

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

<sup>1</sup>Jaqueline Guadalupe Hidalgo-Moreno, al17112516@chapingo.mx

<sup>2</sup>Sara Monzerrat Ramírez-Olvera, ramirez.sara@colpos.mx

<sup>3</sup>Disraeli Eron Moreno-Guerrero, moreno.disraeli@colpos.mx

<sup>4</sup>Ivan Rodrigo Galarza-Vidal, Ivanroy23ing@gmail.com

<sup>5</sup>Omar Solis-Mendoza, al17125744@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  $\mu\text{M}$  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  $\mu\text{M}$  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

<sup>1,5</sup> Universidad Autónoma Chapingo/Estudiante

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo/Docente

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, estudiante de doctorado/Docente

<sup>4</sup> 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<sup>-1</sup> 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 (Khoshgoftarmansh 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<sup>-1</sup> y 0.005 mg L<sup>-1</sup>, 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 te-zontle. 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  $\mu\text{M}$  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.

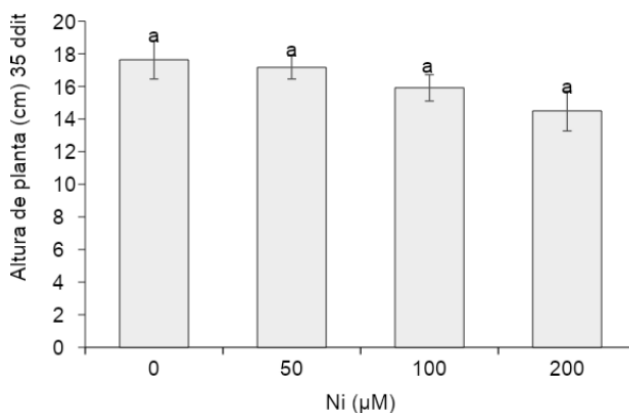
Con los datos obtenidos, se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el paquete estadístico SAS 9.1.

## 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.

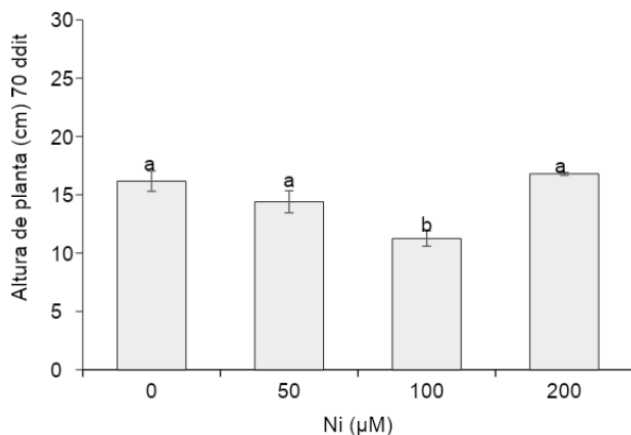


Medias  $\pm$  SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

La aplicación de 100  $\mu\text{M}$  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.

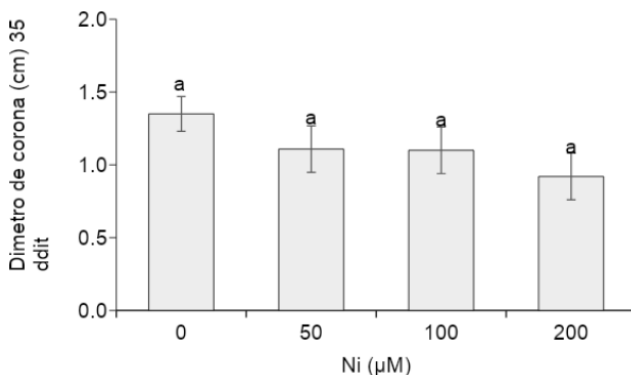


Medias  $\pm$  SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

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.

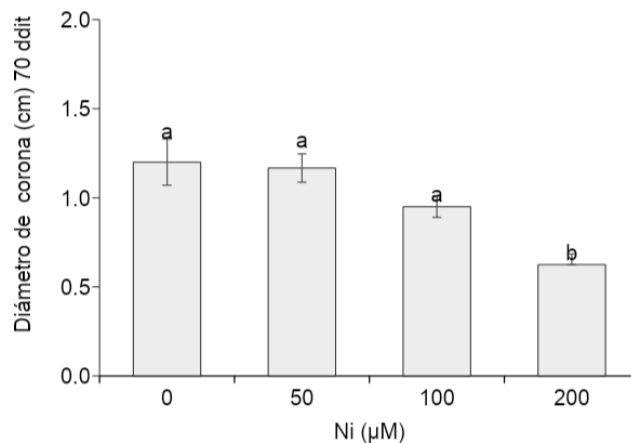


Medias  $\pm$  SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

La aplicación de 200  $\mu\text{M}$  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.

