

¿HOMEOPATÍA PARA PLANTAS? LA “VACUNA” NATURAL DEL MAÍZ CONTRA LAS PLAGAS

Quiroz-González Beatriz ¹, Dionicio y de Jesús Israel ², Pérez-Pacheco Rafael³, Martínez-Tomás Sabino Honorio ^{4*}

¹Instituto Politécnico Nacional-SECIHTI, <https://orcid.org/0000-0002-1573-3202>

²Instituto Politécnico Nacional-SECIHTI, <https://orcid.org/0009-0004-3344-5345>

³Instituto Politécnico Nacional, <https://orcid.org/0000-0002-6559-2452>

⁴Instituto Politécnico Nacional, <https://orcid.org/0000-0002-9969-6807>

*Autor para correspondencia: smartinez@ipn.mx

RESUMEN

Aunque las plantas no tienen un sistema inmunológico como el nuestro, poseen mecanismos para defenderse de plagas y enfermedades. Los nosodes, son preparados homeopáticos que se elaboran con insectos, hongos o bacterias y que, al aplicarse a los cultivos, estimulan mecanismos naturales de resistencia; por ejemplo, cuando una planta escucha el ruido de gusano comiendo hojas. En este trabajo se evaluó el efecto de los nosodes sobre variables de rendimiento y la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para validar la efectividad de esta alternativa natural en el manejo agronómico del cultivo de maíz. La aplicación de nosodes indujo el incremento del número de raíces y el diámetro del tallo. El peso de las mazorcas fue hasta 30 % mayor al testigo; mientras que, el diámetro del olote aumentó hasta un 33 %. La aplicación de nosodes cada ocho días mantuvo la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en niveles similares ($P > 0.05$) al manejo convencional. También se observó un incremento hasta 20 % de compuestos fenólicos, sustancias asociadas con la defensa natural de las plantas. Estos hallazgos sugieren que la homeopatía aplicada a las plantas muestra potencial como herramienta para la agricultura sostenible, y al mismo tiempo reduce la dependencia de agroquímicos para el manejo de plagas, al favorecer variables de interés agronómico como rendimiento, porcentaje de incidencia de gusano cogollero, cantidad de compuestos fenólicos, peso de mazorca y olote, número de raíces y diámetro de tallo.

Palabras clave:

Agrohhomeopatía, incidencia, gusano cogollero, compuestos fenólicos.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es más que un ingrediente esencial en la dieta de gran parte del mundo (Kaushal et al., 2023), es considerado un elemento cultural de gran relevancia en Portugal, España, Italia y Serbia (Revilla et al., 2022). No obstante, su producción se ve afectada por diversas plagas, donde destaca el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), capaz de provocar pérdidas de hasta el 50% (Houngbo et al., 2020). Para su control se requiere de la aplicación de productos como Spinosad, Clorantraniliprol, Clorpirifós y Cipermetrina, ya sea de manera individual o en mezclas (Rehman et al., 2025). Sin embargo, el uso continuo de estos productos ha generado resistencia en las poblaciones de esta plaga (Mamahit y Kolondam, 2023; Zhang et al., 2021). Además, algunos de estos compuestos han generado preocupación por sus efectos adversos sobre la salud humana y ambiental (Cerna et al., 2022). En este contexto, la agrohhomeopatía cumple con estas necesidades y representa una alternativa rentable. A diferencia de los químicos tradicionales, la agrohhomeopatía fortalece el sistema de defensa de la planta mediante el uso de sustancias altamente diluidas (Deboni et al., 2020; Lorenzo et al., 2021), que al aplicarse a los cultivos activan receptores celulares que envían señales de alerta al organismo vegetal, induciendo la producción de metabolitos secundarios para repeler el ataque de patógenos (Zipfel, 2014; Mazón-Suástegui et al., 2019).

