos conceptos básicos y otras de estudio independiente para reforzar los conceptos anteriores y lo visto en las sesiones sincrónicas. La comunicación fuera de clase se realizaba a través de un grupo de trabajo en whatsapp.

Con la finalidad de comparar los resultados entre ambos grupos se emplearon las mismas actividades como evaluación formativa y sumativa. La evaluación formativa consistía en actividades sincrónicas y asincrónicas con ejercicios prácticos y de aplicación para cada tema visto en clase, además de la conformación del portafolio de evidencias por cada periodo evaluado. Por otra parte, la evaluación sumativa consistió en una prueba escrita con ejercicios prácticos y aplicativos.

Debido a la forma de trabajo, la evaluación sumativa del primer grupo en el cuarto periodo, consistió en una prueba escrita; mientras que el segundo grupo realizó un proyecto integrador multidisciplinario con los estudiantes de otras Ingenierías que cursaban la asignatura, el cual involucraba las aplicaciones del concepto de integral, específicamente el cálculo de volúmenes de sólidos de revolución.

Se aplicó diferenciación de medias para comparar la efectividad de las dos estrategias aplicadas: aula invertida vs metodología tradicional, utilizando un 95% de nivel de significancia. Se ha denotado con μ_1 para designar el valor de la media de aprovechamiento académico durante la aplicación de la metodología tradicional y con μ_2 para asignar la media

de aprovechamiento en la aplicación de la metodología de aula invertida.

Esta propuesta consiste en comparar las metodologías y determinar cuál metodología resulta más significativa para el aprendizaje de la asignatura en las muestras seleccionadas.

Con este propósito se han planteado las hipótesis en relación al parámetro estadístico –media aritmética-. La hipótesis nula hace referencia a la posibilidad que los valores de las medias sean iguales:

Esto significaría que el nivel de aprendizaje no depende de las metodologías utilizadas, por lo tanto, los resultados bajo las dos modalidades serían estadísticamente iguales. Mientras que la hipótesis alternativa hace referencia a la negación de la hipótesis nula: en este caso se plantea la posibilidad que las medias sean diferentes, se espera que el rendimiento académico bajo la metodología de aula invertida tenga mejores resultados, al compararse con el modelo tradicional o convencional.

Para el análisis de resultados se empleó el software IBM-SPSS Statics, que no es de uso libre, pero presenta resultados confiables (Castañeda, 2010).

III. RESULTADO

Para un nivel de significancia del 95%, empleando la prueba t de student, se obtiene el análisis indicado en la tabla 1, obtenido con el software IBM-SPSS estadistic, por lo que se tiene evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (no hay diferencia entre las muestras) y aceptar la hipótesis alternativa (existe diferencia entre las muestras).

Tabla 1.

Resultados del análisis estadístico de datos del software IBM-SPSS estadistic.

	F	t	Grados de libertad	Diferencias de medias	Significancia	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales	13.365	-0.112	51	-0.206	0.001	1.829
Se asumen varianzas diferentes		-0.109	34	-0.206	0.004	1.892

Al obtener estos resultados podemos afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa es decir que se debe a factores diferentes a que ocurriera solamente por la casualidad y que existen factores que favorecen a uno de los métodos aplicados.

Del análisis estadístico se obtiene que el promedio de calificaciones para ambos grupos es similar ($\mu_1=87.71 \pm 4.36$; $\mu_2=87.92 \pm 8.51$). Las gráficas de distribución de ambas muestras se encuentran en las figuras 1 y 2; donde podemos observar que ambas tienen comportamiento normal, con sesgo hacia la derecha.

Figura 1.
Calificaciones de los estudiantes del semestre 2021A, bajo un método tradicional

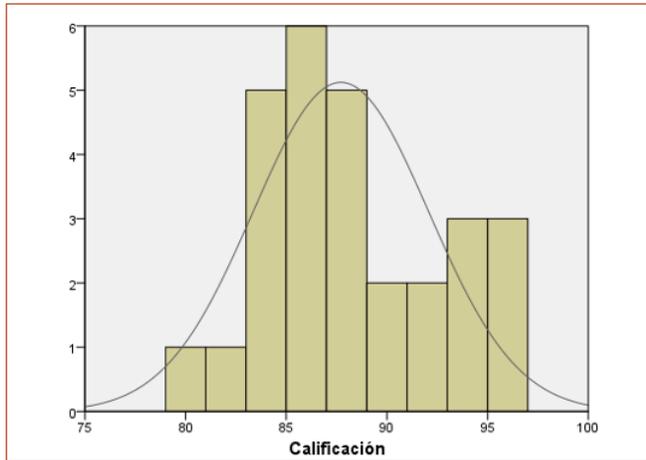
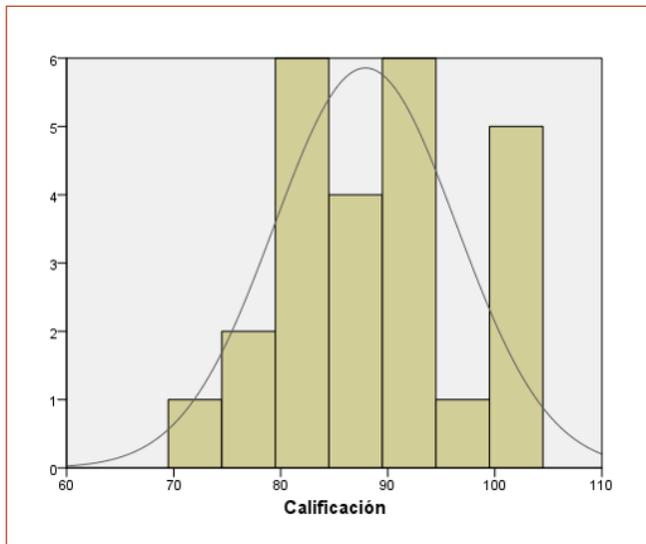


Figura 2.
Calificaciones de los estudiantes del semestre 2022A, empleando aula invertida



VI. CONCLUSIONES

El análisis estadístico demostró evidencia significativa para una diferencia entre ambos métodos de trabajo de la asignatura, por lo que se asume que el método de aula invertida permite tener mejores resultados contra los obtenidos en un método tradicional en línea.

Al observar con detalle los resultados de los estudiantes, las calificaciones mejoraron y tuvieron un rango mayor; lo cual es favorable para el desarrollo de la asignatura. Lo anterior concuerda con Fornons y Palau (2016) quienes encuentran que los resultados cuantitativos en grupos de matemáticas mejoran al implementar el método de aula invertida.

De igual modo, Rojas-Celis y Cely-Rivas (2019) encuentran que el uso de la metodología de aula invertida en un curso de cálculo vectorial, evidenció una mejor en los procesos de aprendizaje autónomos, mayor nivel de comprensión de los contenidos y disminución en el porcentaje de reprobación (repetición) de la asignatura; resultados que también encontramos en nuestro estudio.

Un aspecto importante de señalar es el periodo de adaptación de los estudiantes al método, ya que como señalan Barros y Martínez (2018) se requiere de tiempo para la revisión de los materiales previos y la elaboración de las actividades que dichos materiales conllevan.

Concordamos con May-Cen, Mazún-Cruz y May-Cen (2016) en el sentido de que los materiales didácticos diseñados para impartir las asignaturas de Ciencias Básicas son de gran ayuda y aportan experiencia y practicidad tanto al estudiante como al docente; por ello la generación de videos cortos y ejercicios tipo quiz que se emplearon en la metodología de aula invertida, coadyuvan al desarrollo de la misma y nos permiten tener el resultado presentado en el presente estudio.

Ahora bien, posterior al confinamiento debido a la COVID-19, el regreso de los estudiantes a las aulas, y la sesiones sincrónicas presenciales, trae consigo nuevos retos y desafíos; sin embargo se considera que implementar las estrategias del método de aula invertida puede contribuir, bajo estas condiciones, a la mejora en el desempeño académico de los estudiantes de Ingeniería; por ello y dado que, las condiciones de una de las Ingenierías en el Campus lo permiten, el presente estudio continuará con grupos simultáneos, permitiendo analizar si los resultados son semejantes a los obtenidos en el presente estudio.

Otro aspecto que consideramos importante tomar en cuenta es la relación con el género de los estudiantes. Añadir la perspectiva de género al estudio nos permitirá un diálogo sobre la presencia y desempeño de las mujeres en ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Nacional de Universidad e Instituciones de Educación Superior (2022) Anuarios Estadísticos de la Educación Superior en México. Disponible en: <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Barros, V. y Martínez, M. (2018) Aula invertida en la enseñanza de Álgebra en la educación superior. *Espirales* 2(12), 12-23.
- Bergman, J. y Sams, A. (2014) Dale vuelta a tu clase. Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier comento y cualquier lugar. SM. España.
- Castañeda, M. B. (2010). Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS: Un libro práctico para investigadores y administradores educativos. Edipucrs.
- Fornons, J., y Palau, R. (2016). Flipped classroom en la asignatura de matemáticas de 3º de educación secundaria obligatoria. *EduTec* (55), 4-17.
- García-Gil, D. (2019) “Flipped classroom” en educación superior. Un estudio a través de relatos de alumnos. *Revista mexicana de investigación educativa*. 24(80). México.
- May-Cen, J.I.; Mazún-Cruz, R. y May-Cen, C. (2016) Elaboración de material didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de cálculo. *Revista del centro de graduados e investigación* 31(64) pp. 1 – 5.
- May, C.; Zimbrón, G. y May, I. (2019) El proyecto integrador; estrategia que fortalece la práctica profesional y laboral del ingeniero en formación. *ANFEI digital* (10).
- Rogers, G. (2010). Student outcomes and performance indicators. Accreditation Board for Engineering [en red]. Recuperado de www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/programm-outcomes-and-performance-indicators.pdf
- Rojas-Celis, C., Cely-Rojas, V. (2020). Propuesta de enseñanza en Cálculo Vectorial: un acercamiento a la clase invertida. *Revista Científica*, 37(1), 58-66. doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.15064>
- Shepherd, C. (2008). Exploding the myths of synchronous e-learning. *Inside Learning Technologies*. Consultado en agosto de 2022, disponible en <http://www.cedma-europe.org/newsletter/articles/IT%20Training/Exploding%20the%20myths%20of%20synchronous%20e-learning%20%28Nov%2008%29.pdf>
- Tecnológico Nacional de México (2019) Anuario Estadístico 2018 – 2019. Disponible en: [efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.tecnm.mx/menu/estadistica/gen%20eral/ANUARIO_2018.pdf](https://www.tecnm.mx/menu/estadistica/gen%20eral/ANUARIO_2018.pdf)

EL BIENESTAR EMOCIONAL DE LOS ESTUDIANTES Y PROFESORES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN CAMINO REAL CAMPECHE

¹ Alumna. Glendy Suleymi Cauich Chan, 6544@itescam.edu.mx

² Alumna. Litzy Vanesa Tun Ávila, 6528@itescam.edu.mx

³ Dra. María Eugenia López Ponce, melopez@itescam.edu.mx

⁴ Dra. María Teresita de Jesús Chi Chan, mtjchi@itescam.edu.mx

RESUMEN

El bienestar emocional se refiere a los sentimientos: cómo reconocerlos, expresarlos, y cómo encararlos de manera que contribuyan a su tratamiento y recuperación. Si estás asustado, enojado, estresado o desesperanzado, esto puede afectarte a ti y a los que te rodean. Para lograr el bienestar emocional se necesita encontrar un balance en todos los aspectos de la vida: física, mental, emocional y espiritual. Es la habilidad de poder disfrutar la vida y a la vez de afrontar los problemas diarios que van surgiendo, ya sea tomando decisiones, lidiando y adaptándose a situaciones difíciles o dialogando acerca de nuestras necesidades y deseos. El bienestar emocional en los estudiantes y profesores de educación superior es indispensable para que tengan un desarrollo social y académico. La presente investigación tiene como objetivo analizar el bienestar emocional de los estudiantes y profesores de educación superior en Camino real Campeche. Se realizaron 200 encuestas entre estudiantes y profesores de nivel superior, de los distintos municipios del camino real. El tipo de investigación fue un estudio cuantitativo con alcance descriptivo y con diseño no experimental transeccional. El instrumento para la recolección de datos fue una encuesta enfocada al bienestar emocional. Mediante la encuesta se obtuvo como resultado que la mayoría de los estudiantes y profesores presentaban mucho estrés debido a la nueva modalidad, presentando desequilibrio emocional.

PALABRAS CLAVE

Emociones
Sentimientos
Desequilibrio emocional
Desempeño docente y estudiantil

ABSTRACT

Emotional well-being refers to feelings: how to recognize them, express them and how to deal with them in ways that contribute to their treatment and recovery. If you are scared, angry, stressed or desperate, it can affect you and those around you. To achieve emotional well-being, you need to find a balance in all aspects of life: physical, mental, emotional and spiritual. It is the ability to be able to enjoy life and at the same time face the daily problems that arise, whether it is making decisions, dealing with and adapting to difficult situations or talking about our needs and desires. Emotional well-being in higher education students and teachers is essential for their social and academic development. The objective of this research is to analyze the emotional well-being of students and teachers of higher education in

KEYWORDS

Emotions
Feelings
Emotional imbalance
Teacher and student performance

Camino real Campeche. 200 surveys were carried out among students and professors of higher education, from the different municipalities of the Camino Real. The type of research was a quantitative study with a descriptive scope and a non-experimental transactional design. The instrument for data collection was a survey focused on emotional well-being. Through the survey, it was obtained as a result that the majority of students and teachers presented a lot of stress due to the new modality, presenting emotional

I. INTRODUCCIÓN

Es importante diferenciar el constructo ‘emoción’ de otros fenómenos relacionados. Sería fácil confundir el afecto, sentimiento o estado de ánimo con la emoción, pues estos son comúnmente utilizados como sinónimos. La diferencia estriba en que, por un lado, mientras las emociones son provocadas por ciertos estímulos y tienen objetos intencionales específicos, los estados de ánimo tienen una causa menos específica y pueden estar presentes por períodos más largos de tiempo. Por otro lado, el afecto implica el conocimiento del valor y la experiencia consciente que se tiene sobre distintas situaciones, lo que conlleva la inclinación del ánimo hacia algo o alguien y los sentimientos son respuestas emocionales consistentes, hacia objetos o individuos, que pueden durar toda la vida e incluso pasar de una generación a otra (Keltner & Lerner, 2010)

Desde ya hace algunas décadas se viene reconociendo la importancia de la afectividad y las emociones sobre el compromiso académico de los estudiantes y profesores. Las emociones de logro se pueden definir como la activación afectiva directamente relacionada con las actividades o los resultados en contextos de logro a través de lo que es una serie de mecanismos cognitivos, motivacionales y regulatorios (Efklides & Volet, 2005) (Linnenbrik-García & Pekrun, 2011)

Un buen número de investigaciones, han evidenciado que estas emociones contribuyen significativamente a la predicción del rendimiento académico mientras que las emociones negativas estrechan y dirigen el foco de los individuos hacia acciones defensivas, las emociones positivas probablemente operan ampliando ese foco, de ahí que se haya referido la función de estas emociones positivas como de “ampliar y construir” (Sanchez Cobarro, García Gomez, Gomez Díaz, Gomez Sanchez, & Delgado Gomez, 2016)

Las emociones predisponen a los individuos a una respuesta organizada en calidad de valoración primaria (Bizquera Alzina, 2001) esta respuesta puede llegar a ser controlada como producto de una educación emocional, lo que significa poder ejercer control sobre la conducta que se manifiesta, pero no sobre la emoción en sí misma, puesto que las emociones son involuntarias, en tanto las conductas son el producto de las decisiones tomadas por el individuo (Casassus Gutierrez, 2007)

Así mismo y teniendo claro el bienestar psicológico en alumnos y profesores (Oramas Viera, Santana López, & Vegara Barrenechea, 2006) señalan que el bienestar psicológico es un elemento crucial en la vida humana, para que la persona pueda disfrutar de una salud mental satisfactoria y así alcanzar un desenvolvimiento adecuado en las diversas áreas de desarrollo intrapersonal e interpersonalmente.

El concepto inicial de bienestar psicológico se percibía como relacionado directamente a la satisfacción reflejada en la apariencia física, éxito económico, intelectual o social. Gradualmente el concepto ha sido utilizado como herramienta de estudio (Martinez Donado, 2014).

Las emociones a lo largo del tiempo han sido desvalorizadas y aisladas incluso de la psicología, partamos de un hecho, en el año 1950, todo parece señalar que los psicólogos han estado más centrados en la enfermedad mental más que en la promoción de la salud mental. No es hasta que aparece la psicología positiva que propondrá focalizarse en las fortalezas humanas más que en su debilidad dado que diferentes investigaciones han mostrado que las fortalezas humanas, actúan como amortiguadores de la enfermedad mental, problemas educativos, problemas sociales entre otros esto mencionado en su tesis (Lema Melendres & Marca Quito, 2020).

La educación es un proceso de transmisión de las tradiciones o de la cultura de un grupo, de una generación a otra (Azevedo y Gonzales, 1942)

Educación en casa se asocia a educación en el hogar, expresión cargada de sentido: encender fuego, dar calor, alimentarse, que se acopla bien a los nuevos enfoques pedagógicos de ecosistemas de aprendizaje, según los cuales la educación ocurre en su propio ekos (hogar); un caso específico de la ecología humana y, al decir de (Savater, 2005), no se educa en abstracto, se educa para intentar mejorar la sociedad y forjar personas capaces de vivir en ella.

El tiempo que se pasa en la universidad hasta alcanzar la meta establecida se da en plena juventud al contrario de la adolescencia donde el sujeto se evalúa de forma interna y desea conocerse para poder desarrollar sus habilidades y aptitudes. Para ello debe alcanzar una autonomía emocional lo que quiere decir una independencia y desapego de la familia e iniciar en el ámbito laboral (Freire Rodriguez, 2014).

Trascender a la visión puramente instrumental de la educación, hoy se entremezclan las dimensiones cognitiva y emocional en la escuela, pretendiendo formar un sólido tapiz a partir de cuatro hilos fundamentales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir (Jean Delors, 1996).

A lo largo de la pandemia, cambió la rutina escolar de una manera espontánea. Puesto que esto vino a afectar tanto a estudiantes como a profesores del camino real Campeche. Debido a esto, muchos alumnos y profesores tienden a experimentar distintas emociones y sentimientos a raíz de la presión por el cumplimiento de sus actividades/tareas, la falla constante de la red de internet, entre otros puntos más.

El objetivo principal de esta investigación es analizar el bienestar emocional de los estudiantes y profesores de educación superior en el camino real Campeche.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El bienestar emocional de los estudiantes y profesores de educación superior en camino real Campeche.

A lo largo de la pandemia y después de ya casi 1 año de impartir y recibir las clases a distancia, cambió la rutina escolar de una manera espontánea. Puesto que esto vino a afectar tanto a estudiantes como a profesores del camino real campeche. Derivado a esto, muchos alumnos y profesores, tienen a experimentar distintas emociones y sentimientos a raíz de la presión por el cumplimiento de sus actividades/tareas, la falla constante de la red de internet, entre otros puntos más. Sin embargo, la interrogante que surge a través de esta problemática es:

¿Para los estudiantes y maestros de educación superior del camino real, cuál es el bienestar emocional y cuáles son los efectos que atraviesan con relación a la educación?

JUSTIFICACIÓN

Se analizó el bienestar emocional de profesores y estudiantes de nivel superior del camino real en el proceso de enseñanza y aprendizaje, el cambio de ambiente que en principio conoce, a un nuevo contexto totalmente diferente, que en este caso fueron las clases a distancia lo que ha generado múltiples situaciones tanto positivas como negativas por ende esto produce emociones nuevas, nuevos sentimientos que el estudiante y el profesor desconoce miedo, estrés, felicidad angustia todo esto repercutirá de forma inesperada para adaptarse al nuevo ambiente o entorno ya sea este social, familiar, académico y personal.

Se consideró importante conocer si para los estudiantes y maestros de educación superior del camino real Campeche es más importante el bienestar emocional o la educación escolar en base a las clases en línea y de qué manera influye al bienestar emocional de ambas partes. Obteniendo esta información fue de utilidad para que se presenten recomendaciones y posibles estrategias para afrontar la problemática y resolver las situaciones de riesgo que este fenómeno provoca.

Es claro que la educación es un medio que ayuda a transmitir valores culturales y sociales por lo que otorga una distinción importante tanto para quien transmite conocimientos como para el que los recibe, si a esto se le suma el presentar obstáculos de tipo emocional resulta un impedimento notable sobre todo por el acceso a las redes de internet y a los equipos necesarios. Para el futuro y superación de cada familia se necesita una calidad de vida digna y si desde el momento de que se están formando profesionales se mira obstruido la oportunidad de adquirir valores y principios por una educación que en lugar de motivar y generar entusiasmo afecta el bienestar emocional solo se podría esperar una ética deficiente en los profesionistas futuros, que es preocupante y una buena razón para determinar factores que se puedan evitar o mejorar para llevar la relación de estos aspectos del tema.

Esta información presentó un nuevo aporte para la adaptación al funcionamiento de las clases en línea para que pueda obtenerse una forma de apoyo para ambas partes, docentes y alumnos.

El beneficio obtenido con esta investigación lo perciben profesores, estudiantes, y los mismos centros educativos obtendrán una nueva visión de ver a ambos como hasta ahora, implementando nuevas actividades, diferentes formas de enseñar y cambiando su forma de aprender la utilidad de esta investigación y su beneficio es ilimitada dependerá de cómo se utilice en un futuro.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo General

- Analizar el bienestar emocional de los estudiantes y profesores de educación superior en el camino real Campeche.

Objetivos Específicos

- Determinar cuál es el bienestar emocional de los estudiantes y profesores.
 - Conocer los sentimientos y emociones que experimentan los estudiantes y profesores actualmente.
 - Reconocer los efectos que causan las clases en cuanto al bienestar emocional en los estudiantes y profesores.
 - Identificar los motivos del desequilibrio emocional de los estudiantes y profesores.
- normalistas.