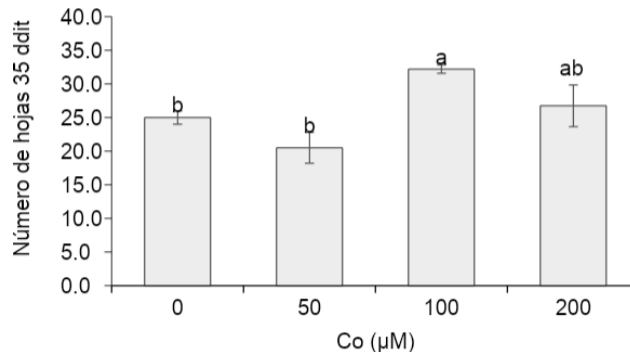


Medias  $\pm$  SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

El número de hojas de plantas de fresa tratadas con 100  $\mu\text{M}$  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.

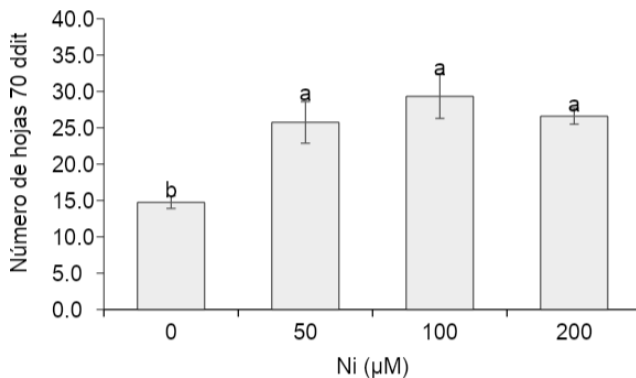


Medias  $\pm$  SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

Por otro lado, el número de hojas a los 70 días después de la aplicación de 50, 100 y 200  $\mu\text{M}$  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.

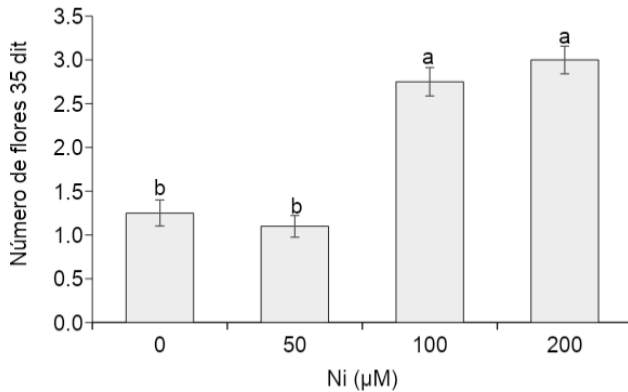


Medias  $\pm$  SE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). ddit: Días después de inicio de tratamientos.

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

Figura 7

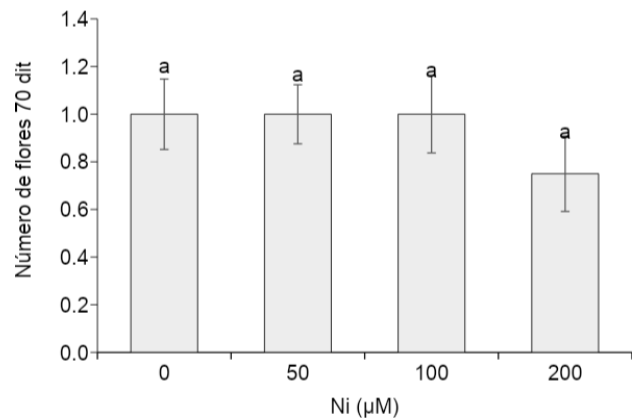
Número de flores de plantas de fresa tratadas con níquel, durante 35 días.



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->

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



Ilustración 4

agricola/  
medición de altura, diámetro de corona, número de variables morfológicas de  
hojas y coronas a los 35 días



Ilustración 5  
aplicación de tratamientos de Ni