Algunos estudios con nosodes (preparados elaborados a partir de la propia plaga) ha demostrado éxito para el control de diversas plagas, tales como *Dysaphis plantaginea* Pass (Wyss et al., 2010), *Acromyrmex* spp. (Giesel et al., 2012), *Epilachna varivestis* (Rodríguez-Hernández et al., 2017), *Meloidogyne enterolobii* (Ferreira et al., 2021), *Zabrotes subfasciatus* y *Diabrotica balteata* (Quiroz et al., 2024). No obstante, la investigación sigue siendo limitada específicamente para el gusano cogollero en maíz, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los nosodes sobre variables de rendimiento y la incidencia del gusano cogollero (*S. frugiperda*), para validar la efectividad de esta alternativa natural para el manejo agronómico del cultivo de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de nosode

Se colectaron plagas de maíz, entre ellas *S. frugiperda*, y con ellas se elaboró un nosode siguiendo la metodología de Hahnemann (1998).

Lugar de estudio

El estudio se realizó en la Trinidad Zaáchila, Oaxaca, México (16° 56' 6.077" N, 96° 44' 18.787" W y 1509 m de altitud), con temperatura media anual de 23 °C.

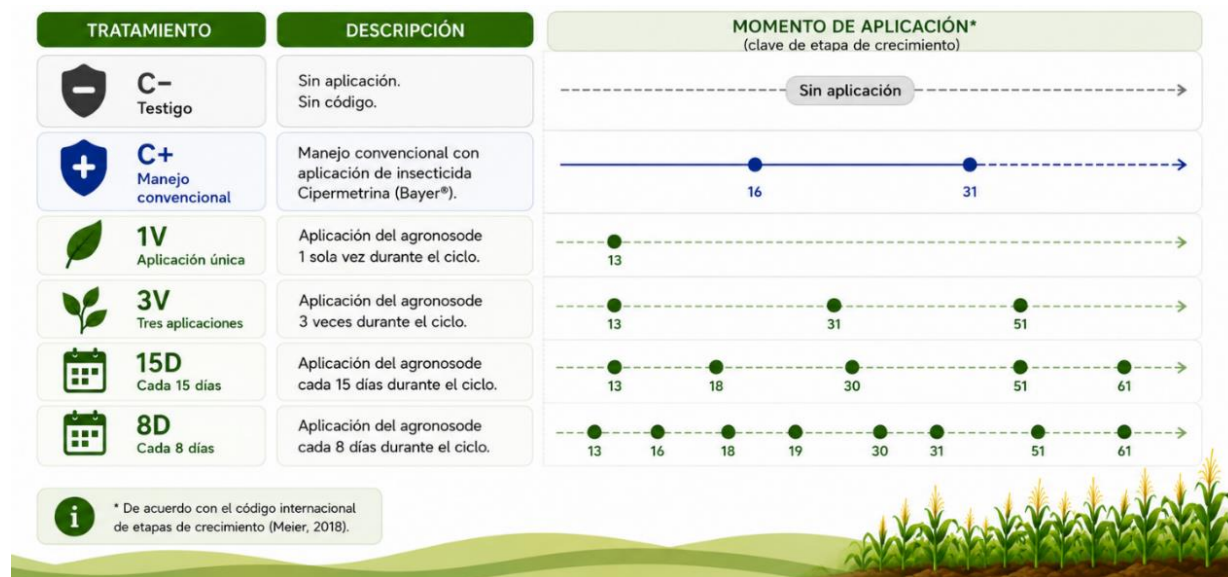
Instalación de experimento

Las semillas de maíz variedad “7573” se sembraron el 17 de agosto de 2023, a una distancia de 20 cm entre planta y 55 cm entre surco, la parcela contaba con sistema de riego.

Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos, Martínez Tomás agregó 1 gota del agronosode 200C en 1 L de agua, se sucusionó o agitó el envase con agua golpeando la base hacia el muslo arriba de la rodilla, durante 2 min y se agregó en una mochila con 19 L de agua corriente para su posterior aplicación foliar. La frecuencia y el momento de aplicación se muestran en el Cuadro 1, los tratamientos fueron constituidos de 10 surcos de 100 m.

Todas las plantas fueron tratadas nutrimentalmente con Urea (Bayer®), y a los 40 días después de la siembra se eliminaron las hierbas con herbicida Uniamina 480®. A los 130 dds se realizó la cosecha.



Cuadro 1. Tratamientos, aplicados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) durante su desarrollo.