MARCO TEÓRICO

La investigación realizada se enfocó a explicar y describir el bienestar emocional en los alumnos y profesores de educación superior, los factores que se involucran en ello y la importancia que tiene. Se realizó con estudio cuantitativo con alcance descriptivo, la investigación realizada posee un enfoque con diseño no experimental transeccional para el año 2021.

Sandín (2008) explica que, Hans Selye es el autor que popularizó el término estrés y se le considera como el creador de este ámbito de investigación aplicado al área de salud. Además, Selye (1983) considera el estrés como una respuesta inespecífica. Según la teoría de este autor manifiesta que todo se basa en las respuestas del individuo a partir de un evento estresante pero que es indeterminado o no específico la respuesta que puede llegar a tener. Se abarca desde la problemática del bienestar emocional de los estudiantes y profesores, así como la descripción de los sentimientos que estos provocan sin perder el tema central. Seguidamente se presentan lo que son los fundamentos teóricos-prácticos que elevan la sensación de los estudiantes así como los profesores, mismos que forman una cohesión social en las instituciones.

MARCO CONCEPTUAL

Bienestar emocional

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2013) citado por Guillam, Garc, & Jos, (2018) el bienestar es un estado de ánimo en el cual el sujeto es consciente de sus propias habilidades y puede afrontar las presiones cotidianas de la vida, puede acoplarse productiva y eficientemente siendo capaz de hacer contribuciones a la sociedad. En una visión más amplia, también hablaremos de bienestar emocional con relación a la capacidad de adaptación a los cambios, la flexibilidad para aprender cosas nuevas, así como tener sentido del humor, juntamente con un estilo de vida saludable y activo.

Educación en casa

La educación es un proceso de transmisión de las tradiciones o de la cultura de un grupo, de una generación a otra (Azevedo 1894)

Educación en casa se asocia a educación en el hogar, expresión cargada de sentido: encender fuego, dar calor, alimentarse, que se acopla bien a los nuevos enfoques pedagógicos de ecosistemas de aprendizaje, según los cuales la educación ocurre en su propio ekos (hogar); un caso específico de la ecología humana (Maldonado, 2016); y, al decir de (Savater, 2005), no se educa en abstracto, se educa para intentar mejorar la sociedad y forjar personas capaces de vivir en ella.

Desarrollo de la educación

El desarrollo es punto de base para buscar, entender y predecir el cambio y la variabilidad en el ser humano, búsqueda que se ha centrado principalmente en: los intentos de com-

prensión de la manera cómo cambian las estructuras que se asumen como organizadoras de la mente y el conocimiento humanos y, en segundo lugar, los intentos de entender cómo cambia el conocimiento de forma progresiva a lo largo del tiempo (Vasco y Henao 2008).

Calidad de la educación

García Hoz define a la calidad educativa como: “el modo de ser de la educación que reúne las características de integridad, coherencia y eficacia. En otras palabras, una educación tiene calidad en la medida en que es completa, coherente y eficaz” (1981)

Rendimiento académico

Según Chadwick (1979), el rendimiento académico es la expresión de capacidades y de características psicológicas del estudiante, desarrollado y actualizado a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período que se sintetizan un calificativo final que evalúa el nivel alcanzado.

Sentimientos y emociones

Según R. Bisquerra; La emoción puede ser definida como un estado complejo del organismo caracterizado por una excitación o perturbación que puede ser fuerte. Son reacciones afectivas, más o menos espontáneas, ante eventos significativos. Implica una evaluación de la situación para disponerse a la acción. La duración de una emoción puede ser de algunos segundos a varias horas.

Estado de ánimo

Para definir el estado de ánimo, se utilizan ciertos criterios que lo caracterizan y diferencian de las emociones (Beedie, Terry y Lane, 2005; DeLancey, 2006; Bower y Forgas, 2003). Con respecto a las emociones, las mismas dan cuenta de un sistema de respuesta o reacción psicofisiológica, organizada y altamente estructurada, a un evento u objeto que es relevante para las necesidades, objetivos o supervivencia del organismo (Watson, 2000).

MARCO REFERENCIAL

En la etapa de la adolescencia existe una gran vulnerabilidad de estrés debido a los cambios naturales en este periodo, desequilibrando la interacción habitual del individuo con su medio. Durante la adolescencia existe mayor vulnerabilidad a padecer desajustes en el equilibrio sujeto-entorno, debido a diversos factores como las demandas del mismo entorno, la dinámica evolutiva y las características cognitivas y conductuales que determinan la forma de afrontar esas demandas (M, 2015).

Así mismo y teniendo claro el bienestar psicológico en alumnos y profesores Oramas, Santana y Vergara (2006) señalan que el bienestar psicológico es un elemento crucial en la vida humana, para que la persona pueda disfrutar de una

salud mental satisfactoria y así alcanzar un desenvolvimiento adecuado en las diversas áreas de desarrollo intrapersonal e interpersonalmente. El concepto inicial de bienestar psicológico se percibía como relacionado directamente a la satisfacción reflejada en la apariencia física, éxito económico, intelectual o social. Gradualmente el concepto ha sido utilizado como herramienta de estudio. Esto en la tesis de (Martínez, M. 2016)

II. METODOLOGÍA

La presente investigación documental se realizó con estudio cuantitativo con alcance descriptivo, la investigación realizada posee un enfoque con diseño no experimental transeccional para el año 2021. Se utilizó la recolección y análisis de datos a través de encuestas que contenían el apartado de bienestar emocional, desequilibrio emocional, desempeño docente y estudiantil y educación con el propósito de analizar la problemática del bienestar emocional que se presentó en estudiantes y profesores de educación superior con la modalidad de las clases en línea.

El tipo de población que se estudió se centra en:

- Estudiantes y profesores de ambos sexos de los centros educativos de nivel superior (universidades) en el camino real del estado de Campeche.

Se encuestaron los municipios del camino real Campeche:

Tenabo, Hecelchakán, Calkiní-Dzitzbalché. Siendo un total de tamaño de población= 19,761. (INEGI, 2021)

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó:

$$n = \frac{19,761 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.03^2 \times (19,761 - 1) + 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95} = 200 \text{ Encuestas}$$

III. RESULTADO

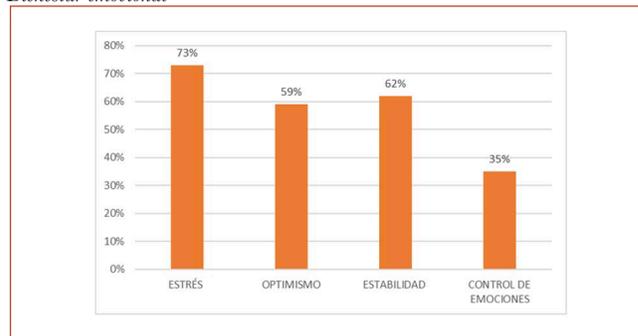
Del análisis del bienestar emocional en estudiantes y profesores de nivel superior de camino real Campeche, se obtuvo que el 73% presentan estrés al momento de tomar las clases en línea porque existe falla constante de la red de internet debido a las afectaciones climáticas al igual que por la falta de adaptación para tomar las clases en línea.

El 59% de los encuestados son optimistas y buscan soluciones, ya que, al momento de presentarles situaciones de estrés, lo toman de manera tranquila.

Con base a los resultados se observa que el 62% de los estudiantes y profesores se mantienen estables tanto en el ámbito educativo, así como en el ámbito de la vida diaria, esto quiere decir que no presentan algún indicio sobre su estabilidad emocional.

El 35% de los estudiantes y profesores de nivel superior mantienen estable sus emociones y saben sobrellevarlas, por ello se encuentran bien y pueden controlar sus emociones para mantener su estabilidad emocional. (Figura 1)

Figura 1.
Bienestar emocional



Nota: Elaborado por los autores

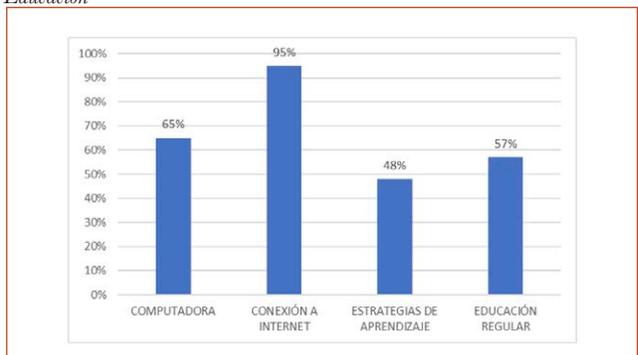
En cuanto a la educación el 65% de los alumnos y profesores de nivel superior cuentan con computadoras para tomar sus clases en línea, ya que es la herramienta necesaria para la nueva modalidad.

El 95% de los encuestados cuentan con internet en sus casas ya que este servicio es indispensable para tomar las clases en línea.

El 48% de la población encuestada considera que el curso en línea establece las estrategias adecuadas necesarias para lograr el aprendizaje deseado en conjunto con la estabilidad emocional, puesto que una educación de calidad va de la mano con su estabilidad emocional.

Por otra parte, el 57% calificaron las clases en línea como regulares, y es un poco alarmante ya que se necesita una mejor estrategia para que ambas partes tomen un criterio de la nueva modalidad. (Figura 2)

Figura 2.
Educación



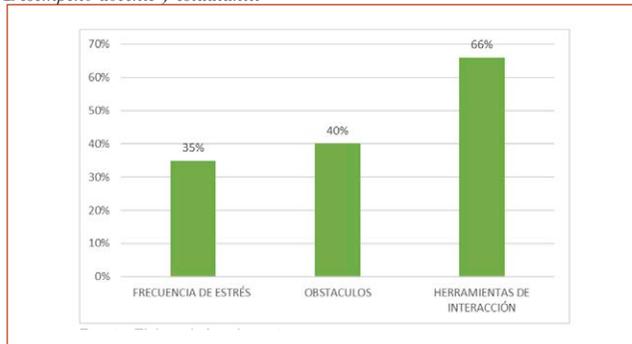
Nota: Elaborado por los autores

En el caso del desempeño docente y estudiantil en nivel superior el 35% de los encuestados presentan situación de estrés con frecuencia de dos veces por semana, por lo que se encuentran moderadamente bien.

El 40% lo que menos les gusta de las clases en línea es la nueva adaptación (tomar e impartir las clases desde casa en computadora) esta situación es alarmante ya que es la única opción a esta nueva modalidad.

El 66% de los encuestados siempre utilizan las herramientas necesarias para la impartición y la toma de clases en línea como lo son correos, plataformas digitales y las Tics. (Figura 3)

Figura 3.
Desempeño docente y estudiantil



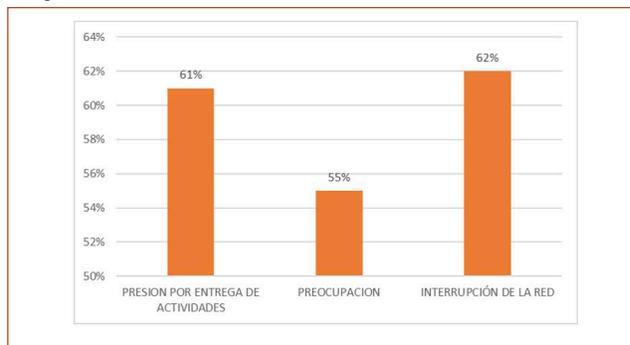
Nota: Elaborado por los autores

Con base al desequilibrio emocional el 61% de estudiantes y profesores de nivel superior presentan situaciones de estrés por la presión de entregas de trabajos, de cierta manera estas presiones presentan un desequilibrio emocional para ambas partes.

El 55% de la población encuestada al momento de tomar las clases en línea se sienten preocupados por las fallas de internet y por no adaptarse a la nueva modalidad, debido a esto se ocasiona un desequilibrio emocional, mismo que hace no concentrarse en sus clases en línea.

El 62% de los encuestados se sienten mal por la interrupción constante de internet, esta les provoca situaciones de estrés y preocupación ya que al momento de tomar e impartir las clases en línea no se sabe con certeza en qué momento fallará el internet (en plena clase o exposición, pase de lista, etc). (Figura 4)

Figura 4.
Desequilibrio emocional



IV. CONCLUSIONES

En la investigación realizada sobre el bienestar emocional de estudiantes y profesores de nivel superior en camino real Campeche, fueron sujeto de estudio los cuales encuentran dispersos en diferentes situaciones variando sus impactos positivos y negativos en cada uno, a través de lograr el análisis del bienestar emocional se obtuvo que una gran cantidad de estudiantes de nivel superior que se encuentran en el nivel bajo de bienestar emocional o psicológico esta población afrontará dificultades que se les hará más significativas que a los demás ya que ellos poseen menos confianza, autonomía y complicaciones con su estado de ánimo, seguidamente en el nivel moderado de profesores de nivel superior dando a notar un porcentaje relevante para la investigación este conjunto no adquieren los estándares aceptables para un correcto bienestar emocional desencadenando problemas o dificultades emocionales en diversas dimensiones como: autonomía y relaciones positivas.

El manejo de los diferentes sentimientos y emociones que experimentan los docentes y estudiantes de nivel superior en camino real Campeche con respecto al bienestar emocional en clases refieren un beneficio en el proceso de enseñanza y aprendizaje, asociado al fomento de buenos climas escolares, que favorecerían aspectos afectivos como la autoestima y con ello el rendimiento escolar positivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo y Gonzales, F. (1942). *Sociología de la Educación*. México D.f., México: Fondo de cultura económica.
- Bizquerra Alzina, R. (2001). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona, España: Ciss Praxis.
- Casassus Gutierrez, J. (2007). *La educación del ser emocional*. Providencia, Santiago: Cuarto Propio. Obtenido de https://www.u-cursos.cl/facso/2016/1/PS01027/1/material_docente/bajar?id_material=1370911
- Efklides, A., & Volet, S. (2005). Aprendizaje e Instrucción-Experiencias emocionales durante el aprendizaje: Múltiples, situadas y dinámicas. *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.006>
- Freire Rodriguez, C. (2014). El bienestar Psicológico en los Estudiantes Universitarios: operativización del constructo y análisis de su relación con las estrategias de afrontamiento. Coruña, España: Universidad Da Coruña. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/13815/FreireRodriguez_Carlos_TD_2014.pdf?sequence=6&isAllowed=y&fbclid=IwAR3w6CLgZSl2OXVcYDi4UWRJsA%20VpoG4kiFCWAvyap2mfmKlhbVCztkF0L4
- Jean Delors, J. L. (1996). *Los cuatro pilares de la educación*. Madrid, España: Santillana.
- Kelmer, D. J., & Lerner, J. S. (2010). *Manual de Psicología Social*. Nueva York, Wyle: McGraw-Hill.
- Lema Melendres, D., & Marca Quito, R. R. (2020). BIENESTAR EMOCIONAL EN EL PROCESO DE ADAPTABILIDAD EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO PERIODO. ABRIL – AGOSTO 2019. Chimborazo, Ecuador: Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6324/1/UNACH-EC-FCEHT-TG-PEDUC-2020-000002.pdf>
- Limmenbrik-García, L., & Pekrun, R. (2011). Las emociones de los estudiantes y el compromiso académico: Introducción al número especial. (P. Académica, Ed.) *Psicología Educativa Contemporánea*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.11.004>
- Martinez Donado, M. A. (2014). “BIENESTAR PSICOLÓGICO EN GUARDIAS DE SEGURIDAD DE UNA EMPRESA PRIVADA”. Guatemala de la Asunción: Campus Central. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/Tesis/2014/05/42/Martinez-Manuel.pdf>
- Oramas Viera, A., Santana López, S., & Vegara Barrenechea, A. (2006). El bienestar Psicológico, un indicador de la salud mental. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. Obtenido de <https://xdoc.mx/documents/el-bienestar-psicologico-un-indicador-positivo-de-la-salud-mental-5efa5869b255e>
- Sanchez Cobarro, P. d., García Gomez, M., Gomez Díaz, M., Gomez Sanchez, R., & Delgado Gomez, M. S. (2016). *Bienestar Emocional*. Murcia, España: Dykinson.

DIAGNÓSTICO DE LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PEDAGÓGICA PARA LOS DOCENTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUSTAVO A. MADERO

¹ Sarai Lizbeth Terrazas Olvera, 1181130063@gamadero.tecnm.mx

² Itzel Janetzy Marroquín Hernández, 1181130041@gamadero.tecnm.mx

³ Alondra Aguilar Merida, 1171130002@gamadero.tecnm.mx

⁴ Ma Ángeles López Rutiaga, maria.lr@gamadero.tecnm.mx

⁵ Norma Gabriela Corona Arreguin, norma.ca@gamadero.tecnm.mx

RESUMEN

La formación profesional y docente requiere de una mediación, dado que es un proceso complejo de profesionalización académica y de práctica profesional devenida de la experiencia laboral. En la actualidad, han sido vastos los esfuerzos que las instituciones de nivel superior han llevado a cabo para proveer una formación integral de su planta docente para brindar servicios educativos de calidad y considerando los estándares de la educación superior del siglo XXI. En el orden de las ideas anteriores se requieren profesionales de la educación que combinen la formación profesional producto de su carrera con la formación pedagógica. De ello se ha insistido reiteradamente que la formación y/o profesionalización en la docencia sea la adecuada para los profesores. Considerando esto, en el Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero actualmente no se cuenta con un diagnóstico de las necesidades de formación profesional y pedagógica de los docentes de dicha Institución que a pesar de las múltiples acciones y estrategias realizadas las expectativas y aún más los objetivos no se han cumplido de manera sustancial para poder proporcionar la transformación en estos rubros. Por consecuente al momento de iniciar la investigación se realizó con un enfoque cuantitativo con diseño descriptivo no experimental transeccional en la primera etapa, con los resultados obtenidos de manera general hubo una tendencia favorable, sin embargo, también se observó una alta variabilidad de datos, en resumen, no hay una confiabilidad de los mismos. Con base en otro análisis de cada reactivo por separado muestra lo opuesto; derivado de lo anterior, se optó por el diseño explicativo secuencial (DEXPLIS) que es un método de investigación mixta que se caracteriza por una primera etapa en la cual se recaban y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recogen y evalúan datos cualitativos.

ABSTRACT

Professional and academic formation requires an intervention, hence is a complex process of academic professionalization and professional practice as a result of the work experience. Nowadays, the performed endeavors from the higher education institutions have been vast, to provide a complete formation for their professionals, and by owing the intention to offer educational quality services taking into account the Higher education standards of the XXI century. Given this comment, schools are expected to produce quality professionals, by having a well-qualified professorate. Due to this, at Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, currently, there isn't a diagnosis of the professional and pedagogical training needs of the teachers from this institution, despite the multiple actions and strategies carried out, the expectations and even more the objectives have not been substantially met in order to provide the transformation in these areas. When the research started, it was conducted as a quantitative approach with a descriptive non-experimental transversal design in the first stage, with those results obtained overall there was a favorable trend, however, a high variability of data was also observed, meaning, there is no a reliability on them. Based on another analysis of each item separately shows the opposite; derived from the above, we opted for the sequential explanatory design (DEXPLIS), which is a mixed research method characterized that in its first stage has an analysis and a recollection of quantitative data, followed by a second stage where qualitative data are collected and evaluated.

PALABRAS

CLAVE

Docencia
IES
Profesionalización
docente

KEYWORDS

Teaching
IES
Professionalization
teacher

1,2,3 Tecnológico Nacional de México campus Gustavo A. Madero ITGAM /Estudiante.

4,5 Tecnológico Nacional de México campus Gustavo A. Madero ITGAM / Docente.



I. INTRODUCCIÓN

El presente documento aborda una problemática que se vive hoy en día en el ámbito Educativo sobre la Formación Profesional y Pedagógica en diversas IES. En concreto la investigación en curso se centra sobre la situación de lo referido en los Docentes en una Institución Pública de la Ciudad de México (Tecnológico Nacional de México, Campus Gustavo A. Madero).

Teniendo en cuenta que la dinámica laboral cada vez más exige profesionales íntegramente formados no solo en su ámbito de conocimiento o carrera cursada si no en conocimientos colaterales que incrementen o brinden un plus a empleadores. Un profesionista en la actualidad, que indistintamente haya concluido su formación universitaria debiera seguirse formado sea a través de certificaciones, estudios especializados e incluso posgrados, fundamentalmente porque un proceso de formación profesional permanente de esta magnitud conlleva a obtener un diferenciador en el carácter profesional. Para obtener una formación docente competitiva se deberían obtener conocimientos de calidad y con ello poseer la habilidad de transmitirlos al alumnado, bajo el supuesto que también adopten la docencia como otra actividad adicional a su desarrollo como profesionistas. La formación profesional y docente no puede llevarse a cabo de manera autodidacta, requiere de una mediación, fundamentalmente porque es un proceso complejo de profesionalización académica y práctica profesional devenida de la experiencia.

La presente investigación se justifica dado que el Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, objeto de estudio, requiere de profesionales de la educación que combinen la Formación Profesional, producto de su carrera, con la formación pedagógica. Y a pesar de las múltiples acciones y estrategias que se han adoptado en la institución para la planta docente en periodos intersemestrales y que, si bien han buscado capacitar al profesorado, es necesario identificar y ubicar las necesidades de la planta docente por cada programa educativo que atienden, básicamente en el sentido de identificar el

real conocimiento y experiencia en el área de su formación profesional, de la misma forma conocer qué nivel poseen a nivel formación pedagógica.

Por ello resultará oportuno para las autoridades y jefes de departamento del instituto poseer información actualizada que en primera instancia les permita identificar qué aspectos de actualización profesional requieren, y si es necesario en qué casos emprender estudios de posgrado, re-colocar a los docentes de acuerdo a su perfil en los programas académicos que oferta la institución. De la misma forma es necesario llevar a cabo un acercamiento a la institución con el objetivo de conocer a profundidad la situación que guarda hoy en día el profesorado respecto a estos rubros.

Después de las consideraciones anteriores, los objetivos que se tomaron en cuenta fue Identificar las necesidades de formación profesional y docente en el profesorado del ITGAM, respecto a los objetivos específicos, diseñar instrumentos que permitan conocer la situación real en los rubros de formación profesional y docente; el segundo analizar los resultados obtenidos e interpretar, por último especificar para cada programa educativo las necesidades en los rubros señalados para finalmente formular y/o sugerir acciones pertinentes y viables para mejora en la profesionalización del docente.

II. METODOLOGÍA

Para fines de la investigación que en estos momentos se encuentra en curso, es decir se cubrió la primera etapa. A continuación, se lleva a cabo un breve esbozo del enfoque y diseño de investigación. Para la ejecución del proceso investigativo, se planteó en un primer momento un enfoque de investigación cuantitativo, pero, resulta oportuno agregar que dependiendo de los resultados que arroje la aplicación del instrumento esta investigación podría no quedar exenta para una segunda etapa bajo el enfoque cualitativo. Como ya se ha aclarado antes, si es necesario profundizar sobre la problemática del objeto de estudio se utilizará este segundo abordaje. Partiendo de las consideraciones anteriores es necesario aludir lo siguiente “los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos en procesos de investigación, e implican la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias), y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Hernández, Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, 2010).

Hecha la observación anterior, respecto a la investigación, por sus características y la problemática del objeto de estudio calca dentro del enfoque cuantitativo con diseño descriptivo no experimental transeccional citando a Hernández, (2018) “la investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes; se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, fenómenos o contextos que ya ocurrieron o se dieron en su contexto natural sin la intervención directa del investigado.

Es necesario especificar quiénes deben estar incluidos en la medición o recolección o qué contexto, hecho, ambiente, comunidad o equivalente habrá de describirse. Pueden ofrecer la posibilidad de predicciones o relaciones, aunque sean poco elaboradas. En tanto, del aspecto bibliográfico se revisaron distintas fuentes documentales con problemáticas similares en distintos recintos de educación superior a nivel mundial, mismas que aportaron al marco teórico lo pertinente. Siguiendo el orden de las ideas anteriores con el resultado de la indagatoria se obtuvo una visión más holística del fenómeno de estudio. Respecto al diseño del instrumento, por las consideraciones anteriores, cabe agregar que se utilizó la metodología con base en el enfoque y tipo de estudio, para ello se eligió la encuesta, con técnica de cuestionario cuya intención es la medición. Por su parte Balestrini, (2006) los cuestionarios son medios utilizados por el investigador para medir el comportamiento atributo de las variables.

Con referencia a lo anterior se eligió el cuestionario con escalamiento tipo Likert con referencia a lo anterior, vuelve a precisar Hernández, (2018), Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes. Es decir, se presenta cada afirmación al sujeto y se le solicita que externé su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala. A cada punto le asignas un valor numérico. Así, el participante obtiene una puntuación respecto de la afirmación. Las afirmaciones o frases califican o evalúan al objeto de actitud que estás midiendo. Las afirmaciones pueden tener dirección: favorable o positiva y desfavorable o negativa. Y esta dirección es muy importante para saber cómo se codifican las opciones de respuesta. Si la afirmación es positiva significa que califica favorablemente al objeto de actitud; de este modo, cuanto más de acuerdo con la frase estén los participantes, su actitud será igualmente más favorable. En relación con esto, cabe agregar que todo instrumento de medición deberá cumplir requisitos metodológicos para que sirva a los propósitos y objetivos a cumplir.

Por lo tanto, resulta oportuno citar a diversos autores que hablan acerca de la validez y confiabilidad en los instrumentos de medición a saber. “La validez se refiere al grado en que un instrumento de medición mide realmente la variable a medir. Se pueden aportar tres tipos de evidencia para la validez: de contenido, de criterio y de constructo (un constructo

es una variable medida en un contexto de esquema teórico o de una teoría). Entre los factores que afectan negativamente la validez están la improvisación, el uso de instrumentos no validados en el contexto de la investigación, la falta de empatía y los problemas en la aplicación del instrumento (que se suelen resolver en la prueba-piloto). Aunque no hay medición perfecta, el error de medición debe reducirse a límites tolerables...La validez de contenido se obtiene comparando el universo de contenidos posibles con los incorporados al instrumento de medida; la de criterio se obtiene contrastando los resultados de aplicar el instrumento con los de un criterio externo; y la de constructo se determina a partir del análisis de factores.

La validez total se da cuando existe validez de los tres tipos. Hernández, S., R., & Torres Mendoza, C., P., (2014). Como se puede observar la elaboración de instrumentos de recolección de información requiere de ciertos elementos que lo hagan válido y confiable. Para reafirmar lo anterior se cita a Moreno, (2017) que menciona la validez en una investigación se determina la revisión de la presentación del contenido, el contraste de los indicadores con los ítems (preguntas) que miden las variables pertinentes. En ese sentido, se estima la validez como el hecho de que una prueba sea de tal manera concebida, elaborada y aplicada y que mida lo que se propone medir.

Otro requisito indispensable que deben cumplir los instrumentos de medición para lograr su objetivo es “la confiabilidad, se refiere al grado en que la aplicación repetida de un instrumento de medición al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados. Se calcula mediante el coeficiente de confiabilidad, el que varía entre 0 (confiabilidad nula) y 1 (confiabilidad total). Para calcular la confiabilidad se usan diferentes métodos (medida de estabilidad, método de formas alternas, etc.). Puede ocurrir que un instrumento sea confiable pero no válido (o sea, consistente en las mediciones que proporciona, pero no mide la variable que realmente se quiere medir). En la investigación social se dispone de diferentes instrumentos de medición, escalas de actitudes, diversos tipos de cuestionarios, análisis de contenido, pruebas estandarizadas, entre otros. Las respuestas recogidas en el instrumento de medición se codifican para facilitar el procesamiento de datos. Cada vez con mayor frecuencia, sobre todo en el caso de los cuestionarios, las respuestas están pre codificadas. Hay que codificar los valores y/o atributos no pre codificados, elaborar el libro de códigos, grabar y guardar los datos en un archivo permanente.” Hernández, et al, (2014). Con base al primer enfoque de la investigación se desarrolló la metodología dirigida para la construcción del instrumento (cuestionario). Como parte de la primera etapa se elaboró una Tabla de indicadores que a continuación se muestra, cabe resaltar que para la formulación de los mismos se consultaron los indicadores UNESCO, (2020).

Dicha tabla de iniciadores tubo una variable titulada identificar el nivel formación profesional y la aplicación de conocimiento en ámbito laboral se obtuvo dos dimensiones e indicadores, la técnica que se utilizo fue encuesta y fue un cuestionario estructurado cerrado por categorías e intervalos.

A continuación, se muestra la tabla con las dimensiones y los indicadores que se utilizaron:

Tabla 1.
Tabla de indicadores

Dimensión	Indicador
I. Formación Profesional	1. Duración de carrera
	2. Actualización profesional
	3. Uso tecnologías en el ámbito de trabajo
	4. Conocimientos especializados de su ámbito laboral
	5. Conocimientos metodológicas de trabajo
II. Formación Pedagógica	1. Conocimiento sen planificación y organización de cursos
	2. Transferencia y aplicación del conocimiento
	3. No
	4. Conocimiento y uso de estrategias de PEA
	5. No
	6. Sinergia educativa
	7. Desarrollo investigativo profesional
	8. Uso de recursos tecnológicos
	9. Técnicas de evaluación
	10. Interacción docente - alumno
	11. Comportamiento ético
	12. Elaboración de materiales didácticos

Nota: Elaboración Propia (2022)

El citado cumplió con la validez de constructo, esta validez se refiere a qué tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico de esta forma se encuentra; la evidencia asociada con la opinión de expertos y la evidencia vinculada a la comprensión del instrumento. En ese mismo sentido también se obtuvo otra validez denominada de expertos Hernández, (2018) validez de expertos o face validity, la cual se refiere al grado en que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión de acuerdo con voces calificadas. Se encuentra vinculada a la validez de contenido esta se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide o la amplitud en que la medición representa al concepto o variable medida. Para continuar ese mismo orden y dirección se procedió a diseñar un formato para establecer la validez de expertos en donde la elección del panel se optó por aquellos docentes que por su trayectoria y experiencia académica fueran las personas viables para dicha actividad. Se buscó que los colaboradores pertenecieran a las seis academias adscritas a la institución. Una vez que los expertos expresaron sus opiniones se procedió a diseñar el primer cuestionario piloto.

Dentro del diseño del instrumento se aplicó un método para confiabilidad el cuestionario y dadas las condiciones que anteceden se optó por un criterio no estadístico llamado Mi-

tades partidas (Split Halves) por la facilidad de su aplicación, no así de su diseño, sin embargo, tiene un gran conveniente ante otros métodos. “Los procedimientos requieren cuando menos dos administraciones de la medición en la muestra. En cambio, el método de mitades partidas necesita solo una aplicación de la medición. Cabe comentar que este primer instrumento consto de 65 ítems cerrados y 66 preguntas abiertas con relación entre ambas, así mismo es oportuno comentar Rodríguez, (2006c) y McKelvie, (2003) citado en Hernández, (2018). Que el conjunto total de ítems o reactivos lo divides en dos mitades equivalentes y comparas las puntuaciones o resultados de ambas. Si el instrumento es confiable, las puntuaciones de las dos mitades deben estar muy correlacionadas. Para la elección de los docentes a quienes se les aplico este primer piloto se utilizó el software Minitab cargando la base de datos con los nombres de la totalidad de docentes basificados y en activo de las seis academias. Los resultados que arrojó el piloto en la mayoría los casos de los profesores encuestados hubo confusión en algunos ítems y en las preguntas abiertas, con base en esta información se procedió a reducir el instrumento en su número de ítems considerando los hallazgos encontrados. Se procedió diseñar un segundo cuestionario conservando el diseño de mitades partidas. Este instrumento solo integro 31 ítems cerrados y 29 preguntas abiertas. Nuevamente para la elección de docentes se volvió a utilizar el Software Minitab donde la ejecución arrojó otros colaboradores en forma aleatoria. Con base en este piloteo los hallazgos nuevamente mostraron discrepancias en las respuestas.

Dadas las condiciones que antecedieron se decide formular otro instrumento de diseño cerrado con cinco categorías que incluyó 50 ítems cerrados, para ello se tomó en consideración parte de las preguntas abiertas en los efectos de redacción, cabe agregar que estas últimas fueron totalmente omitidas del nuevo cuestionario.

Para aplicar el instrumento se optó por la metodología de test y re-test para medir la estabilidad en este, sentido resulta oportuno referir que “la Medida de estabilidad (confiabilidad por test-re test).

En este procedimiento un mismo instrumento de medición se aplica dos o más veces a un mismo grupo de personas o casos, después de cierto periodo. Si la correlación entre los resultados de las diferentes aplicaciones es muy positiva, el instrumento se considera confiable” Rodríguez, 2006a y Krause y Chan, 2003 citado en Hernández, (2018).

Para la selección de sujetos aleatorios empleó el software referido con anterioridad. De la aplicación de este último cuestionario piloto en test y re-test las tendencias arrojaron estabilidad y consistencia del instrumento. Por qué toca al universo de trabajo como lo hace notar Carrasco, (2018) es como un conjunto de personas, cosas o fenómenos sujetos a investigación, que tienen algunas características definitivas.

Bajo esta perspectiva el universo que se consideró como sujetos a encuestar fue la totalidad de la planta docente con plaza federal propia en activo que ascendieron a 60 colaboradores, sin importar el número de horas-nombramiento, sin excluir su sexo, formación profesional, nivel académico, experiencia laboral, formación docente, número de grupos que atienden en las distintas carreras y turno asignado.

En el criterio de exclusión no se estimó conveniente considerar a docentes con rotación semestral que, aunque colaboren temporalmente en la institución por su condición laboral solo llegan a permanecer en el tecnológico durante el tiempo en la que prestan sus servicios en consecuencia no son sujetos viables para la investigación, por ello no se creyó pertinente elegir una muestra representativa debido a que el propósito de la investigación es identificar en todos los docentes con las características antes referidas las necesidades de formación profesional y formación pedagógica/ docente. En tanto la recolección de información para su aplicación se utilizó técnica de encuesta donde se garantizó el criterio de anonimato y confidencialidad de los encuestados el instrumentó se encuentra en la investigación realizada en Terrazas & López, (2022).

Respecto al tratamiento de datos se llevó a cabo análisis estadístico descriptivo, los resultados preliminares dejaron entrever que se hace necesario tener más elementos e información y con ello lograr un acercamiento más objetivo la problemática que se encuentra referida en el proyecto. Hechas las consideraciones anteriores, tanto por el avance de la investigación como los resultados obtenidos de manera preliminar se optó por elegir “El diseño explicativo secuencial (DEXPLIS) es un método de investigación mixta que se caracteriza por una primera etapa en la cual se recaban y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recogen y evalúan datos cualitativos. La mezcla mixta ocurre cuando los resultados cuantitativos iniciales informan a la recolección de los datos cualitativos. Cabe señalar que la segunda fase se construye sobre los resultados de la primera.

Finalmente, los descubrimientos de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio. Para el cumplimiento de la metodología DEXPLIS es necesario referir que este segundo abordaje fue para la vis cualitativa. En el marco de las observaciones ante-

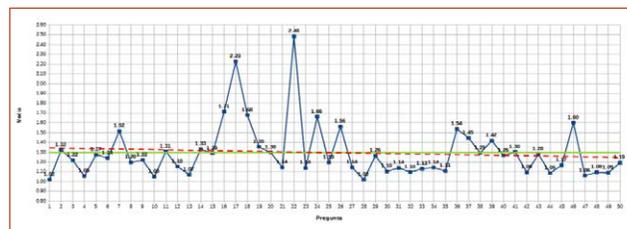
riorios la generación de conocimiento es y ha sido objeto de la investigación científica sea de manera indistinta los abordajes utilizados. Si bien es cierto, algunos investigadores se inclinan hacia un paradigma que ya dominan, por el contrario, otros buscan explorar o conocer en otro paradigma. En la misma línea de pensamiento, Creswell, (2008) argumenta que la investigación mixta permite integrar, en un mismo estudio, metodologías cuantitativas y cualitativas, con el propósito de que exista mayor comprensión acerca del objeto de estudio. Aspecto que, en el caso de los diseños mixtos, puede ser una fuente de explicación a su surgimiento y al reiterado uso en ciencias que tienen relación directa con los comportamientos sociales.

Respecto a la técnica que se utilizará en la segunda etapa corresponderá a entrevista unitaria y el instrumento fue cuestionario libre sobre la temática “Experiencias en vida profesional y pedagógica”. Siguiendo el orden de las ideas anteriores también se empleó la técnica de Observación no participativa donde el investigador observe y toma datos según Vera & Ponce, (2008) y el instrumento que se ha diseñado para tales efectos es bitácora observacional, cabe agregar que para la elección de sujetos bajo este enfoque se diseñó una ficha de identificación de los participantes. En este sentido se eligen doce docentes considerando los criterios de igualdad y equidad de género un colaborador femenino y un masculino que se encuentran insertos en las seis academias que forman parte de la institución objeto de estudio.

III. RESULTADOS O AVANCES

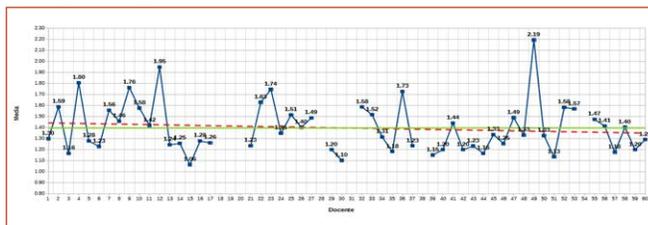
Los resultados preliminares de la primera etapa son los siguientes: Se recolectaron a cincuenta y tres docentes, los restantes siete no se encontraron disponibles al momento del levantamiento de datos. De manera general se observa una media promedio de 1.27 por pregunta y 1.38 por docente, esto quiere decir que los reactivos en su mayoría fueron contestados con el mínimo indicador que se interpreta como una calificación buena, en las siguientes graficas (Grafica 1 y 2) se muestra la dispersión de las medias, debido a la varianza de los datos la tendencia no es clara por lo que se sacó una media promedio, que es la mencionada antes (para ambos casos).

Grafica 1.
Media promedio por preguntas.



Fuente: Elaboración propia (2022).

Grafica 2.
Media promedio por docente.

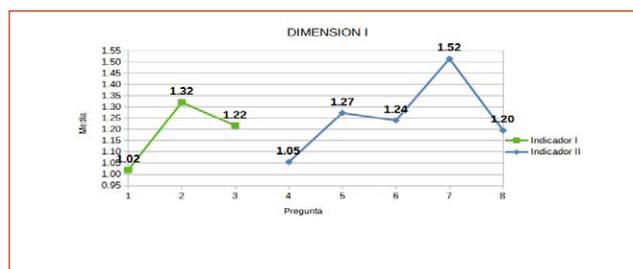


Fuente: Elaboración propia (2022).

Dentro de estas cincuenta y tres respuestas se tienen consideradas las seis academias adscritas a la institución en la cual se encontró que el 96.22% de los docentes dentro de la primera dimensión, señalando la primer pregunta la media fue de 1, siendo la media total de 1.02, esto dice que los docentes transmiten sus conocimientos como profesionales en su ámbito laboral: de acuerdo al segundo indicador de la primer dimensión sobresale la pregunta 4 donde tenemos una media promedio de 1.05, esta menciona el conocimiento y uso de las tecnologías dentro del trabajo.

Ahora bien, para la quinta academia (Ingeniería en Industrial) el comportamiento en las respuesta tiene una tendencia negativa con una media en promedio de 1.49, en la primera dimensión titulada “Formación profesional”, habla de la formación pedagógica y actualización así como el uso de las tecnologías y conocimiento especializados en el ámbito de trabajo, de esta forma la tendencia más baja con 1.13 de respuesta la tiene la cuarta academia (Ingeniería en Logística) donde se manifiesta una respuesta satisfactoria por parte de los docentes, ello indica que están satisfechos con su formación profesional, contrario de la primer academia mencionada, se muestra a continuación la gráfica 3 donde muestran las medias de la dimensión I, desglosada por pregunta e indicador.

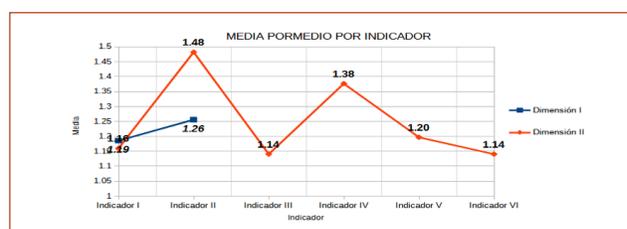
Grafica 3.
Media de dimensión I por pregunta.



Fuente: Elaboración propia (2022).

De acuerdo a los datos obtenidos dentro de la primera dimensión se tiene una media promedio de 1.22 para ambos indicadores, con esto podemos determinar que los docentes consideran que su formación y conocimientos son buenos. Por consiguiente, la segunda dimensión tiene una media promedio de 1.25, iniciando por el primer indicador donde la media es de 1.16, como se observa en la gráfica 4 donde se muestran las medias por indicador, este primer indicador resume a las estrategias de organización y planeación de los docentes para el curso, es decir, que la mayoría de los docentes afirma la preparación de estrategias, metas, objetivos, entre otros para impartir su asignatura.

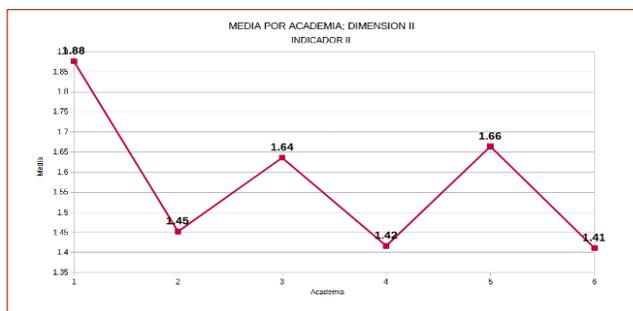
Grafica 4.
Media promedio por indicador.



Fuente: Elaboración propia (2022).

Para caso del segundo indicador podemos notar en la gráfica 4 que la media es de 1.48, notándose que es la media más alta, tanto en la dimensión II como en ambas dimensiones, por lo que se decidió analizar con más detalle este indicador. La primer academia (Ciencias Básicas) tiene una media promedio de 1.88 por docente dentro de este segundo indicador donde se aprecia una mayor falta de desacuerdo con el reactivo, con un media promedio total por academia de 1.83, sobre esto se interpreta que tiene una relación entre el reactivo, el docente y la academia a la que pertenece, por ende, se puede decir que la práctica profesional de cada docente dependerá de su formación académica, mientras la segunda academia (Ambiental) presenta una media promedio 1.45, la tercer academia (Gestión Empresarial) con 1.64, la cuarta academia (Logística) tiene 1.42, la quinta academia (Industrial) tiene una media promedio de 1.66, por último la sexta academia (Tecnologías de la Información y Comunicación) tuvo 1.41, siendo la más tendencia más baja de todas las academias con respecto a la media promedio por docente en el segundo indicador, de la segunda dimensión, se puede observar estos datos en la gráfica 5.

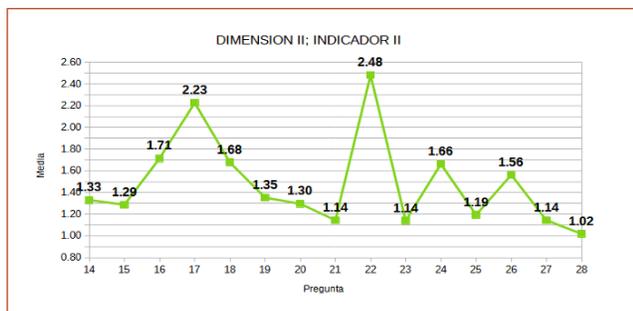
Grafica 5.
Media promedio por indicador.



Fuente: Elaboración propia (2022).

En este mismo orden y dirección las tendencias en las respuestas tienen una mayor varianza en preguntas del segundo indicador, que nos habla sobre el uso de herramientas del PEA y elaboración de material didáctico con una media en promedio de 1.48 dentro de todo el indicador, destacando cuatro preguntas donde la media promedio es de 1.7, 1.6, 2.2 y las más alta de 2.4. Ahora bien, en la primera academia se tiene una media promedio por docente de 1.87; lo que podría significar que la mayoría de estos no tiene el conocimiento suficiente en ciertas herramientas y de esta forma carecen de material didáctico acorde a la (s) asignatura (s), Otro aspecto que se observó fue que los docentes no saben interactuar con el alumnado. Para el reactivo 22 del instrumento se registra una respuesta negativa, sin embargo, cabe destacar que su promedio es de 3.53, que hace referencia a un desacuerdo referente a la importancia en ciertas asignaturas impartidas a los alumnos.

Grafica 6.
Media por pregunta del segundo indicador

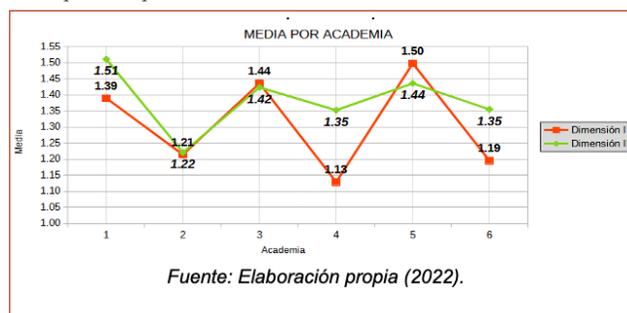


Fuente: Elaboración propia (2022).

Para el tercer indicador que nos habla sobre la aplicación de conocimientos con un media promedio de 1.14 indica que en su mayoría aplican los conocimientos en las tecnologías que es parte del aprendizaje de los alumnos; destacando la primera academia con una media promedio de 1.39, señalando la falta de uso de estas herramientas. Para el cuarto indicador arroja una media promedio de 1.38 que habla sobre los procesos de investigación, donde un 50.94% ha colaborado en un protocolo de investigación, con un 22.64% de docente que no ha colaborado en una; con la media promedio de 1.29 los docentes afirman que el proceso de investigación aporta conocimientos científicos. Otro aspecto a resaltar es la media promedio de 1.2 en el quinto indicador, sobre la interacción docente-alumno donde los docentes hacen notar la autoridad de este ante los alumnos con un 20.75% que no sanciona el mal comportamiento o uso de malas palabras, sin embargo, un 79.24% de estos considera importante la empatía y dialogo para resolver los conflictos.

Con relación al sexto indicador de la segunda dimensión, un 43.39% de los docentes contestaron con el indicador más alto de un valor igual a cinco, y el 16.98% de estos contestó con el indicador con valor a uno lo que nos quiere decir que solo ese pequeño porcentaje interpreta diferente el peso de las asignaturas. Para este último indicador la media promedio fue de 1.14 sobre el comportamiento ético de los docentes, que muestran imparcialidad ante los conflictos, de esta forma un 71.69% de ellos están de acuerdo en ser evaluados por los compañeros, en la gráfica 7 podemos observar el comportamiento de las seis academias para ambas dimensiones.

Grafica 7.
Media promedio por academia.



Fuente: Elaboración propia (2022).

Fuente: Elaboración propia (2022).

Estos resultados en general arrojan una media de 1.37 el que permitió dar una visión general de cómo se perciben los docentes en su formación pedagógica y profesional, como se mencionó al inicio las respuestas se pueden considerar como buena al igual que la reacción de los docentes; gracias al análisis que se llevó a cabo con ayuda de gráficos se puede notar de manera visual los resultados antes mencionados, sin embargo, es necesario analizar de manera más profunda el comportamiento de los docentes. De manera general los resultados se pueden interpretar como aceptables, sin embargo, se presenta una varianza muy amplia que, con base en un análisis de caja y brazos, en este sentido todo el reactivo tiene una tendencia, pero el análisis por separado de cada uno da a conocer que no es así, por lo que se requiere virar la investigación hacia un enfoque híbrido utilizando la metodología DEXPLIS para conocer el fenómeno bajo otra perspectiva y conseguir una mejor explicación de la problemática. Se agrega que la segunda etapa se encuentra en proceso.

IV. CONCLUSIONES

Los datos numéricos derivados del análisis estadístico considerados en la primera etapa, muestran poca confiabilidad en las respuestas por los docentes encuestados. Sin embargo, es de observar que cada academia muestra tendencias dispersas y resultados diferentes unas con respecto a las otras. Dadas las condiciones que anteceden se pone en evidencia que existe una relación entre el docente y la academia a la que pertenecen, mismo que se podría explicar de la siguiente manera que la práctica profesional de cada docente dependerá de su formación académica. No obstante, se puede afirmar en no todos los casos, es por ello según se citó anteriormente, se requiere información de mayor profundidad para clarificar y entender a cabalidad la problemática.

Por último, hasta donde muestra el avance de la investigación sobre el “Diagnostico de las necesidades de la formación profesional y pedagógica de los docentes del ITGAM” el objetivo se está cumpliendo tal como fue planteado, respecto a los objetivos planificados de manera inicial fue el diseñar instrumentos para conocer las necesidades de los docentes respecto a la formación pedagógica esto se cumplió en la primera etapa del enfoque cuantitativo y los otros dos instrumentos se encuentran en etapa de aplicación con base al enfoque cualitativo. Para el segundo objetivo que es analizar e interpretar los resultados obtenidos en ambas etapas se encuentran en el apartado anterior. Por último, en la segunda etapa se están aplicando los instrumentos a los docentes sujetos de investigación para cada programa educativo. De los resultados generales que deriven de ambas etapas se instrumentaran las acciones pertinentes para una mejora en la formación académica del docente de la Institución.

Respecto a los retos que se afrontaron en los trabajos durante la Pandemia por el COVID-19, se pudieron subsanar en la construcción teórica y metodológica utilizando la plataforma de Microsoft Teams, no obstante, uno de los desafíos fue que no todos los docentes contaban con el conocimiento de dicha plataforma por ello el manejo de dicha plataforma fue lento. En tanto para el levantamiento de información no se presentó problema alguno, ya que los docentes se encontraban laborando de forma presencial a consecuencia del cambio del semáforo COVID-19 el cual al momento de hacer el levantamiento se encontraba en semáforo verde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balestrini, (2006). Metodología de la investigación. S/F.
- Carrasco, S. (2018). Metodología de investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Ed. San Marcos. Lima, Perú P.236. Carvajal, Lizardo, (2013). Recuperado de <http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/> (Trabajo original aplicado 2009).
- Creswell, J. (2008, febrero). Mixed Methods Research: State of the Art. [Power Point Presentation]. University of Michigan. Recuperado de sitemaker.umich.edu/creswell.workshop/files/creswell_lecture_slides.ppt
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014) Metodología de la investigación. Ed. Mc Graw Hill. México.
- Hernández-Sampieri, R., & Torres Mendoza, C., P. (2014). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ed. Mc Graw Hill. México.
- Hernández-Sampieri, D. R. (2018). Metodología de la investigación. En D. R. Sampieri, metodología de la investigación (pág. 262). McGRAW-HIL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México
- Moreno, E. M. (2017). Que es la validez en una investigación de tesis. Obtenido de Blogger: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/que-es-la-validez-en-una-investigacion.html>
- Terrazas Olvera, S. L. & López Rutiaga, M. A. (2022). “Desarrollo de metodologías de la investigación para los paradigmas cuantitativo y cualitativo (diseño de instrumentos para el proyecto “DIAGNOSTICO DE LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y PEDAGÓGICA PARA LOS DOCENTES DEL ITGAM)””. [Proyecto de residencias 2022]. Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. México.
- UNESCO IES. (3 JUNIO, 2020). La garantía de calidad y los criterios de acreditación en la educación superior. Perspectivas internacionales. México.
- Vera Vélez. L. & Ponce, P. R. (2008) UIPR. [ponce.inter.edu/cai / INVESTIGACION_CUALITATIVA.pdf](http://ponce.inter.edu/cai/INVESTIGACION_CUALITATIVA.pdf)

EMPRENDIMIENTO SOCIAL PARA LA DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS EN LA COMUNIDAD DE TUZIK, Q. ROO.

¹ MDF. Armando González Gahona, Agonzalez@itscarrillopuerto.edu.mx

² Edgar Dzidz Tuz, 181k0150@itscarrillopuerto.edu.mx

³ Luis Enrique Poot Dzidz, 181k0165@itscarrillopuerto.edu.mx

RESUMEN

La presente investigación pretende conocer cuáles son las estrategias óptimas para la comercialización y distribución de los productos agropecuarios en la comunidad de Tuzik, por los problemas que se han tenido cuando hay mucha producción, algunos de los productos son tirados, por tal motivo que el objetivo principal de esta investigación es realizar un emprendimiento social para la distribución y comercialización de productos agropecuarios en la comunidad de Tuzik, para esta investigación se emplea la metodología de investigación adecuada, desde la filosofía tenemos al paradigma Hermenéutico-Interpretativo que es el estudio de la conducta humana con el método cualitativo, desde el enfoque no experimental, al mismo tiempo el alcance es descriptiva de eso se desprende el método de la etnografía sensorial, para llevar a cabo esto se requirió las técnicas como las entrevistas semi estructuradas, la observación participante, registros, fotografías, notas de campo y documentos. Los resultados obtenidos durante la investigación es que la gente de la comunidad tiene mala experiencia con respecto a los trabajos colaborativos y volver a confiar para que sean participes a un proyecto es un reto grande, los intermediarios son una parte de la cadena de comercialización, pero el principal problema es la de no reconocer el trabajo de los productores y terminan comprando a precios bajos los productos, otro factor detectado es la parte de financiamiento, la comunidad no participa si no hay apoyo monetario. En conclusión, las personas que realizan sus trabajos con pasión no buscan el apoyo de instituciones, sino que participan arriesgándose para que con su esfuerzo y dedicación puedan prosperar.

ABSTRACT

The present investigation aims to know what are the optimal strategies for the commercialization and distribution of agricultural products in the community of Tuzik, due to the problems that have been had when there is a lot of production, some of the products are thrown away, for this reason that the objective The main objective of this research is to carry out a social enterprise for the distribution and commercialization of agricultural products in the community of Tuzik, for this research the appropriate research methodology is used, from philosophy we have the Hermeneutic-Interpretive paradigm that is the study of behavior with the qualitative method, from the non-experimental approach, at the same time the scope is descriptive, from which the method of sensory ethnography emerges, to carry out this techniques such as semi-structured interviews, participant observation, records, photographs, field notes and documents. The results obtained during the investigation is that the people of the community have a bad experience with respect to collaborative work and trusting them again to participate in a project is a great challenge, the intermediaries are a part of the commercialization chain, but the main problem is that of not recognizing the work of the producers and they end up buying the products at low prices, another factor detected is the part of financing, the community does not participate if there is no monetary support. In conclusion, people who carry out their work with passion do not seek the support of institutions, but participate by taking risks so that with their effort and dedication they can prosper.

PALABRAS CLAVE

Comercialización
Comercio justo
Distribución
Productos

KEY WORDS

Marketing,
Fair Trade
Distribution
Agricultural
Products

*1 Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto/ Docente
2 Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto/ Estudiante
3 Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto/ Estudiante*



I. INTRODUCCIÓN

Problema a resolver. Años atrás se ha observado que en la comunidad así como en varias localidades aledañas el proceso de comercialización y distribución de productos agropecuarios no se ha desarrollado de manera adecuado y benéfica para los productores, esto debido a la intervención directa de los intermediarios, quienes adquieren los productos a un precio muy reducido, generando de cierta manera un efecto negativo en la economía de los individuos que se dedican a la siembra y cosecha, provocando la disminución de la producción y afectando el desarrollo de los productores. No se le da un precio favorable por los productos, olvidando el sacrificio y trabajo duro que se tiene que desarrollar para cosechar un producto del campo maya y el hecho de no contar con los conocimientos necesarios para poder desarrollar una buena estrategia de distribución y comercialización es un factor que afecta mucho. Otro factor que interviene es en las temporadas de invierno en donde la producción agropecuaria rebasa a la producción normal, esto porque el frío hace que en ciertos productos tenga un crecimiento más acelerado, esa producción es buena, porque la calidad del producto es aún mejor que las otras temporadas es por eso que muchas personas prefieren sembrar en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero, en estos meses la producción de productos de hortalizas como el Rábano, Cilantro, y la Lechuga, en donde hay un exceso de producción por lo que la gente empieza a vender sus productos por un precio más bajo de lo normal, esto ocasiona que otras personas pierdan sus productos, al no tener un margen de utilidad en la producción, la inversión que se realiza suele ser una pérdida, pero no del todo, tiempo atrás la semillas de ciertos productos eran los más bajos, , podemos hacer una comparación con la actualidad. Comparando precios, podemos decir que la pérdida de antes no afecta tanto al productor, pero ahora es como no obtener nada por el trabajo realizado, porque hay un precio muy elevado de insumos para la producción, eso sin contar los insecticidas que se utilizan para el control de las plagas de ciertos productos. Lo que se plantea realizar con el proyecto es concientizar a la población y realizar un emprendimiento social en donde la población que se dedica a la producción de productos como las hortalizas, y cítricos.



Nota: En la imagen se puede observar la entrada a la comunidad de Tuzik.

JUSTIFICACIÓN

La producción agropecuaria ha sido una actividad productiva practicada desde años atrás en la comunidad de Tuzik y es el medio utilizado para el sustento económico de varias familias, la distribución y comercialización de dichos productos es realizado por medio de intermediarios que muchas veces no las compran a un precio justo y por tanto los productores no son beneficiadas de manera positiva en su economía, generando así un efecto negativo en el avance y desarrollo de la actividad productiva agropecuaria. Con este proyecto, se buscarán alternativas para apoyar a los pequeños productores de la comunidad, en donde no existan intermediarios en el proceso de venta o buscar lugares o más bien puntos de ventas en donde los pobladores puedan llevar a vender sus productos obteniendo una cantidad favorable en las ganancias. Con el proyecto se estarían evitando a los intermediarios, y los productores tendrían conocimientos referentes al proceso de la distribución y comercialización, ya no tendrían que recurrir a terceros para la venta de sus productos y de igual manera se fomentaría la organización y el trabajo colaborativo que ayudarían a un beneficio social. Con este proyecto se beneficiarán aquellas familias dedicadas a la producción agropecuaria. Hay ideas futuras que pueden desarrollarse en la comunidad de Tuzik, una de las más importantes es la implementación de una tienda virtual para la venta de productos de agricultura, ganadería, apicultura, artesanías y medicinas tradicionales mayas.

ANTECEDENTES

De acuerdo con investigaciones realizadas por diferentes autores relacionadas al tema de la distribución y la comercialización de productos agropecuarios, se hace mención de los diversos de los resúmenes de investigaciones.

Covas, Martínez, Delgado y Díaz (2017) realizaron la investigación: Mejora de procesos logísticos en la comercializadora agropecuaria Cienfuegos. El presente trabajo está dirigido al desarrollo de la agricultura con el objetivo de mejorar los procesos logísticos con enfoque de cadenas de suministros en la UEB Comercializadora de Productos Agropecuarios Cienfuegos, para así corregir sus principales defectos con vista a perfeccionar e integrar el funcionamiento de la misma. Para la mejora de las actividades logísticas se caracteriza y se diagnostica la cadena de suministro con mayor deficiencia, se utilizan métodos estadísticos y programas de procesamiento de datos como el SPSS 15.0, MAPINFO 9.0 y Win QSB 1.00; se aplican técnicas como el "Value Stream Mapping" para representar el flujo de la cadena de valor. Se propuso una mejora en las rutas de transporte en la que se utiliza una matriz de kilometraje para la entrega de productos permitiendo disminuir el gasto de combustible en un 2.53 %, lo que representa una disminución de los costos de transportación en un 56.66 % no afectando la satisfacción de los clientes. La información anterior permite comprender los procesos logísticos que se usan en la actualidad, el propósito de la investigación es buscar mejorar y agilizar el proceso así mismo como la disminución de los gastos que se realizan al momento de transportar ciertos productos a otros lugares, es decir, a los mercados en donde se hará la venta al consumidor final, ya que este estudio ayuda a tomar la mejor alternativa en el proceso de transportación para la distribución y comercialización de los productos agropecuarios, en donde, con la aplicación de la estrategia se busca reducir el consumo del combustible y de esta manera disminuir el gasto de la transportación, ayudando a la economía familiar.

Por lo tanto, Mata, D. (2020) realizó la investigación: La comercialización agropecuaria con enfoque de comercio justo. En la investigación se plantea que la comercialización agropecuaria es un proceso típico que, en la mayor parte de los países en desarrollo no es una excepción, es una estructura dual que incluye, por un lado, una agricultura campesina de subsistencia y por otro una agricultura comercial. El objetivo del presente trabajo es realizar un análisis sobre la comercialización agropecuaria con enfoque de comercio justo, donde tanto las empresas como los productores deben conocer lo relacionado a los principios del comercio justo.

La metodología empleada fue a partir del método dialéctico-materialista como método general de la economía política marxista y rector de toda la metodología de investigación científica, el cual permitió revelar las contradicciones que se manifiestan en el proceso de comercialización, encauzando las investigaciones en la búsqueda de nuevas regularidades, mecanismos y particularidades para el comercio justo. Mediante el análisis de la investigación anterior permite comprender que la comercialización agropecuaria en los países en vías de desarrollo es un proceso común en el que intervienen dos factores o elementos claves en la estructura, por un lado la agricultura de subsistencia que hace referencia al cultivo para la satisfacción de las necesidades alimentarias de una familia, por otro lado se encuentra presente la agricultura de comercio que se refiere al cultivo de productos para su venta a los mercados comerciales y la venta a personas secundarias, además que permite realizar un análisis acerca de los principios del comercio justo y que sean conocidas por los productores y empresas.

Por otro lado, en el ambiente nacional Bojórquez, Lendechy y Flores (2020) realizaron la investigación: Precios justos y tendencias de venta de productos agropecuarios mexicanos a intermediarios. El objetivo de este artículo es analizar el establecimiento de precios justos y las prácticas de venta a intermediarios, en el contexto de la problemática que aqueja a pequeños productores agropecuarios en ocho municipios de Yucatán, México. El enfoque de la investigación es mixto y, por este motivo, se aplicaron técnicas a nivel comparativo relacional, se construyeron modelos de regresión logística binaria y se realizaron entrevistas semiestructuradas. Los resultados obtenidos contradicen la idea de que estos productores se dirigen, principalmente, a los intermediarios para venderles sus productos, en caso de que estos tengan algún tipo de problema con respecto a la tierra, la producción, la comercialización, el transporte o la falta de precios justos. Con la investigación realizada permite comprender que varios municipios pertenecientes al país mexicano existen una problemática relacionada al precio justo y la actividad de venta de productos agropecuarios hacia los intermediarios, es una actividad presente en varios estados del país en donde no se les da un valor justo a los productos agropecuarios que con tanto sacrificio son cultivados y son una actividad que requiere de mucho esfuerzo y dedicación.

Zapata, Pérez y Moo (2020) realizó la investigación: Análisis de la cadena de comercialización del chile habanero de Yucatán y su denominación de origen. En la investigación se menciona que las cadenas de comercialización se han vuelto un instrumento importante para el estudio de las relaciones económicas, pues permiten entender los diferentes procesos, agentes y características de un bien, desde su origen hasta que llega a manos de los consumidores. Se emplearon dos técnicas de recolección de información: la primera, fue una investigación documental y la segunda fue una entrevista semiestructurada dirigida a actores de la cadena de comercialización del chile habanero. Se encontró como resultado del estudio de investigación, de enfoque cualitativo, que los intermediarios son los actores más beneficiados de la cadena, y no los productores como se podría pensar; así mismo, se halló que la denominación de origen no está siendo aprovechada como se planeó, ya que, al no cumplirse con la normatividad que exige la DO, no es posible usar este distintivo para obtener un sobreprecio.

De la evidencia anterior, sobre la comercialización del chile habanero en Yucatán, se mencionan los métodos que se ha

estado implementando, misma en donde se hace mención que las cadenas de comercialización de los productos es un instrumento muy importante para llevar a cabo esas actividades, en donde se encuentran los procesos que son llevados a cabo, así como los agentes, es decir, quienes están en constante relación y las características de los cultivos, además permite conocer su lugar de origen y al destino a la que es llevado, es por eso que se ha realizado la cadena de comercialización del chile habanero, en donde es necesario resaltar que los intermediarios son los que obtienen más ganancias con la venta de este producto.

Contran, C. (2019) en su investigación: Caracterización del proceso de comercialización de café en el sur del Estado de México, 2018. En el presente trabajo se analiza la comercialización de café en el sur del Estado de México, en los municipios de Amatepec, Tlatlaya, Sultepec, Tejupilco y San Simón de Guerrero. La comercialización es una combinación de actividades en virtud de la cual los alimentos de origen agrícola y las materias primas se preparan para el consumo y llegan al consumidor final en forma conveniente en el momento y lugar oportuno. Como resultados de esta investigación, se obtiene que en la región sur del estado de México el proceso de comercialización está integrado por cuatro agentes participantes; los productores obtienen una mayor participación con el 75.46% del precio de venta del café; los intermediarios o acopiadores (CAFOA) con el 15.62% y los detallistas con el 8.92% y el consumidor final que es el que cierra dicho proceso de comercialización.

La investigación anterior provee información útil para comprender que en la comercialización se generan impactos económicos positivos en los diferentes participantes que intervienen en el proceso, en el caso de la investigación se hace mención a los que interviene en el la comercialización de café en el sur del Estado de México y así como en ese caso en otros sitios del país se generan los mismos resultados, pero con diferentes productos. En el caso de la investigación se identificó que, en el estado de México, la comercialización interviene 4 agentes claves, dentro de los cuales los productores son los que tienen mayor participación en el precio de venta del café en la cadena de comercialización seguidos por los intermediarios, detallistas y por último el consumidor final.

Saltos, (2021), en su investigación: Estrategias de distribución y su incidencia en la comercialización de productos agrícolas de la asociación las margaritas-Montecristi, en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. La presente investigación cuyo tema es: “Estrategias de distribución y su incidencia en la comercialización de productos agrícolas de la Asociación Las Margaritas - Montecristi” el problema radica en las inconformidades por parte de los socios sobre estrategias de distribución para la comercialización de sus productos, inexistencia de un canal de distribución y mercados fijos que los limita en sus ventas, se manejan por intermediarios y los ingresos son bajos aunque cuenta con una variedad de productos de excelente calidad, por tal motivo el objetivo principal de la investigación es analizar como una estrategias de distribución incide en la comercialización de productos agrícolas. La asociación necesita implementar estrategias para que sus productos tengan acogida y sean conocidos en el mercado por los socios, y no por intermediarios de esta manera crecer institucionalmente lo cual van a beneficiarse cada miembro, la matriz FODA permitió conocer la situación actual de la Asociación. La metodología aplicada en la investigación fueron los métodos analítico, descriptivo, cuantitativo y bibliográfico, aportaron para el buen desarrollo de la investigación. Las técnicas empleadas fueron entrevista y encuestas dirigidas al presidente y socios de la asociación aportando para la recolección de información la cual se obtuvo los siguientes resultados, la asociación mantiene un canal de distribución indirecto corto en la comercialización de sus productos ya que sus ingresos no son los esperados. Se concluye en que la asociación al no contar con estrategias para captar nuevos clientes y mercados debe aplicar un plan de acción para la aplicación de estrategias de distribución con enfoque al fortalecimiento de la comercialización para mejorar e incrementar sus ventas, y el crecimiento económico de los socios.

De acuerdo a la información anterior se comprende los principales problemas que ha tenido la actividad agropecuaria al momento de distribuir y comercializar los productos locales, así mismo las asociaciones no buscan estrategias que ayude a los productores a vender sus productos, otro de los problemas que se mencionan es sobre los canales de distribución, no hay alternativas de mercados para que los productores locales vendan sus productos, es por eso que los intermediarios llegan a comprar los productos y son vendidos a ellos por los productores para no desperdiciar el trabajo que se hizo en esa temporada aunque se sabe que se tendrán ingresos económicos muy bajos, por esta razón el gobierno y las asociaciones deben de buscar las mejores estrategias en cuestión de los canales para la distribución y comercialización de estos productos.

La administración comprende una serie de fases, etapas o funciones, cuyo conocimiento resulta esencial para aplicar el método, los principios, las técnicas y los enfoques de gestión.

En la administración de cualquier empresa existen dos fases: una estructural, en la que a partir de uno o más fines se determina la mejor forma de obtenerlos; y otra operacional, en la que se ejecutan todas las actividades necesarias para lograr lo establecido durante el periodo de estructuración. Münch, L. (2014)

De acuerdo a INITE (2009), La mezcla de comercialización, también llamada “la mezcla de mercadeo”, o por su origen, “la mezcla de marketing” (las 4P s), es la combinación de cuatro factores estratégicos que definen al producto, la forma de hacerlo llegar al consumidor a una plaza, el modo de persuadirlo para que lo compre-promoción-, y el precio al que se le entrega.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo General

- General: Realizar un Emprendimiento social para la distribución y comercialización de productos agropecuarios.

Objetivos Específicos

- Generar idea de emprendimiento para la creación de una empresa social para la distribución y comercialización de productos agropecuarios.
- Planificar las tareas a llevar a cabo, así como establecer indicadores y estimación de los tiempos de ejecución para alcanzar los resultados del proyecto.
- Identificar los catálogos de venta para la comercialización y distribución de productos agropecuarios. • Identificar los motivos del desequilibrio emocional de los estudiantes y profesores.
- Organizar comités para el emprendimiento social, en donde se les concienticen acerca del proyecto a desarrollar.

II.METODOLOGÍA

En esta presente investigación se aplicará el paradigma hermenéutico Interpretativo, para ello empezaremos a definir que es un paradigma. De acuerdo a Morales y Montero (1992), mencionan que “El término paradigma fue acuñado por Kuhn para hacer referencia a un conjunto de suposiciones interrelacionadas que proporcionan un marco filosófico para el estudio organizado de este mundo”. Basándose en los objetivos del proyecto que se está desarrollando, se planifica las tareas que se deberán de realizar en la comunidad y los métodos para la obtención de información, así mismo como los catálogos de ventas y un reto muy grande es organizar a la comunidad para que trabajen en conjunto para lograr desarrollara el proyecto de investigación, en donde la principal causa de esto, es no contar con los medios necesarios para la distribución, además de no contar con los conocimientos adecuados para la comercialización de los productos locales, para esta investigación se utilizará el enfoque cualitativo, utilizando la observación participante y la entrevista como métodos, también la aplicación de la técnica “bola de nieve”, para mejorar la manera en la que se realizará esta investigación se recurre a esa técnica. Durante la investigación que se está llevando a cabo, se está aplicando una encuesta que se adecua a la investigación, cierta encuesta fue extraída de la plataforma del INEGI (2019) del programa ENA, en sus apartados recopila información relacionada con el propietario de la producción, los principales productos que produce, el manejo de suelo, también cuestiones de los sistemas de riegos, calidad y origen del agua. Para el sector que se dedica a la ganadería, apicultura y a la pecuaria se manejan diferentes preguntas con relación a sus apartados, se realizó una recopilación de información con relevancia, para hacer una tabla de las frutas y verduras de la comunidad, poniéndolas por meses, para que de cierta manera se vea notable cuando hay producción de esos productos agrícolas. Así mismo permite conocer las parcelas de producción de diferentes ciudadanos, identificando la manera en la que ellos trabajan, unos ya se adaptaron al sistema ecológico, es decir, al manejo de paneles solares en sus áreas de producción. Además de las prácticas agrícolas en donde se deja en descanso el suelo para que pueda ser reutilizado en 4 o más años, en estas parcelas se utiliza el fertilizante como un apoyo a las hortalizas, así como el uso de los insecticidas para el control de plagas.

III. RESULTADOS O AVANCES.

Durante el lapso de tiempo que se está llevando la investigación, se han presentado varios problemas con relación al ejido y con la comunidad, partiendo de una institución los ejidatarios no le ponen importancia a este tipo de proyectos, porque no se demuestra el monto de ganancia monetaria que ellos esperan recibir para la aprobación de este proyecto. Aunque algunas personas dicen estar de acuerdo en apoyar a los jóvenes que están estudiando para mejorar las condiciones que se encuentran las comunidades mayas, mismas que se debe considerar en los apartados para dar a conocer sobre los principales problemas que hay en las comunidad y liderar con eso, convenciendo a la gente a cambiar sus pensamientos, a comenzar una nueva era por la llegada de grandes proyectos al municipio de Felipe Carrillo Puerto, en el ramo turístico que trae un gran impacto, tanto como para la sociedad como formación de la misma, es decir, empezar a trabajar en conjunto, organizarse para ciertos factores, en la parte económico como una inversión para la mejora continua de estos procesos. La comunidad de Tuzik, tiene potencialidad turística tanto como Construcciones abandonadas, donde anteriormente vivían las personas de la comunidad, cuenta con cuerpos de agua (cenotes), en esta bella comunidad se realizan diversas actividades como el trabajo en la milpa, la apicultura, la ganadería, la pecuaria, en estas se encuentran comerciantes que tiene rutas a Playa de Carmen, Felipe Carrillo Puerto, Valladolid, cuenta con músicos tanto moderno como antiguo, artesanos.

IV. CONCLUSIONES

Durante el proceso de investigación y con la pandemia que estaba enfrentando el país y el mundo, el tener el acercamiento con estas personas que son de comunidad, que tienen otras perspectivas con referente al COVID-19, en donde ellos se dedican a sus actividades diarias y al no tener mucho contacto con el mundo físico, es decir, que no salen mucho de la comunidad, por la dedicación al trabajo. Uno de los retos más desafiantes de este proyecto, es la de reunir a los ejidatarios, ya que se dedican a sus actividades diarias y tener un horario específico, no había, a lo que entonces las reuniones se daban en las noches para que la mayoría pueda salir, pero al explicarles en el idioma español, era prácticamente hablar solo, por lo tanto, se les explicaba en el idioma nativo que es el Maya, para su comprensión, de esta manera tenemos más acercamiento con ellos. Además, que por la pandemia muy pocas personas aceptan salir a reuniones en donde se reúnen a un grupo de ciertas personas. Los avances de la investigación permiten conocer sobre las frutas y verduras que se producen en la comunidad por cada temporada, en donde se logró identificar ciertos productos, de las cuales no se conocían los nombres, algunas personas que se dedican a la producción

y que tienen milpa, conocen estas frutas y para que se utilizan, así mismo las personas conocen el nombre de los productos en su lenguaje nativo que es el maya.

La conformación de comités para llevar a cabo el emprendimiento, en la comunidad en donde las personas interesadas en trabajar y en un futuro tener apoyo económico, se definió con 37 personas, incluyendo a hombres y mujeres. Una vez firmado el acta de asamblea general y el acta de conformación de comités en la comunidad de Tuzik, falta la capacitación para la adaptación de las personas al proyecto de emprendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bojórquez, Lendechy y Flores (2020). Precios justos y tendencias de venta de productos agropecuarios mexicanos a intermediarios. Recuperado de [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CDR/17%20\(2020\)/11764515010/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CDR/17%20(2020)/11764515010/)
- Contran, C. (2019). Caracterización del proceso de comercialización de café en el sur del Estado de México, 2018 [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105005>
- Covas, Martínez, Delgado y Díaz. (2017). Mejora de procesos logísticos en la comercializadora agropecuaria Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*, 38(2), 210-222.
- INEGI. (2019). Resultados de la encuesta nacional agropecuaria 2019. Consultado el 14 de mayo de 2022, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp_ena2_019.pdf
- INITE. (2009). Administración 2. (2 da. Ed.) México: INITE S.C.
- Mata, D. (2020). La comercialización agropecuaria con enfoque de comercio justo: Observatorio de la Economía Latinoamericana. Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/oel/2020/06/comercializacion-agropecuaria-justo.html>
- Montero, M. (1992). Permanencia y cambio de paradigmas en la construcción del conocimiento científico. In *Memorias del Congreso Hispanoamericano de Investigación Educativa: Encuentro de Dos Mundos por la Paz y el Desarrollo* (pp. 33-57).
- Münch, L. (2014). Administración: gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo. (2ª ed.) México: Pearson educación.
- Salto, J. (2021). Estrategias de distribución y su incidencia en la comercialización de productos agrícolas de la asociación las margaritas-Montecristi [Tesis de Ingeniería en comercio exterior]. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Zapata, Pérez y Moo. (2020). Análisis de la cadena de comercialización del chile habanero de Yucatán y su denominación de origen. *Revista CEA*, 6(11), 109-125.

UN DÍA EN EL CAMPO MAYA: TURISMO CON EXPERIENCIA SENSORIAL Y DE BASE COMUNITARIA EN LA COMUNIDAD DE LAGUNA KANÁ

¹ Mayra Janeth Chuc Uh, 181k0120@itscarrillopuerto.edu.mx

² Aaron Tamay Requena, c211k0007@itscarrillopuerto.edu.mx

³ José Rodrigo Couoh Balam, 181k0121@itscarrillopuerto.edu.mx

⁴ José Francisco Hau Tuyub, 181k0124@itscarrillopuerto.edu.mx

⁵ Edgar Tuk Pech, 181k0135@itscarrillopuerto.edu.mx

⁶ Jarly Ulises Yama Barzón, 181k0139@itscarrillopuerto.edu.mx

⁷ José Francisco Hernández Libreros, jf.hernandez@itscarrillopuerto.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la comunidad de Laguna Kaná perteneciente al municipio de Felipe Carrillo Puerto, estado de Quintana Roo, México. La razón principal de este trabajo de investigación es identificar los atractivos del campo maya que permitan desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México. El enfoque utilizado fue cualitativo, puesto que es el que mejor se adapta a las necesidades de la investigación, de igual forma se utilizó el método no probabilístico para la identificación de los informantes claves. Los instrumentos de recolección de datos elegidos fue una entrevista semiestructurada y un diario de campo, así como recorridos por la comunidad para identificar la planta, infraestructura y equipamiento básicos que pueden ser utilizados para la oferta turística. Con la aplicación de los instrumentos se identificaron actividades cotidianas, actividades por fechas y temporadas específicas, flora y fauna, alimentos, cultivos, transporte, infraestructura, servicios y aprovechamientos naturales del campo maya, por lo que podemos asegurar que Laguna Kaná es un lugar que cuenta con recursos suficientes y aptos para desarrollar un producto de turismo comunitario haciendo uso de los cinco sentidos.

PALABRAS CLAVE

Atractivos
Comunidad
Cultura
Etnografía

ABSTRACT

This research work was developed in the community of Laguna Kaná belonging to the municipality of Felipe Carrillo Puerto, state of Quintana Roo, Mexico. The main reason for this research work is to identify the attractions of the Mayan countryside that allow the development of community-based tourism activities with sensory experience in the community of Laguna Kaná, Quintana Roo, Mexico. The approach used was qualitative, since it is the one that best adapts to the needs of the investigation, in the same way the non-probabilistic method was used to identify the key informants. The chosen data collection instruments were a semi-structured interview and a field diary, as well as tours of the community to identify the plant, infrastructure and basic equipment that can be used for the tourist offer. With the application of the instruments, daily activities, activities by specific dates and seasons, flora and fauna, food, crops, transportation, infrastructure, services and natural uses of the Mayan countryside were identified, so we can assure that Laguna Kaná is a place that has sufficient and adequate resources to develop a community tourism product using the five senses.

KEYWORDS

Attractive
Community
Culture
Ethnography

1,2,3,4,5,6, Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto/Estudiantes
7 Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto/Docente



I. INTRODUCCIÓN

El turismo de base comunitaria es considerado como un lugar de interés que los turistas visitan normalmente con el fin de conocer la cultura y tradiciones, así como la historia, que es un elemento de alto valor y fundamento que le brinda belleza al lugar visitado ideal para adentrarse en una aventura. Según Cruz Blasco (2012:131), esta forma de turismo se presenta como una “oportunidad de puente entre la rentabilidad económica, la conservación del medio ambiente y el respeto sociocultural”.

En los últimos años en México la creación de turismo de base comunitario ha ido incrementando gracias a las nuevas tendencias en el cual los turistas ya no buscan solo lugares que ofrezcan actividades de sol y playa, hay un gran número de turistas que se interesan en conocer la historia, costumbres, arquitectura, biodiversidad, gastronomía, entre otras actividades que se pueden encontrar en el destino elegido.

En lo que respecta a la agenda 2030, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) nos dice que “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son el corazón de la Agenda 2030 y muestran una mirada integral, indivisible y una colaboración internacional renovada. En conjunto, construyen una visión del futuro que queremos”. En la zona centro y sur del estado de Quintana Roo han surgido centro de turismo del tipo rural, natural y ecoturístico en el cual se presenta la historia y cultura maya, además de conocer las riquezas naturales de la región.

En la comunidad de Laguna Kaná aún no se presentan indicios de creación de un turismo de base comunitaria sólido aun siendo un pueblo con gran belleza tanto natural como cultural con gran potencial para ser un excelente centro turístico. Además, existe un gran desinterés por parte de los pobladores de la posibilidad de traer turistas a su comunidad

debido a que se cree que el turista solo busca lugares con conexión al mar. Bajo esta inquietud se plantea la pregunta central de investigación ¿Cuáles son los atractivos del campo maya que permitan desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México? La hipótesis general es que la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México, posee atractivos del campo maya aptos para desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial. El objetivo de la investigación es identificar los atractivos del campo maya que permitan desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Quintana Roo, México.

De acuerdo con DATATUR (2008) nos dice que el turismo “comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio y otros motivos no relacionados con el ejercicio de una actividad remunerada en el lugar visitado”.

Respecto al uso de los cinco sentidos “La noción de los cinco sentidos que abarcan la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto fue “una idea romana aprendida”, y traducirla planteó dificultades para los escritores medievales ingleses que intentaron transmitir su sentido en las palabras de una cultura que no había desarrollado esta particular división de la experiencia...” (Howes y Classen, 2013: 171).

II. METODOLOGÍA

Dado que el objetivo del estudio será identificar los atractivos del campo maya que permita el desarrollo de actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, México, se recurrirá a un diseño no experimental que se aplicara de manera transversal. Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos dicen que la investigación no experimental “es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.” Así mismo estos mismos autores nos dicen que al diseño de investigación transversal se da “cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo.”

Así mismo, siguiendo con el objetivo de identificar los atractivos que propicien el desarrollo turístico de base comunitaria se procederá a realizar una investigación del tipo inductivo-deductivo, el cual nos permite explicar la realidad a partir de la observación y también entender el estudio de lo general a lo particular.

De acuerdo con Hernández y Pérez (2017) el método inductivo-deductivo “se complementan mutuamente: mediante la inducción se establecen generalizaciones a partir de lo común en varios casos, luego a partir de esa generalización se deducen varias conclusiones lógicas. De esta manera, el empleo del método inductivo-deductivo tiene muchas potencialidades como método de construcción de conocimientos en un primer nivel, relacionado con regulaciones externas del objeto de investigación.”

De igual forma el estudio se complementa con la aplicación del método etnográfico que nos permitirá comprender, estudiar, observar de cerca las características de la población, sus actividades, creencias, entre otros aspectos, que nos servirán para realizar y definir las actividades que comprenderán el producto turístico.

Para finalizar, se plantea la implementación de una investigación-acción, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) “la finalidad de la investigación-acción es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente (grupo, programa, organización o comunidad). Así mismo, la importancia de una investigación-acción es que las variables de estudio tienen que ser personas cercanas a la problemática, “por ello, implica la total colaboración de los participantes en: la detección de las necesidades (ya que ellos conocen mejor que nadie la problemática a resolver), el involucramiento con la estructura a modificar, el proceso a mejorar, las practicas que requieren cambiarse y la implementación de los resultados del estudio” Hernández, Fernández y Baptista (2014). El presente trabajo será diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cualitativo, puesto que este es el mejor que se adapta a las características y necesidades de la investigación.

El enfoque cualitativo “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de la interpretación.” Además, las técnicas de recolección de datos que utiliza son las más adecuadas para la investigación que estamos realizando.

Del enfoque cualitativo se tomará la técnica de la entrevista para identificar los atractivos del campo maya que permita el desarrollo de actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial en la comunidad de Laguna Kaná, así como conocer la opinión de las personas locales con respecto a la finalidad de la información, siendo estos los dueños y actores principales en la implementación del producto turístico.

Las investigaciones con enfoque cualitativo tienen como paradigma la epistemología constructivista, por lo que para esta investigación se opta por utilizar dichos paradigmas.

La población se define como “conjunto de casos, definidos, limitados y accesibles, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados” (Arias, Villasís, y Miranda, 2016).

La población de estudio estará conformada por 782 habitantes de Laguna Kaná, Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México (INEGI, 2020). La muestra es definida por Hernández, Fernández y Baptista (2014) como “un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que permanecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.” (p.175).

En este trabajo se utilizará el método no probabilístico, en el cual, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) es un método en el cual “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación.” Por lo que se le hará la invitación a la población en general, en el cual solo los interesados y de manera voluntaria formaran parte del estudio.

La técnica de recolección de datos, son los procedimientos y actividades que le dan acceso al investigador para obtener la información necesaria para dar cumplimiento a sus objetivos de investigación (Consultores, 2020).

La técnica de recolección de datos que se utilizará en la presente investigación será la entrevista.

Los instrumentos de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información... para Fernando Castro Márquez los instrumentos son “los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención y archivo de la información requerida para la investigación” (Citado en Robles, 2021).

Se plantea un tipo de entrevista semiestructurada por el cual se necesitará del uso de una cedula de entrevista que contendrá una lista de preguntas abiertas que sirvan de guía para la obtención de los datos necesarios y puntuales para la investigación. Además, el estudio se complementa mediante una guía de observación, en el cual se anexan puntos que el entrevistado no puede describir textualmente.

La técnica que se utilizará en el estudio de los datos será la técnica de análisis de contenido el cual busca ordenar los elementos encontrados con el fin de tener un orden coherente y entendible.

La ventaja de esta técnica es que nos permitirá realizar un análisis profundo de las respuestas/opiniones de los entrevistados para formular nuestras conclusiones finales.

III.RESULTADOS O AVANCES

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con base a la observación de campo y las entrevistas realizadas en la comunidad de Laguna Kaná. La presentación de los resultados se desarrolla en aspectos fundamentales de esta investigación:

Tabla 1.
Actividades cotidianas

Hombres	Mujeres
- Ir a la milpa	- Hacer nixtamal
- Caza de tuza	- Ir a la molienda
- Chapear	- Cocinar/Hacer tortillas a mano
- Leñar	- Alimentar animales domésticos (Pollos, patos, pavos, gatos, perros, cerdos, entre otros).
- Revisar cajas de abejas (en caso de tener)	- Limpiar el hogar
- Alimentar al ganado (en caso de tener)	

Nota: Esta tabla muestra las actividades cotidianas de hombres y mujeres

Tabla 2.

Actividades que se realizan por temporadas específicas.

Actividad	Temporada
Inicio de Cosecha de Miel (Taonal)	Mediados de Enero
Inicio de Tumba de Monte Mediano	Principios de Marzo
Inicio de Extracción de Madera	Mediados de Abril
Cierre de Tumba de Monte Mediano	Mediados de Abril
Cierre de Cosecha de Miel	Mediados de Abril
Inicio de Quema de Milpa	Mediados-Finales de Abril
Cierre de Quema de Milpa	Antes de Mediados de Mayo
Inicio de Siembra de Milpa	Mediados de Mayo
Cierre de Siembra de Milpa	Finales de Junio
ANIVERSARIO DE LA COMUNIDAD	
	01 de agosto
Inicio de Cosecha	Principios de Septiembre
Ofrenda de agradecimiento (cosecha)	Mediados de Septiembre
Inicio de la Tumba de Monte Alto	Principios de Oct.
Inicio del Día de Muertos	Finales de Octubre/Principios de Noviembre
Cierre del Día de Muertos	Finales de Noviembre
Cierre de Cosecha	Finales de Noviembre
Celebración del día de la Virgen de Guadalupe	12 de Diciembre
Cierre de Tumba de Monte Alto	Finales de Diciembre

Nota: Se presenta las actividades que se realiza por temporada en un año en la comunidad de Laguna Kaná.

Tabla 3.

Aprovechamiento forestal y flora identificados

Aprovechamientos forestales	Flora
- Uso de maderas preciosas para muebles	- Cedro
- Leña	- Caoba
- Uso de madera para palapas	- Ceiba
- Uso de huanopaja para palapas	- Tinte
	- Chicozapote
	- Chakaj o palo mulato
	- Chechem negro
	- Nance
	- Jabin
	- Guayabillo
	- Ramón
	- Tsalam

Nota: Lista de aprovechamiento forestal y flora

Tabla 4.

Presentación de Fauna Silvestre y Domestica

Silvestre	Doméstica
- Mono Araña	- Jabalí
- Coatíes	- Pollos
- Venado de cola blanca	- Tuzas
	- Gatos
	- Perros
	- Tortugas
	- Pavos
	- Cerdos
	- Borregos

Nota: Listado de Faunas silvestres y domesticas identificadas en Laguna Kaná.

Tabla 5.

Alimentos, cultivos, transporte, infraestructura y servicios identificados. s

Alimentos	Cultivos	Transporte	Infraestructura	Servicios
Variedad de gastronomía hechos con productos de la localidad.	- Maíz	- Moto	- Madera	- Agua
	- Calabaza	- Bicicleta	- Bajareque	- Luz
	- Camote	- Triciclo	- Concreto	- Internet
	- Frijol			- Carpintería
				- Papelería
				- Estética
				- Zapatería

Nota: Listado de otros resultados.

Como base a los resultados de las entrevistas aplicadas, se elaboró una propuesta de actividades turísticas que se pueden realizar en la comunidad, introduciendo una nueva forma de capitalizar los recursos con los que se cuentan sin dejar de descuidar las actividades diarias de los pobladores debido a que el producto se centra en brindar una experiencia sensorial al turista invitándolo a participar en cada actividad haciendo uso de sus cinco sentidos, por ejemplo participar en la elaboración del almuerzo, invitar a que nos ayude con el trabajo en el campo.

Principales Actividades y Lugares con Potencial Turístico

Durante la visita en la comunidad de Laguna Kan tuvi- mos la oportunidad de realizar un recorrido por las calles y sitios de interés que los ejidatarios consideran que serán de agrado para el turista, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla 6.

Actividades y lugares con Potencial Turístico en la Comunidad de Laguna Kaná

Actividad	Actividades a Realizar	Distancia del parque al lugar (km)
Milpa	Visita a la milpa: conocer las técnicas de cultivo de los sembrados que se hacen en la zona (maíz, calabaza, frijol, pitahaya, etc.), demostración del proceso de sembrado, tipos de semillas para sembrar	2
Trampa para la tuza.	Explicación y participación en la búsqueda de herramientas naturales para la elaboración de la trampa, explicación de las características de la tuza y su principal fuente de alimentos y por último participar en la elaboración de la trampa.	1
Pib	Participar en la elaboración del pib de principio a fin.	0.5
Apicultura	Explicación del procedimiento de la crianza y cuidado de las abejas, demostración del procedimiento de la extracción de la miel, degustación de mieles.	2
Visita a las ruinas	Ir en bicicleta hasta las ruinas, explicación de las arqueologías, espacio para tomar fotografías.	2
Paseo por kayak	Paseo por kayak en la laguna principal de la comunidad	0.2
Acampar y fogata.	Acampar en la isla de la laguna "Cacauche" y realizar una fogata para convivir	3

Nota: Este cuadro contiene las actividades que se pueden realizar en Laguna Kaná

Las actividades plasmadas en el cuadro 1 son actividades que se pueden considerar como actividades principales ya que la mayoría de ellos se pueden realizar en cualquier día del año a excepción del maíz y apicultura que son actividades que llevan un proceso a lo largo del año, por ejemplo, el turista puede llegar en fechas donde hay tumba de monte, siembra o cosecha del maíz. Estas actividades se pueden diversificar, es decir que pueden ser combinadas con otras actividades cotidianas para brindar una experiencia completa.

IV. CONCLUSIONES

Por lo que se concluye que en base a la hipótesis planteada para esta investigación la comunidad de Laguna Kaná posee atractivos del campo maya aptos para desarrollar actividades turísticas de base comunitaria con experiencia sensorial, es aceptada, debido a que se realizan diversas actividades cotidianas y no cotidianas, de igual forma se identificó que en la comunidad hay recursos naturales que pueden ser aprovechados para poder realizar actividades turísticas, principalmente en el campo maya en donde se pone en práctica el sentido del gusto, el olfato, el tacto, el oído y principalmente la vista, realizando actividades rutinarias que para los actores locales puede ser algo común, pero para una persona externa a la comunidad sería una experiencia inigualable. De acuerdo con el proyecto de investigación y sobre el turismo de base comunitario se puede decir que es una actividad que permite el desarrollo y crecimiento económico de la comunidad local, permitiendo un incremento del cuidado del medio ambiente y fomentando el lazo social entre los habitantes. Se puede concluir con que el turismo de base comunitaria es una actividad donde existe la necesidad de la creación de un producto turístico bajo los principios básicos de la comunidad.

El surgimiento de proyectos comunitarios se da como una posibilidad para mejorar sus condiciones de vida. En el caso de la comunidad de Laguna Kaná y de acuerdo con el resultado de las entrevistas y la información recolectada a través de la guía de observación las personas de la comunidad se mostraron interesadas en la realización de este tipo de actividad turística, debido a que representa una oportunidad de poder obtener un ingreso diferente al de sus actividades de la agricultura, la ganadería o la apicultura. De igual manera la comunidad cuenta con la infraestructura para poder brindar alimentación, transporte, hospedaje y comodidad a los turistas que los visiten.

Para finalizar, no se pretende que el turismo sea indispensable para generar ingreso, sino que este complementa las actividades que realizan día a día, sin olvidar definir una capacidad de carga para evitar el deterioro ambiental y así mismo conservar sus patrimonios.

De este proyecto se desprendió otros 3 proyectos que fueron un éxito y aceptados para presentarse en el Congreso Universal 2022 Turismo y Pobreza celebrado en el estado de Nayarit, por lo que el equipo se siente satisfecho con la presente investigación que les permitió la apertura a otras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Consultores, B. (2020). Técnicas de recolección de datos para realizar un trabajo de investigación. Online Tesis. <https://online-tesis.com/tecnicas-de-recoleccion-de-datos-para-realizar-un-trabajo-de-investigacion/>
- Cruz Blasco, M. (2012). Turismo, identidad y reivindicación sociocultural en Chile. Turismo y Sostenibilidad: V Jornadas de Investigación en Turismo, Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 127-147. <http://hdl.handle.net/11441/53110>
- DATATUR (2008). Glosario. <http://datatur.sectur.gob.mx/sitepagas/glosario.aspx>
- Hernández, A. y Pérez, A. (2017). Métodos Científicos de Indagación y de Construcción del conocimiento. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>
- Hernández, Fernández y Baptista (2014). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill.
- Howes, David (2014). El creciente campo de los Estudios Sensoriales. Revista Latinoamericana de Estudios sobre Cuerpos, Emociones y Sociedad, 6(15), 10-26. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273231878002>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (s. f.). <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Arias, Villasís, y Miranda (2016). El Protocolo de Investigación III: La Población de Estudio. https://www.researchgate.net/publication/322345752_El_protocolo_de_investigacion_III_la_poblacion_de_estudio
- INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/app/cpv/2020/resultadosrapidos/default.html?texto=felipe%20carrillo%20puerto%20quintana%20roo>
- Robles, (2021). Técnicas e instrumentos para la recolección de datos la observación, la entrevista, el cuestionario, la encuesta, el censo y la bitácora o diario de campo. <https://www.clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/T%C3%A9cnicas-e-instrumentos-para-la-recolecci%C3%B3n-de-datos/5358090.html#:~:text=Conjunto%20de%20mecanismos%2C%20medios%20y%20sistemas%20de%20dirigir%2C,archivo%20de%20la%20informaci%C3%B3n%20requerida%20para%20la%20investigaci%C3%B3n.>

ANEXOS

Todas las imágenes son pertenecientes al equipo de trabajo





LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS DE VALLADOLID (1884-1915)

¹Dr. Rubén Ariel García Pacheco, ariel.tunku@yahoo.com.mx

²Br. María Edith Kú Martín, maría.ku@normaljuandediosrh.com

³Br. Daniela Natividad Loria Mena, daniela.loria@normaljuandediosrh.com

⁴Br. Roberto Alejandro Velázquez Zacarías, roberto.velazquez@normaljuandediosrh.com

RESUMEN

El presente trabajo plantea el estudio de la educación artesanal en Valladolid, Yucatán, en 1884, a raíz del surgimiento de la Escuela de Artes y Oficios hasta 1915 (García Pacheco, 2004), año que corresponde a su desaparición (y a la reorientación del papel del Estado respecto de las asociaciones encargadas del fomento educativo), que como producto de la modernización y reorganización artesanal, asumió el desarrollo a la educación técnica, y su expresión a través de normas y disposiciones legales emitidas por las autoridades de Yucatán, en las que la educación al trabajo pretendió la reestructuración de hábitos y costumbres de las clases populares urbanas. Las nuevas percepciones y actitudes acerca de la reorganización de los artesanos incluyeron la educación al trabajo, en su sentido moral de corrector de costumbres, y como generador de riqueza material. Lo que significó instruirlo para el trabajo mediante la creación de necesidades materiales y proporcionarle una nueva forma de concebir la vida, en el cual la educación lo convertiría en el ser sociable (es decir, formar un buen ciudadano, haciéndolo útil para la sociedad mediante la enseñanza de un oficio), respetuoso de las normas establecidas y buenas costumbres. Esa visión moderna de reorganización del artesano se tradujo en una nueva forma de entender la asistencia social. Esta se planteó como una tarea propia del poder civil que se debía encargar de su organización y administración, lo que llevaría al surgimiento de instituciones semiseculares asistenciales (sociedades de fomento artesanal, casas de beneficencia y de socorro, casa de corrección, etc.), y a transformar las existentes; en este caso las de origen religioso (congregaciones, hospitales, hospicios, etc.). Siendo que en gran medida unas y otras funcionaron bajo los criterios correccionales de la educación al trabajo y, tal como se planteaba a la población en general.

ABSTRACT

The present work proposes the study of craft education in Valladolid, Yucatán, in 1884, as a result of the emergence of the School of Arts and Crafts until 1915 (García Pacheco, 2004), the year that corresponds to its disappearance (and to the reorientation of the paper of the State regarding the associations in charge of educational promotion), which as a product of the modernization and reorganization of crafts, assumed the development of technical education, and its expression through norms and legal provisions issued by the authorities of Yucatan, in which education to work sought to restructure the habits and customs of the urban popular classes. The new perceptions and attitudes about the reorganization of artisans included education to work, in its moral sense as a corrector of customs, and as a generator of material wealth. What it meant instructing him for work by creating material needs and providing him with a new way of conceiving life, in which education would make him a sociable being (that is, forming a good citizen, making him useful to society through teaching a trade), respectful of established norms and good customs. This modern vision of reorganization of the artisan was translated into a new way of understanding social assistance. This was raised as a task proper to the civil power that should be in charge of its organization and administration, which would lead to the emergence of semi-secular welfare institutions (artisanal development societies, charitable and relief houses, house of correction, etc.), and to transform existing ones; in this case those of religious origin (congregations, hospitals, hospices, etc.). Being that to a great extent one and the other worked under the correctional criteria of education at work and, as it was proposed to the general population.

PALABRAS CLAVE

Escuela
Formación académica
Oficios

KEY WORDS

School
Academic training
Trades



I. INTRODUCCIÓN

A partir de la ruptura con el régimen colonial, el viejo sistema gremialista fue perdiendo su razón de ser. Dado que, al ser eliminadas las disposiciones proteccionistas y derogación de impuestos, y habilitarse el sistema de libre competencia, nuevos productos procedentes de la gran industria inglesa fueron capturando el mercado local y desplazando la producción de los artesanos locales. En tales condiciones, y después de la Constitución de 1824 los gremios artesanales entraron a un largo proceso de exclusión de la vida laboral, a la vez que los artesanos fueron situándose en un nuevo universo económico y social, frente al cual reaccionaron de manera paradójica (Bracho, 1990).

En efecto, la mayoría de los artesanos se favorecieron con la ruptura definitiva de la organización gremial, ya que muchos oficiales y aprendices se hallaron en condiciones de instalar su propio taller, independientemente de las ataduras corporativas. Sin embargo, desorganizados e indefensos frente a la competencia de las mercancías importadas perdieron, por consiguiente, las ventajas naturales que los gremios les aportaban en términos de protección y socorro. Por ende, la falta de las antiguas condiciones de trabajo, la carencia de protección institucional y de la existencia social, obligó a los artesanos a combinar el ejercicio del oficio con tareas de distinta índole; forzó a sus mujeres e hijos a buscar otras actividades remunerativas y, en muchos casos, los productores tuvieron que emplearse en otras cosas u ofrecer sus productos en las calles.

El orden social colonial había perdido de hecho sus anteriores referencias, teniendo como una de las consecuencias de este nuevo orden de cosas, el deterioro de las condiciones de vida de los artesanos; por lo que diversos grupos de productores solicitaban la aplicación de medidas proteccionistas que ampliaran el mercado de productos y mejoraran la calidad técnica de elaboración de los mismos. Es esta situación contradictoria donde encuentra ciertamente, el punto de partida de un importante movimiento del artesano libre, de nuevas formas de educación técnica y reorganización artesanal.

La reorganización de los artesanos en el aspecto educativo y laboral, era uno de los problemas que requerían de atención inmediata, para lograr el fomento de las manufacturas y el libre desarrollo del comercio; por lo que era necesario considerar una nueva concepción para la formación de los artesanos, dejando con ello atrás el aprendizaje tradicional en los talleres de artesanos e instaurando escuelas de arte y casas de benefi-

cia y socorro, cuya enseñanza estuviera marcada siempre, por el signo de la moralización popular, es decir, orientada a formar al buen ciudadano, en el respeto de las leyes y las buenas costumbres, haciéndolo útil para la sociedad mediante la enseñanza de un oficio.

El fomento a la educación al trabajo ejercida por las autoridades sobre la población no era una situación inédita, sino todo lo contrario. Por lo menos aparecen en documentos de diversos tipos, referencias continuas en torno al aprendizaje de un oficio (educación), así como a la dedicación al mismo (trabajo), que la élite política consideraba como el remedio para formar individuos útiles y virtuosos.

Enfatizando que la importancia del presente trabajo de investigación, es el estudio del artesanado en Valladolid, Yucatán (1884-1915), El interés se orienta hacia el análisis de los procesos de permanencia y cambio cultural ocurridos en el proceso educativo, y en este sentido, y con base en una perspectiva de investigación historiográfica (historia de las mentalidades colectivas) que se sostiene desde la descripción analítica y densa, el presente trabajo se circunscribe en el concepto de larga duración de Braudel; a nivel epistemológico el trabajo utiliza herramientas (entrevista) y recursos metodológicos que se analizan desde la perspectiva de la antropología social, como forma de preservación de la cultura y del quehacer de las actividades económicas productivas, por lo que se anuda en el concepto de anarquismo de Kropotkin que sostiene que el éxito de la sociedad, no sólo depende de la solidaridad, sino de la ayuda mutua en su forma de asociación (Hart, 1974). En este sentido el proceso de modernización y reglamentación que el mismo asumió, radico en el fomento a la educación al trabajo, cuya expresión se tradujo e implementó a través de normas y disposiciones legales emitidas por las autoridades de Yucatán, en las que las transformaciones y cambios de las formas de vida de la capa artesanal, derivaron en la educación al trabajo, lo que pretendió la reestructuración de hábitos y costumbres de las clases populares.

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la educación del artesano yucateco no ha sido abordado con amplitud dentro de la historiografía mexicana. En la historiografía nacional, particularmente la historia de la educación, ha preferido el estudio comparativo del momento pedagógico o su investigación en general, desdeñando en mayor medida su especificidad. El interés por una historia que incluyera el estudio sobre la educación artesanal y como parte de las sociedades de fomento educativo laboral, ha contribuido para que en nuestro pasado se indagara con abundancia y predilección a aquellos productores pertenecientes a sociedades de fomento o independientes que, al menos, formalmente se acercaran más a la imagen histórica de las asociaciones

de fomento de la educación artesanal de la segunda mitad del siglo decimonónico y las dos primeras décadas del siglo XX; desdeñando en mayor o menor medida otros sectores.

Tomando como punto de partida, las implementaciones de los preceptos, que en materia educativa transformaron y reorganizaron las formas de vida artesanal; y para un mejor entendimiento y precisión del estudio en cuestión, se ubican tres etapas, que a grandes rasgos están determinadas, por una serie respectiva de momentos, que se encuentran caracterizados por las reformas educativas que en materia de educación artesanal fueron implementadas por los miembros de la junta directiva municipal y las juntas subdirectivas que formaban parte en primera instancia de la Sociedad de Socorros Mutuos Jesús María (creada en 1847); siendo que el primer momento, que nos ocupa el de 1851, es porque este año corresponde a la aplicación del Reglamento de Talleres de Artes y Oficios de la Capital Yucateca (publicado en Yucatán en 1851), situación que supeditó el proceso educativo de los aprendices y oficiales, de manera normativa a las funciones propias de la escuela.

El segundo momento se puede ubicar a partir de 1872, con la fundación del Gran Círculo de Obreros, de la misma manera dentro de este período se considera como parte primordial, el surgimiento de la junta subdirectiva para la apertura de la Escuela de Artes y Oficios en Valladolid, Yucatán en 1884, suceso cuya instauración significó la consideración de una nueva forma de reorganización artesanal y educativa de los artesanos, es decir la reestructuración de hábitos y costumbres.

Ambas acciones tuvieron como medida principal reactivar al sector mediante la enseñanza de un oficio y la enmienda moral de las conductas inadecuadas; el tercer momento, se puede ubicar en 1888, con la iniciación ininterrumpida de la dictadura porfirista, y el establecimiento y funcionamiento de la Escuela Correccional de Artes y Oficios, en Mérida en la ciudadela de San Benito, y en el caso de Valladolid, en el local ubicado en la calle 39 x 40 hasta el año de 1915; dicha forma de educación, tuvo como objetivo principal la reorganización de las instituciones del Estado, y que comprendió de manera inclusiva la coerción correctiva y la consiguiente adaptación de los menores educándolos al trabajo, en su sentido moral de corrector de costumbres, y como generador de riqueza material.

Lo que significó instruirlos para el aprendizaje de un oficio, mediante la creación de necesidades materiales y proporcionarles una nueva forma de concebir la vida, en el cual la educación lo convertiría en el ser sociable (es decir, formar un buen ciudadano, haciéndolo útil para la sociedad mediante el cumplimiento de la pena determinada y la enseñanza de un oficio), respetuoso de las normas establecidas y buenas costumbres; en este sentido, establecer asociaciones educativas que prepararan de manera técnica a los artesanos, como fuerza de trabajo fabril (obrero).

La ley a este respecto, es ante todo un mecanismo de control social, dado que procura garantizar la reproducción de la sociedad a través del juego de inclusión y exclusión de fenómenos y situaciones, hechos, demandas y disputas, durante el proceso de mediación entre los ciudadanos y las instituciones autorizadas a hacer valer derechos, exigir el cumplimiento de normas, imponer sanciones a través del último, pero como se sabe, muchas veces muy pronto, se recurre a la violencia sobre los cuerpos (Krotz, 1997). Es cierto, que estos procesos y cambios no fueron súbitos, y que durante décadas las costumbres, valores y lenguajes del antiguo régimen convivieron con los nuevos.

La utilidad y pertinencia de la anterior división temporal, radica en el hecho de que permite apreciar con mayor precisión, los diversos aspectos que determinaron los procesos de reorganización y transformación de las formas de vida de los artesanos, esto es, en función a los propósitos del proyecto de modernización y a las diversas reglamentaciones emanadas del mismo.

Es de mencionar que el objetivo de la investigación no es el estudio del surgimiento de las organizaciones artesanales desde el punto de vista laboral, sino que se ha tomado como referencia temporal esta, porque constituye un período en el que las leyes e implementaciones reglamentarias en materia educativa artesanal emitidas durante la misma, permiten identificarla como punto de partida, de un proceso de transformación de las formas de organización de vida de los artesanos

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivos Específicos

- Analizar las formas y condiciones que adquirió el proceso educativo del artesano en Valladolid, durante el período de 1884-1915, sea libre o perteneciente a alguna asociación artesanal.
- Sintetizar la estructura académica de la Escuela de Artes y Oficios de Valladolid, así como su fundación, autoridades y tiempo de funcionamiento.
- Determinar los factores a que obedece el proceso de modernización y transformación de las formas de vida del artesano.
- Explicar el proceso educativo y laboral, que comprendió la formación del artesano.

II. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación de la Escuela de Artes y Oficios de Valladolid, estuvo basado principalmente en la consulta, recopilación y análisis de la información de notas históricas de fuentes directas, hemerografía, leyes, decretos e investigación sobre fuentes directas obtenidas en los diferentes archivos en la ciudad de Mérida, como la Biblioteca Yucatanense, el AGEY, la Biblioteca Carlos R Menéndez; esto es, para conocer la realidad educativa de la formación académica del artesano de manera objetiva, se contrastaron con las diferentes fuentes bibliográficas que hablaban acerca de este y se analizaron los documentos, a la vez que se contrastaron con la historia de las mentalidades colectivas. De ahí se partió para elaborar el planteamiento del problema, que consistió en una delimitación del tema elegido fraccionando la realidad para poder estudiarla.

Se hizo una formulación del problema en términos concretos y en forma sencilla mediante la estructuración de los objetivos. En dicho planteamiento se redujo el problema a sus aspectos y relaciones fundamentales a fin de iniciar su estudio intensivo, fundamentarlo, aplicar las herramientas metodológicas mencionadas y analizar los resultados; esto implicó recopilar y analizar datos recopilados en la investigación y análisis de los documentos directos, la aplicación de las fuentes estudiadas para contrastarla con la realidad con lo recopilado en la historia de las mentalidades colectivas, para comprender conceptos, opiniones o experiencias, así como datos sobre experiencias vividas, emociones o comportamientos, con los significados que las personas les atribuyen. Por esta razón, los resultados se expresan en palabras.

Respecto de la historia oral o historia de las mentalidades fue un procedimiento válido de investigación y de las formas de historiografía usadas para la presente investigación, en este sentido constituyeron los indicios que posteriormente y en la visión de poder u oficial tomaron la forma de documentos escritos, a la vez que constituyeron artefactos y recuerdos de personas vivas. El análisis de las memorias y recuerdos, con la contrastación con los documentos historiográficos fue con el fin de acercarse de manera más objetiva a la realidad y disminuir en lo posible las vaguedades, debilidades e inclinaciones a la supuesta aplicación de las políticas educativas consideradas en su momento como las más idóneas y adecuadas a la realidad; en este último punto es frecuente la consideración de la historia como un todo, que con frecuencia es distorsionada, subjetiva y vista a través del supuesto cristal pertinente de lo realizado. De ahí la importancia del contraste de los documentos directos con la mentalidad colectiva, para tener un juicio real que elimine las facetas e inconsistencias, es decir la historia de quienes no aparecen en los documentos como sujetos que son capaces de hablar articuladamente, pero que en su momento fueron parte de ella.

III. RESULTADOS

Con el establecimiento de las bases para el funcionamiento de la Junta de Fomento de Artesanos en 1824, se crearon las primeras Escuelas de Artes y Oficios en el territorio nacional, mismas que adquirieron su apoyo, propagación y establecimiento a iniciativa de Lucas Alamán.

En el caso de Yucatán esta se estableció en el local del Instituto Literario a iniciativa de la Sociedad de Socorros Mutuos Jesús María, el 2 de Junio de 1847, En tanto que la Escuela de Artes y Oficios de Valladolid, fue inaugurada por el jefe político Carlos I. Tapia, el 25 de enero de 1884, destinando dinero para su subvención de pago de renta, director y maestros; la escuela se ubicaba en la calle 39 x 40, y se consideraba esta como refugio contra la ociosidad, así como la seguridad de obtener un trabajo mediante la formación académica que esta ofrecía. Tenía como maestros a Antonio Barreiro, Ladislao R. Osorio, Porfirio Rosado y Ladislao Magaña para talleres de carpintería, sastrería, platería y herrería respectivamente; como director y secretario de la escuela se nombró a Roberto Sosa y Benigno Osorno.

Aunque para el caso de los menores que delinquían en esta cabecera, estos comenzaron a ser reclusos en la Escuela Correccional de Artes y Oficios de Mérida, a partir de 1888, fecha en que se funde la Escuela de Artes y Oficios con la Escuela Correccional de Artes y Oficios, la cual a partir de ese mismo año de su inauguración, comenzó a recibir a jóvenes que incurrieran en conductas inadecuadas o delitos, con el fin de enseñarles un oficio en alguno de sus cuatro talleres con que contaba; dicha escuela, se ubicaba en el barrio de la Candelaria, específicamente en el estelar de la Aurora (Tapia, Carlos, 1884); esta tenía como finalidad que durante 3 años, los jóvenes se capacitaran en los oficios principales de la época; cabe mencionar que en estos centros de educación prevalecía el estudio de las ciencias exactas y naturales, sobre cualquier otra disciplina.

Las escuelas de artes y oficios pretendían convertirse en una alternativa viable para que los sectores populares accedieran al conocimiento de una actividad productiva. El trasfondo del establecimiento de dichas escuelas, era reemplazar la enseñanza informal de los oficios que se otorgaba en los talleres artesanales, aprendizaje que seguía considerándose defectuoso e incompleto como en antaño; a la vez que se buscaba sistematizar y formalizar la instrucción artesanal puesto que, en estas escuelas, se enseñaría a los jóvenes la instrucción de las primeras letras, aprendizaje que no se recibía en el taller del maestro artesano.

A pesar de dichas medidas, los artesanos continuaron operando su actividad productiva y mercantil mediante las diversas juntas directivas y subdirectivas de las diversas asociaciones de fomento. El pertenecer a las filas del artesanado, entonces, continuó siendo una alternativa laboral y social a pesar de que el decaimiento de la misma actividad, la situación económica y política del estado, habían conllevado a la actividad artesanal de trabajo calificado a constituirse en una labor semicualificada. Por lo que todavía era viable, entre los grupos sociales con menores posibilidades incorporarse al sector artesanal para obtener un empleo con un salario jornal para sobrevivir.

En el caso de Valladolid, estas asociaciones de fomento artesanal se agruparon alrededor de los gremios dentro de los cuales se constituyeron juntas directivas y subdirectivas; como el caso del gremio de zapateros, que se constituyó a partir de las festividades en las noches de octubre en honor al Santísimo Sacramento, las cuales surgen como muestras de acción de gracias de las peticiones de los fieles, en agradecimiento a que sus plegarias devotas y escuchadas habían permitido que cesara la epidemia de lepra que diezmo a la población en 1875. Dicho gremio que fue el primero que se organizó en esta ciudad, se constituye en 1878, y a este le siguieron los herreros y abastecedores y otros.

Las festividades comenzaban el 6 o 7 de octubre y concluían el 1 de noviembre, con el gremio de niños que eran los últimos en entrar a la iglesia de San Servacio. Dado que a los festejos comenzaron a venir peregrinos de comunidades vecinas, a quienes se les dificultaba regresar a sus hogares por las noches (muchos se quedaban a dormir en el atrio de la iglesia), es como comienzan a celebrarse las noches de octubre, que se iluminaban con antorchas.

Para los promotores de este tipo de educación (sociedades de fomento), las escuelas de artes y oficios eran necesarias porque en ellas se podía procurar por medio de un régimen moralizante, cambiar las tristes condiciones de estos seres infelices carentes de trabajo (Lavalle, 1871). Y en este sentido se puede mencionar que continuaban prevaleciendo algunas ideas ilustradas que planteaban que la educación para los artesanos debería ser técnica y moral (Peña Flores, 2003).

Los maestros artesanos consideraron que estas escuelas representaban la posibilidad de mejorar sus ingresos, empleándose en la enseñanza formal de sus oficios, lo que significó para algunos de ellos, la alternativa para preservar su categoría y mantener el reconocimiento social como sector que poseía el conocimiento productivo, técnico y artístico. Por ello estaban dispuestos a llevar a cabo la tarea de enseñar los oficios y su calidad moral a los jóvenes que así lo requirieran.

De esta manera, el conocimiento sobre las artes, sólo habría costado el trabajo de imitarlas, e instruir a los aprendices, al tiempo de su enseñanza, en principios comunes religiosos y del orden público. A raíz del establecimiento de la Escuela de Artes y Oficios de Valladolid en 1884, dicha escuela adquirió un status propio, y se fueron propagando y estableciendo instituciones similares en partidos circunvecinos a esta población e incluso en todo el Estado. La gran expectativa en el éxito educativo de la Compañía Lancasteriana permitió que se presentaran proyectos de enseñanza mutua, en donde la instrucción elemental estaría separada de la capacitación laboral propia de las artes y oficios.

Esta pasaría a formar parte de las segundas letras y comprendería la enseñanza de dibujo lineal y las matemáticas, que se aplicarían en la instrucción de algunos oficios; también se impartirían Historia, Geografía, Mitología y Latinidad. De esta forma, los jóvenes, que eran recibidos en las escuelas-taller tenían que presentar sus avances adquiridos sobre todo en cuanto a leer y escribir.

Las escuelas de artes y oficios fueron alentadas por las sociedades de fomento artesanal, pues estas creían que, en un sistema de trabajo que abarcaba la agricultura, las artes de mano y que incluían las artes industriales, era necesario la inclusión en la misma de la enseñanza primaria. El documento que regía las actividades de las escuelas de artes y oficios en el estado era el Reglamento de Talleres de Artes y Oficios de la Capital de Yucatán, publicado en 1851, por lo que la junta subdirectiva de Valladolid, dependiente de la Sociedad de Socorros Mutuos Jesús María, que había establecido la Escuela de Artes y Oficios en esta comunidad, se hizo cargo de los talleres ubicados en la Escuela Correccional de Artes y Oficios, a fin de impartir los conocimientos teórico-prácticos de las artes industriales a los alumnos internos y externos.

La enseñanza de las artes se vislumbraba como una nueva alternativa para los jóvenes vallisoletanos, con respecto a las profesiones literarias y humanísticas que predominaban desde finales del siglo XVIII. Sin embargo, fue una formación para el trabajo a la que pocos aspirantes podían acceder. Es claro que había grandes expectativas en la educación en general y en la formación de los hombres productivos, pero, al mismo tiempo, es evidente que había aún un largo trecho que recorrer e innumerables obstáculos que vencer para que los trabajadores de los oficios se formaran dentro de las escuelas establecidas y auspiciadas por las autoridades. En cuanto a las asignaturas prácticas de la escuela de artes y oficios, estas se impartían en los talleres de la propia escuela, y en los talleres particulares de maestros artesanos acreditados, por contrato para que en ellos sean admitidos un número de aprendices a su designación.

Dicho reglamento de las escuelas de artes y oficios, establecía que los maestros artesanos encargados de impartir la enseñanza debían tener una representación a través de la Junta de Fomento de Artesanos, para gestionar directamente sus intereses ante el gobierno del Estado. Dicha junta de fomento en el caso de los artesanos tenía su representación principal en la junta de directiva de Mérida, la cual estaba constituida en su mayoría por miembros de la Sociedad de Socorros Mutuos Jesús María, y con enlace directo con las juntas subdirectivas constituidas en los diferentes partidos que integraban el Yucatán decimonónico, siendo para este caso que maestros mayores expertos en las actividades artesanales los que representaban cada una de estas en cada una de las juntas, a la vez que tenían a su cargo el buen desarrollo y la práctica de estas, puesto que debían de rendir un informe de tiempo en tiempo sobre el estado de las mismas.

VI. CONCLUSIONES

Con la Ley de Instrucción Rudimentaria publicada en 1911 se crearon las escuelas elementales en todo el territorio nacional, ubicadas estas en enclaves rurales con el fin de castellanizar a los analfabetos de las minorías nacionales (Nahmad, 1982). Como consecuencia de esta ley en Yucatán el 28 de mayo de 1915 se crea la escuela rural (Alvarado, 1915), y al mismo tiempo dicha ley provoca el cierre de las Escuelas de Artes y Oficios.

En el caso de Valladolid, al cerrarse la Escuela Correccional de Artes y Oficios, los menores que cometían delitos fueron confinados a las celdas habilitadas como tales en la parte posterior del estelar de la Aurora, hasta que la fundación del Tribunal Tutelar de Menores Infractores en la ciudad de Mérida, dispuso que estos fueran trasladados para la expiación y vindicación de su culpa a los terrenos de la exhacienda Petcanche.

La historia de la educación artesanal permite analizar las diversas etapas por las que el proceso enseñanza aprendizaje ha pasado en su lucha por la adquisición de la propia identidad regional a través del proceso educativo, a fin de hacer un sujeto útil, reflexivo y crítico. La educación en sus diversas épocas ha sido el elemento o vehículo de superación social a fin de hacer menos repercutente el atraso y el subdesarrollo; y en este sentido refleja una realidad de contraposición como servicio social, tanto en lo individual como en lo colectivo. Es una realidad contradictoria entre el ideal educativo y un desarrollo determinado de intereses económicos locales, nacionales e internacionales que han modelado con su influencia el panorama actual ajustable del sistema educativo nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaro Peñaflores, René. (2003). *Entre la Tradición y la Novedad. La Educación y la Formación de Hombres Nuevos en: Zacatecas en el Siglo XIX.*
- Bracho, Julio. (1990). *De los Gremios al Sindicalismo (Genealogía Corporativa).* México. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
- Braudel, Fernand (1999). *La Historia y la Ciencias Sociales.* Madrid, España; Ed. Alianza Editorial.
- García Pacheco, Rubén Ariel. (2004). *Los Artesanos y el Pensamiento Social de los Católicos en Yucatán (1847-1914).* Mérida, Yuc; Tesis de Licenciatura de FCAUADY.
- Hart, John M. (1974). *Los Anarquistas Mexicanos (1860-1900).* México, SEP.
- Krotz, Esteban. (1997). *Aspectos de la cultura jurídica en Yucatán, Mérida Yuc; Ed. UADY.*
- Lavalle, Pedro. (1871). *Revista de la Exposición de los Productos de las Artes y de la Industria de Yucatán. (Memoria Presentada ante el Congreso), 5 de mayo de 1871, CAIHY, Caja 1862-1871, Mérida, Yuc, Imprenta de Mariano Guzmán.*
- Nahmad S, Salomón. (1982). "Cronología de la Acción Oficial Indigenista". En: *Educación (Revista del consejo Nacional Técnico de la Educación- Cultura Nacional, Culturas Nativas y Educación).* Vol. III. 4ª época. N.º 39. Enero- Marzo. México, DF; Ed. Consejo Nacional Técnico de la Educación.
- Tapia, Carlos. (1884). *La Revista de Mérida. Año XV, Núm. 608, 26 de Enero de 1884, p. 2, B. C. R.M.*

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DEL MANTO FREÁTICO EN VALLADOLID Y SUS REPERCUSIONES

¹Dr. Rubén Ariel García Pacheco, ariel.tunku@yahoo.com.mx

²Dr. Jesús Antonio Santos Tejero, jesús.st@valladolid.tecnm.

³Ing. Jesús Eduardo García González, jesusbjackets03@gmail.com

⁴Br. Lucero Nathaly Pool Aguilar, lucero.pool@normaljuandediosrh.com

⁵Br. Lucy Guadalupe Peraza Chi, lucy.peraza@normaljuandediosrh.com

⁶Br. Alondra Yamilet Ruz Jiménez, alondra.ruz@normaljuandediosrh.com

RESUMEN

A menudo la idea de desarrollo sustentable se confunde y se reduce su aplicación práctica en la administración pública con crecimiento; por lo que es lógico constatar las disparidades en permisión de los asentamientos poblacionales y lo que es más en las obras públicas; las cuales se realizan sin una falta de idea y concientización del impacto en la construcción de las mismas, pareciera que éstas son construidas para beneficiar al empresario encargado de realizar la construcción de las mismas, desde luego, claro está con su respectiva ganancia para el político o funcionario que las autoriza. Permitiéndole en todo momento, el emprendimiento de estas con un sentido íntimo en cuanto a la calidad de los materiales, y lo que es más sin la consideración de las repercusiones de lo que estas pueden acarrear a la larga a la población en general, dada la falta de realización de obras de calidad y de consideración de las afecciones por el establecimiento de estas a los ecosistemas en general y al manto freático en particular.

En México y de manera específica en Yucatán, es muy común ver y escuchar noticias de funcionarios y políticos que se vanaglorian por la construcción de obras y fraccionamientos que benefician a la clase media y pobre, por lo que, constantemente, vemos en el periódico o las noticias, la foto o el reportaje del encumbrado político del momento con la banderita y algunas veces con alguna herramienta de construcción simulando labores de albañil o trabajador; con el fin de dar a conocer lo preocupado de sus políticas por la mejoría de vida del desposeído.

ABSTRACT

Often the idea of sustainable development is confused and its practical application in public administration with growth is reduced; so it is logical to verify the disparities in permission of population settlements and what is more in public works; which are carried out without a lack of idea and awareness of the impact in the construction of the same, it seems that these are built to benefit the businessman in charge of carrying out the construction of these, of course, of course, with their respective mochada for the politician or authorizing officer. Allowing at all times, the undertaking of these with a negligible sense in terms of the quality of the materials, and what is more without considering the repercussions of what they can cause in the long run to the population in general, given the lack of carrying out quality works and consideration of the effects caused by their establishment to ecosystems in general and to the groundwater table in particular.

In Mexico and specifically in Yucatan, it is very common to see and hear news from officials and politicians who boast about the construction of works and subdivisions that benefit the poor and middle class, for which we constantly see in the newspaper or the news, the photo or the report of the high-ranking politician of the moment with the flag and sometimes with some construction tool simulating the work of a bricklayer or worker; in order to make known how concerned his policies are for improving the lives of the dispossessed.

PALABRAS CLAVE

Contaminación
Desarrollo sustentable
Manto freático

KEY WORDS

Pollution
sustainable
Development
Water table

1, Escuela Normal Juan de Dios Rodríguez Heredia/docente

2, TECNAM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/docente

3, Comercializadora Porcicola Mexicana/Asesor

4,5,6, Escuela Normal Juan de Dios Rodríguez Heredia/estudiante



I. INTRODUCCIÓN

Las disparidades espaciales en el desarrollo económico y social se mantienen y profundizan por la ausencia de una política de desarrollo regional sustentable, es decir, de una estrategia integral orientada a corregir las hondas asimetrías espaciales que propicia la falta de planeación adecuada de los proyectos u obras de construcción, de estudios realizados a manera de preimplementación para determinar y valorar la factibilidad de las repercusiones de su realización, sobre todo en lo referente a los daños a los ecosistemas y al manto freático en particular, y a propiciar la convergencia de la población hacia niveles satisfactorios de vida, de ingreso y bienestar.

En México en general, y de manera particular en Valladolid, Yucatán, es muy común la construcción de fosas sépticas, sobre todo en zonas urbanas y conurbanas; aunque muchas de ellas adolecen de una edificación adecuada, esto es considerando las afectaciones que las filtraciones que estas en la mayoría de las veces, provocan en el manto freático, dado que las constructoras o sus constructores particulares no respetan los lineamientos adecuados de diseño, por lo que en las más de las veces, provocan contaminación de las torcas o dolinas e incluso en la superficie terrestre.

En diferentes fuentes encontramos en la mayoría de las veces artículos o noticias que hablan de las afecciones que el manto freático evidencia como producto de la construcción de dichas obras, aunque hasta ahora no se ven acciones o proyectos que propongan la consciencia en la autorización de su realización, y lo que es más el saneamiento de los mantos contaminados. En Tulum, el caudal de las aguas negras en hoteles y restaurantes ha rebasado por mucho la capacidad de las fosas sépticas que fueron inicialmente construidas, causando que el efluente sea dispuesto casi sin ser procesado en el ambiente (Ecoportal, 2010).

En Yucatán, las fosas sépticas suelen descargar sus efluentes en pozos sin piso o paredes, y de absorción cuya profundidad está muy cerca al manto freático, causando su infiltración al acuífero sin el adecuado tratamiento (Felles-Patrón y Hoogesteijn, 2008).

Es por ello, que el presente trabajo, Estudio de la Contaminación del Manto Freático en Valladolid, plantea la necesidad de considerar el desarrollo regional sustentable como la premisa primordial para el diseño de las políticas y la administración pública, de tal manera que este sea visto como instrumento de consciencia en la propuesta de construcción de las obras públicas, fraccionamientos y edificaciones, sobre todo en lo respectivo de las repercusiones que estas pueden tener en la contaminación del subsuelo; ello implica, realizar reflexiones acerca de la forma de concebir el desarrollo urbano sustentado en el principio de la dimensión espacial, los asentamientos poblacionales y la protección del ambiente, por lo que, el trabajo se anuda con la perspectiva endógena de considerar los recursos con los que se cuenta para articularlos a la modernización y mejores formas de vida, sin perder la originalidad de la cultura, *modus vivendi*, producción y su articulación con las dimensiones regional, nacional e internacional (Morales Barragan, 2003).

Con base en una perspectiva de investigación que se sostiene desde la descripción comprensiva, analítica y densa (Geertz, 1997), este trabajo se anuda, construyendo una trama, de los procesos y las políticas públicas que no consideran el desarrollo sustentable como marco de equidad en las mejorías de las condiciones de vida. A nivel epistemológico el trabajo utiliza recursos metodológicos que se analizan desde la perspectiva de la Antropología social, el Interaccionismo Simbólico, la Etnografía (Bertely, 2007).

II. JUSTIFICACIÓN

Construir políticas públicas desde el punto de vista del desarrollo regional, es establecer mecanismos que propicien la articulación de las capacidades locales que posee el territorio con la modernidad que presentan otras áreas en el contexto regional y nacional. Como sostienen fuentes, a pesar de las grandes diferencias que existen entre los procesos regionales de reestructuración económica que se registran en el mundo, actualmente se construye un consenso sobre algunos principios cuyo objetivo es orientar la política de desarrollo regional, entre ellos: el enfoque territorial, la orientación endógena y la articulación de las dimensiones internacional, nacional y regional (Morales, 1998).

En este sentido, el enfoque territorial constituye uno de los rasgos más sobresalientes de las experiencias contemporáneas de desarrollo regional. Éste se basa en una concepción distinta del territorio, el cual ha dejado de ser visto como un depósito de recursos genéricos disponibles para su uso. En la actualidad el territorio se concibe como un ámbito de construcción de recursos que se estructura mediante las relaciones que se establecen entre los seres humanos y de éstos con su entorno (Ibid.).

Como sostienen algunas fuentes, cierto es, que las fosas o tanques sépticos permiten la eliminación de sólidos y el tratamiento biológico de aguas residuales por procesos anaerobios (CONAGUA, 2015). A este respecto, cuando se suelta la llave del mingitorio o bacín, las aguas negras fluyen a través del canal que las conduce a la fosa y las partículas pesadas se asientan en el fondo, mientras que la espuma (sobre todo aceite y grasa) flota hacia la superficie. Con el tiempo, los sólidos que se asientan en el fondo son degradados anaerobiamente. Sin embargo, la tasa de descomposición es menor que la tasa de acumulación, por lo que el lodo y la espuma que se acumulan deben eliminarse periódicamente (Tilley et al., 2018).

Cuando las fosas sépticas están diseñadas adecuadamente o se les da mantenimiento constante, es muy lógico que la eliminación de desechos ocurra en 50% de sólidos, 30% a 40% de desechos biodegradables y una reducción logarítmica de 1 de la entamoeba coli, aunque la eficiencia varía mucho dependiendo de la operación y mantenimiento, así como de las condiciones climáticas (Ibid.). Cuando el nivel freático lo permite, la fosa séptica proporciona un tratamiento primario que acondiciona las aguas residuales para que puedan infiltrarse al subsuelo mediante un pozo de absorción o lecho de infiltración que en las más de las veces carece de un piso sólido y en algunas construcciones de paredes, por lo que no protegen el manto freático, dado que no afectan su capacidad de absorción por este (Conagua 2015; Tilley et al. 2018). Estos desechos si se posee la infraestructura o su construcción a través de la consideración de no afectación del manto freático, los desechos pueden ser transportados a otra tecnología de tratamiento a través de un alcantarillado libre de sólidos, aunque en México y específicamente en todo Yucatán, y en Valladolid esta situación es poco común, ya que las fosas suelen usarse como una supuesta opción de saneamiento in situ, en los lugares en donde no existe drenaje. Por lo que, al proponer e implementar las políticas públicas a un contexto, requieren considerar las características y recursos con los que cuenta ese territorio, así como las implicaciones que estas pueden tener en el medio ambiente; esto es, para corresponsabilizar estas, de tal manera que la propuesta de implementación de las mismas se circunscriba en lo social y ambiental para adecuar estas a las condiciones del mismo.

III.OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivos Específicos

- Analizar las políticas públicas desde el punto de vista de su sustentabilidad y desarrollo.
- Reflexionar qué se entiende por contaminación del manto freático.
- Caracterizar las zonas o construcciones con un alto nivel de contaminación en el manto freático.
- Determinar las repercusiones de la contaminación del manto freático de Valladolid y de Yucatán en general.

VI.METODOLOGÍA

Recabar la información en lo concerniente al diseño de investigación del proyecto “Estudio de la Contaminación del Manto Freático en Valladolid”; comprendió en primer lugar el análisis de las construcciones de dicho enclave poblacional, la orientación de las mismas, así como la forma como éstas fueron diseñadas, la infraestructura de la que dispusieron para la vertida de los desechos y el material utilizado para dicho fin. Para ello, se requirió la confección de un croquis de los asentamientos poblacionales y propiedades desde los cuatro puntos cardinales, esto es aplicando entrevistas en cada una de dichos enclaves y reajustando los trazos del croquis hacia una reestructuración lo más cercana a la realidad, de la misma manera se procedió a la consulta de los reglamentos de la regiduría y ramo de obras públicas del cabildo, para contrastar con los datos o cifras proporcionados por el INEGI y las fuentes hemerográficas y bibliográficas relativas al desarrollo regional sustentable, así la consulta, recopilación y análisis de la información de investigaciones de fuentes directas obtenidas en los diferentes archivos del cabildo de Valladolid.

Esto es, para conocer la realidad de manera más objetiva a través del análisis de los documentos, el contraste con las entrevistas y la historia de las mentalidades colectivas. De ahí se partió para elaborar el planteamiento del problema, que consistió en una delimitación del tema elegido fraccionando la realidad para poder estudiarla. Se hizo una formulación del problema en términos concretos y en forma sencilla mediante la estructuración de los objetivos.

En dicho planteamiento se redujo el problema a sus aspectos y relaciones fundamentales a fin de iniciar su estudio intensivo, fundamentarlo, aplicar las herramientas metodológicas mencionadas y analizar los resultados; esto implicó reunir y analizar datos recopilados en la investigación, análisis y contraste con los documentos, la aplicación de las fuentes estudiadas para cotejarlas con la realidad con lo recopilado en la historia de las mentalidades colectivas, para comprender conceptos, opiniones o experiencias, así como datos sobre experiencias vividas, emociones o comportamientos, con los significados que las personas les atribuyen. Por esta razón, los resultados se expresan en cifras y en palabras.

Respecto de la historia oral o historia de las mentalidades fue un procedimiento válido de investigación y de las formas de historiografía usadas para la presente investigación, en este sentido constituyeron los indicios que posteriormente y en la visión de poder u oficial tomaron la forma de documentos escritos, a la vez que constituyeron artefactos y recuerdos de personas vivas. Como memorias y recuerdos, la contrastación con los documentos fue con el fin de acercarse de manera más objetiva a la realidad y disminuir en lo posible las vaguedades, debilidades e inclinaciones a la supuesta aplicación de las políticas, administración pública y el supuesto desarrollo traducido a crecimiento, pues solo benefició a las constructoras, latifundistas, terratenientes y capitalistas; en este último punto es frecuente la consideración de la historia como un todo, que con frecuencia es distorsionada, subjetiva y vista a través supuesto del cristal pertinente de lo realizado. De ahí la importancia del contraste de los documentos directos con la mentalidad colectiva, para tener un juicio real que elimine las facetas e inconsistencias, es decir, la historia de quienes no aparecen en los documentos como sujetos que son capaces de hablar articuladamente, pero que en su momento fueron parte de ella.

V. RESULTADOS

Respecto de las casas antiguas construidas en Valladolid, algunas poseen fosas sépticas con paredes y pisos, pero la gran mayoría no lo tiene, y lo que es más el pozo de las mismas que en las más de las veces proviene de un aljibe o noria vierte sus desechos en la misma, en esta situación se encuentran muchas casas del centro de la comunidad incluyendo en estas, las 8 áreas de circunvalación o barrios, los cuales se encuentran situados alrededor de la zona en donde se ubica la plaza central y el parque principal, enmarcados por el cabildo y la iglesia de San Servacio, alrededor del cual se ubica la denominada zona centro; esta abarca el barrio de Santa Ana, al sur el barrio de San Juan, al norte el de Santa Lucía, y en cuya demarcación se enclava el barrio de la Candelaria, y hacia el poniente por la antigua entrada a la ciudad que cruza el convento de San Bernardino de Siena, con estribaciones a la Calzada de los Frailes y sus áreas circundantes, y por último el barrio de Bacalar. La ampliación de los asentamientos por el aumento poblacional, a la larga provocó el surgimiento de las denominadas colonias, y la construcción de fraccionamientos en zonas periféricas otrora denominadas como el fundo legal.

Las 21 colonias poseen una estratificación dispuestas de la siguiente forma: al este se ubica la colonia Santa Anna y la colonia Militar; al sur se ubica la colonia San Juan, la colonia Saciabil, la colonia San Antonio y la colonia Aviación; al sureste se encuentra la colonia Oaxaqueña, la colonia San Francisco y la Unidad Habitacional Militar; al suroeste se sitúa la colonia Xlapac, la colonia Sisal y la colonia Cruz Verde; al norte se encuentra la colonia Candelaria, la colonia Santa Lucía; al noreste la colonia Cervera Pacheco, la colonia

Fernando Novelo y la colonia Esmeralda; al noroeste se ubica la colonia Emiliano Zapata y la colonia San Carlos; y al oeste se encuentra la colonia Bacalar. En estas colonias lo único que se solicitó es un permiso de construcción, pero nunca una supervisión de lo que esta implicó, por lo que la mayoría por no decir todas, sus fosas sépticas no tienen piso y algunas ni paredes, aunque algunas tienen pozos estos vierten sus desechos al manto freático. Del total de 24 fraccionamientos, entre estos se encuentran: al este se encuentra el fraccionamiento Santa Cruz; al norte se ubica el fraccionamiento Campestre Pedregal; al noreste se ubican los fraccionamientos de San Isidro 1 y 2, Orquídeas, Ampliación Flor Campestre, Campestre Sección Girasoles, Flor Campestre, Las Palmas, Lolbe, Jardines de Oriente y el Maximiliano R. Bonilla; al noroeste se encuentran los fraccionamientos de Santa Bárbara (de nueva creación e incompleto de acuerdo a los planes de construcción), Vista Alegre, Flamboyanes 1 y 2, Xcorazón, Cupules, Residencial Valladolid, Puesta del Sol y el Fraccionamiento Colonos-Zací; hacia el sur se encuentra el fraccionamiento Saciabil; y en dirección sureste se construyó en épocas recientes el fraccionamiento Residencial Montebello (situado enfrente de CONALEP) y el fraccionamiento Santa Lucía (que se encuentra en construcción en el antiguo camino a Yalcón), hacia el suroeste no hay fraccionamientos construibles y los asentamientos poblacionales que son pocos presentan las ínfimas condiciones de vida, carentes de servicio, y muchas de los habitantes de esta zona viven de la basura y el reciclaje de materiales (péptidos, aluminio, etc.), es el caso específico de la colonia Chunhuas, que pertenece a la denominación propia de colonias o asentamientos perdidos o cinturones de miseria.

A este respecto y de acuerdo a lo observado, la mayoría de los primeros fraccionamientos en ser construidos, tienen fosas algunas con paredes y pisos, pero esta, se encuentra conectada a un pozo sin piso cuyas aguas residuales se vierten al manto freático. Aunque hay características específicas en la construcción, que distinguen a los primeros fraccionamientos de los últimos, estos construidos desde hace quince años aproximadamente, como el caso San Isidro 1 y 2, los cuales carecen de fosa séptica y en su lugar se encuentra un tinaco de rotoplas (a la manera de recipiente de desechos), al cual se encuentra instalado un pulverizador de excrementos con filtros para separar el excremento y desazolvar el mismo a través de conductos que vierte en el manto freático; a este respecto dicho reglamento establece que las aguas pluviales que escurren por los techos y terrazas deberán drenarse dentro de cada predio, evitando cualquier salida a la vía pública: del mismo modo, agrega que dichos edificios para habitación, deberán contar con instalaciones para desalojar las aguas negras de acuerdo a las disposiciones que fija el capítulo LXXXI que habla sobre la Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales (Ortegon, 2008).

A este respecto habría que mencionar que los pisos o construcciones sobre bases de terraplén al recibir el agua de las

precipitaciones pluviales y el arrastre de los desechos como producto de las mismas, van deslavando la cimentación y haciéndolo cada vez más frágil; por lo que, de acuerdo al mismo reglamento en su artículo 309, la construcción de dichos fraccionamientos no tomó en cuenta el problema del flujo natural por el escurrimiento del agua (Ibid.).

En dicho capítulo el reglamento establece que el sistema de recolección de aguas residuales se hará mediante ductos cerrados, con sección transversal y pendientes adecuadas, para dar salida a toda clase de aguas servidas los cuales reciben el nombre de albañales y ramales de acuerdo a su importancia. Respecto a la construcción de las fosas sépticas, dicho reglamento señala que, los albañales se construirán bajo los pisos de los patios o pasillos de los edificios (Ibid.), de la misma manera agrega que, antes de proceder a la colocación de los tubos de albañal se consolidará el fondo de la excavación, instalando estos albañales con la protección necesaria contra posibles filtraciones, y que, para facilitar la limpieza de los albañales, los registros llevarán una cubierta que a la vez pueden removerse con facilidad; al igual los albañales estarán provistos de un tubo de ventilación para dar salida a los gases de metano procedentes de albañales, dicho tubo será de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto-cemento o de plástico rígido, cuyo diámetro será de cuatro pulgadas de ancho y de dos metros mínimo de alto respecto de la azotea a fin de que elimine los malos olores.

Las fosas sépticas deben estar compuestas de por lo menos, dos cámaras conectadas en serie con un largo ancho de 3 mts. y un largo equivalente a las dos terceras partes del largo total de la fosa; la cual deberá ser cubierta, construida y revestida con material impermeable, calculándose su capacidad a razón de doscientos cincuenta litros por persona por día (Ibid.).

La fosa estará provista de un registro en cada cámara para facilitar su inspección y limpieza. Al igual, se podrá descargar a la fosa séptica las aguas residuales con materia orgánica provenientes de lavabos, baños y toda clase de residuos líquidos domésticos. Del mismo modo, menciona dicho reglamento que, la disposición final del afluente de la fosa séptica se efectuará por infiltración en zanjas, campos de irrigación superficial y pozos de absorción, siempre y cuando estos medios estén por lo menos a 2 mts, por encima del nivel freático del acuífero subterráneo (Ibid.). Sin embargo, a este respecto habría que decir que las filtraciones constantes de aguas residuales van creando depósitos en el subsuelo que a la larga forman parte de las corrientes subterráneas también denominadas torcas, dolinas o cenotes. Y que, en este sentido, habría que mencionar que hay un 70 % de los cenotes registrados en Yucatán (1800) que están infestados de bacterias provenientes de letrinas, actividades porcícolas, fosas sépticas y pesticidas (Grosjean, 2012). A este respecto, se puede decir que, vivimos sobre una gran letrina (Batleori, 2013) pues en el caso de los 24 fraccionamientos de la ciudad de Valladolid, y de acuer-

do al censo del INEGI de 2010, que hay un total de 4325 viviendas particulares de las cuales 2906 están vertiendo sus aguas residuales en el manto freático (Op, Cit.), esto es, sin contar los fraccionamientos de San Isidro 1 y 2, Residencial Montebello y Santa Lucía que al año de haberse levantado el censo aún estaban en proyectos de construcción. Aunado a esto, habría que agregar que muchas de las casas ubicadas en el centro y en otras zonas aledañas a la misma, y que pertenecen a épocas anteriores a la construcción de los fraccionamientos; mismas que en los tiempos en que hicieron sus baños, utilizaron como sitios de desagüe los antiguos pozos que suministraban agua para el consumo de la población, esto es, antes de la entrada del agua potable a Valladolid en la década de los sesentas. Vale la pena mencionar que, la mayoría de los fraccionamientos fueron construidos por la empresa COCOMA a cargo del Ing. Pedro Cabrera; misma empresa que construyó Francisco de Montejo con más de sesenta mil casas y ciudad caucel con más de doscientos mil.

Cabría mencionar que, cualquier tipo de fraccionamiento que se desea construir por parte de la constructora en turno y de acuerdo al reglamento de desarrollo urbano en su artículos 361, 362 y 364, que el fraccionador debe depositar al ayuntamiento una fianza equivalente al 10 % del costo del fraccionamiento, así como queda a cargo del mismo las obras de infraestructura: como jardinería, arbolado, hidrantes, mobiliario urbano; y a ceder a título de donación al municipio las superficies que se destinarán exclusivamente para parques, equipamiento urbano mercados, escuelas, delegación de policía, iglesias, áreas de esparcimiento y recreación.

VI. CONCLUSIONES

En este mismo orden de cosas habría que mencionar que el reglamento en su artículo 366, añade que es facultad del ayuntamiento el aceptar la propuesta del fraccionador de localizar terrenos que deberán ser donados para los proyectos de obras en construcción de sitios habitacionales (Ortegón, 2008). En este sentido el reglamento nunca menciona que se hace con el dinero, si se devuelve, ni tampoco habla de la supervisión de obras de los fraccionadores y en apoyo de los mismos, en su artículo 370 señala que, una vez concluidas las obras y contado con un mínimo del 70 por ciento de la ocupación de las viviendas, el fraccionador puede solicitar por escrito la recepción del fraccionamiento, por lo que es muy lógico ver terrenos baldíos en los diferentes fraccionamientos que están destinados a las obras de recreación, esparcimiento, etc., mismos que en las más de las veces no se construyen (Ibid.). Ciertamente es que, el reglamento habla de una cancelación de la fianza depositada, pero no dice que ocurre cuando los compromisos contraídos por la constructora no se cumplen al 100 %, o si en su defecto protege proyectos de obras inconclusas o pasa a enriquecer más de lo que ya está a algún funcionario público, porque algo se hace evidente al respecto

de esta afirmación, que la capa social que lleva formas de vida de lujo en nuestro país, estado y municipio son los que han sido y son políticos o funcionarios públicos. Si bien es cierto que dichos marcos jurídicos resultan amplios en materia de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y equilibrio ecológico, este representa limitaciones, traslapes y lagunas importantes, y en su puesta en práctica el gobierno ha sido rebasado por la velocidad y magnitud del poblamiento que generan fuertes impactos en el medio. El abandono de su papel normativo y de control propicia, por una parte, los negocios inmobiliarios especulativos que no asumen los costos de las externalidades que generan, y, por otra parte, permite los asentamientos irregulares, de cuya regularización se obtienen importantes dividendos políticos. El rezago en la construcción de la infraestructura y el equipamiento regional y urbano necesarios para mejorar las condiciones de competitividad en el contexto municipal, estatal y nacional, la visión inmediatista y electorera y la ausencia de un proyecto de desarrollo regional compartido por la sociedad ponen en peligro la confianza depositaria en un gobierno capaz, que mire al desarrollo sustentable.

Los esquemas financieros formales para la vivienda se dirigen a la población solvente y dejan sin atención al 60 % por ciento de la población vallisoletana, que no son sujetas de crédito de acuerdo a los parámetros institucionales establecidos, lo que da como única salida la autogestión de la vivienda en esquemas progresivos, sin apoyo técnico, sin seguridad en la tenencia, ubicada generalmente de manera dispersa en la periferia de la cabecera municipal y alejada de todo tipo de servicios públicos. Por su parte, la estructura sectorial, tradicional en la administración pública mexicana, impide la visión territorial integrada, de manera que cada sector establece sus propias políticas y acciones, invierte sus recursos y toma decisiones de carácter territorial que se contraponen o duplican con las de otros sectores, dando por resultado un municipio desestructurado, ineficiente, costoso y un medio ambiente en deterioro decreciente. La planeación en este contexto resulta un ejercicio inútil que estorba las decisiones políticas e impide el libre juego de intereses particulares.

Remontar esta situación requiere de un esfuerzo sostenido que parta de una sociedad consciente, informada, capacitada, que asuma la defensa de sus derechos y cumpla con sus responsabilidades sociales, y un gobierno que entienda y asuma su función de conducción y coordinación del proceso de desarrollo. En las figuras 1, 2 y 3 se muestran ejemplos de construcción o instalación de fosas sépticas.

Figura 1.
Construcción de sumideros subterráneos.



Fuente: (CASAS EN VALLADOLID, 2019).

Figura 2.
Alternativa de sumideros.



Fuente: (CASAS EN VALLADOLID, 2019)

Figura 3.
Ductos subterráneos de canales de alcantarillas públicas.



Fuente: (Plataforma Noticias, 2020)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batleori Sampedro, Eduardo. (2013). Por Esto, (17 de Junio), Sección Yucatán, Mérida Yucatán
- Bertely Busquets, María. (2007). Conociendo nuestras Escuelas. Un acercamiento etnográfico a la cultura escolar. En: Revista Mexicana de Investigación Educativa (Vol.6 Núm. 12 mayo-agosto, México, DF; Consejo Mexicano de Investigación educativa, A:C
- CASAS EN VALLADOLID. (8 de Octubre de 2019). CASAS EN VALLADOLID. Obtenido de Opciones de drenaje sanitario en Valladolid Yucatán: <https://blog.casasenvalladolid.com/2019/10/08/opciones-de-drenaje-sanitario-en-valladolid-yucatan/>
- Conagua (2015). Saneamiento básico. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS). libro 37. México D.F. (México): Comisión Nacional del Agua (Conagua). URL [Visita: 12.09.2018] https://www.ecoport.net/temasespeciales/contaminacion/fosas_septicas_mas_que_una_solucion_un_problema_medio_ambiental_en_la_llamada_zona_hotelera_de_tulum/ Sección Temas especiales-Contaminación. [Visita: 07.11.2018]
- Febles-Patrón, j. y Hoogesteijn, A. (2008). Análisis del Marco Legal para la Protección del Agua Subterránea en Mérida, Yucatán, México. Ingeniería, vol.12, n°3, pp.71-79. URL [Visita: 07.11.2018] Geertz, Clifford. (2003). La interpretación de las culturas. Barcelona, España; Ed Gedisa
- Grosjean, Abimerhi. (2012). Por Esto (1 de Marzo). Sección Yucatán, Mérida, Yucatán, 2012, Por Esto, (1 de Marzo), Sección Yucatán.
- Morales Barragán, Federico. (2003). Revista Digital Universitaria: El Quehacer Universitario. Desarrollo Regional Sustentable: Una Reflexión Desde las Políticas Públicas. Ed. UNAM Consultado en: revista.unam.mx
- Ortegón López, Wilbert. (2008). Reglamento de Construcción del Municipio de Valladolid (2008). Gaceta Municipal del H. Ayuntamiento de Valladolid (2007-2010) Órgano de Difusión del Municipio de Valladolid (Año. 1- Núm. 8, Agosto) Valladolid, Yucatán. p. 31
- Plataforma Noticias. (2020). Plataforma Noticias. Obtenido de <https://plataformanoticias.mx/wp-content/uploads/2019/02/63CB73BD-3FDD-4804-BA8B-A469AD4386D8.jpeg>
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R., Y Zurbrügg, C. (2018): Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Dübendorf (Suiza): Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática (Eawag), 2da. edición revisada. URL [Visita: 01.05.2018] www.inegi.org.mx 2015 Avances Sobre el Estimado del Censo de Población-Municipio de Valladolid. www.inegi.org.mx 2012 Avances Sobre el Estimado del Censo de Población-Municipio de Valladolid, Inventario Nacional de Viviendas (Actualización 2012).





**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**



La Revista ECTI es publicada bajo la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) y cuenta con acceso abierto gratuito siempre que se le reconozca la creación original de los contenidos publicados de acuerdo a la licencia.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>