Variables agronómicas

Se seleccionaron 60 plantas, al azar, en cada tratamiento para la evaluación del número de raíces y el diámetro del tallo. Con las mazorcas secas (secado al sol durante 15 d), también se evaluó el peso de la mazorca (g), peso del olote (g), longitud de mazorca (cm), diámetro de la mazorca, número hileras por mazorca, número de granos por hilera y rendimiento por planta (g planta⁻¹). Para calcular el rendimiento por hectárea (t/ha⁻¹) se usaron de referencia 90,000 plantas.

Incidencia de *Spodoptera frugiperda*

Para la evaluación semanal de la incidencia de *S. frugiperda* se contabilizó el daño en el cogollo o la presencia de la larva, con el método de Gaibor et al. (2023). La evaluación se realizó en 120 plantas, correspondientes a 20 puntos de muestreo de 6 puntos cada uno (3 plantas de cada lado). La incidencia se calculó (Singh et al., 2023) para cada punto de muestreo y se expresó en porcentaje, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Incidencia de Gusano cogollero (\%)} = \frac{\text{número total de plantas dañadas}}{\text{número total de plantas observadas}} \times 100$$

Compuestos fenólicos totales

Para la preparación del extracto, las hojas (0.5 g) y granos (5 g) de maíz en polvo se diluyeron en 8 y 10 mL, de metanol (99.8 %, J.T. Baker®) al 80 %, respectivamente. Se almacenó, en oscuridad, durante 48 h, y se filtró para la obtención del extracto metanólico, se siguió el procedimiento con modificaciones de Parmar et al. (2017). Se preparó una solución 1:4 (extracto: metanol al 80 %), se tomaron 500 µL del extracto, 500 µL del reactivo de Folin Ciocalteu (2N, Sigma-Aldrich), 1 mL de Na₂CO₃ (Fermont®) al 10 % y 8 mL de agua desionizada y se almacenó en oscuridad durante 60 min. Después se realizó la lectura a 765 nm en un espectrofotómetro (Zeigen®, modelo 1104), se obtuvo una curva ($y = 0.005x + 0.01016$, $R^2 = 0.9983$) de calibración con ácido gálico (GA, Sigma-Aldrich®, 0.0 a 0.099 mg mL⁻¹). Los resultados se expresaron como microgramos equivalentes de ácido gálico (GAE) g⁻¹ de peso seco.

Análisis estadístico

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar, los resultados se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Se utilizó el lenguaje de programación R, versión 4.2.0, para el análisis de datos. R es un entorno de software libre ampliamente usado en estadística y ciencia de datos (Kalibera, Meyer & Hornik, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas y rendimiento

La aplicación de los nosodes mostró un efecto positivo sobre algunas variables agronómicas y sobre el rendimiento. De manera particular, las plantas tratadas cada 8 días con el nosode desarrollaron 40 % mayor número de raíces con respecto al testigo, estadísticamente similar a lo observado en las plantas tratadas con el manejo convencional (Cuadro 2). Asimismo, los tallos de las plantas bajo el tratamiento convencional y con los nosodes presentaron un incremento del 14 % con respecto al testigo.

Estos resultados se traducen en mayor robustez de la planta y una mejor capacidad de las plantas para explorar el suelo, absorber agua y aprovechar los nutrientes disponibles (Cochavi et al., 2020).

El efecto positivo de la aplicación de los nosodes también se reflejó en el rendimiento, independientemente de la frecuencia de aplicación, los tratamientos con nosodes produjeron rendimientos similares al manejo convencional y superiores al testigo, con incremento de más del 30 y 36 % en el peso de la mazorca y del grano, respectivamente (Figura 1). Estos resultados son consistentes a lo mencionado por Moreno et al. (2017), quienes han asociado la aplicación de los preparados agrohomeopáticos con la mejora de procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento y acumulación de biomasa.

TRATAMIENTO	NÚMERO DE RAÍCES (raíces por planta)	DIÁMETRO DE TALLO (cm)
 T Testigo	11.5c	6.1b
 C+ Manejo convencional	17.5a	7.1a
 1V Aplicación única	13.4bc	7.1a
 3V Tres aplicaciones	11.35c	6.7a
 15D Cada 15 días	13.3bc	7.1a
 8D Cada 8 días	16.1a	7.1a

Cuadro 2. Número de raíces y diámetro de tallo de plantas de maíz tratadas con nosodes.

Por otro lado, el peso de olote, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de hileras y semillas por hilera no fueron afectados por la aplicación de nosodes.

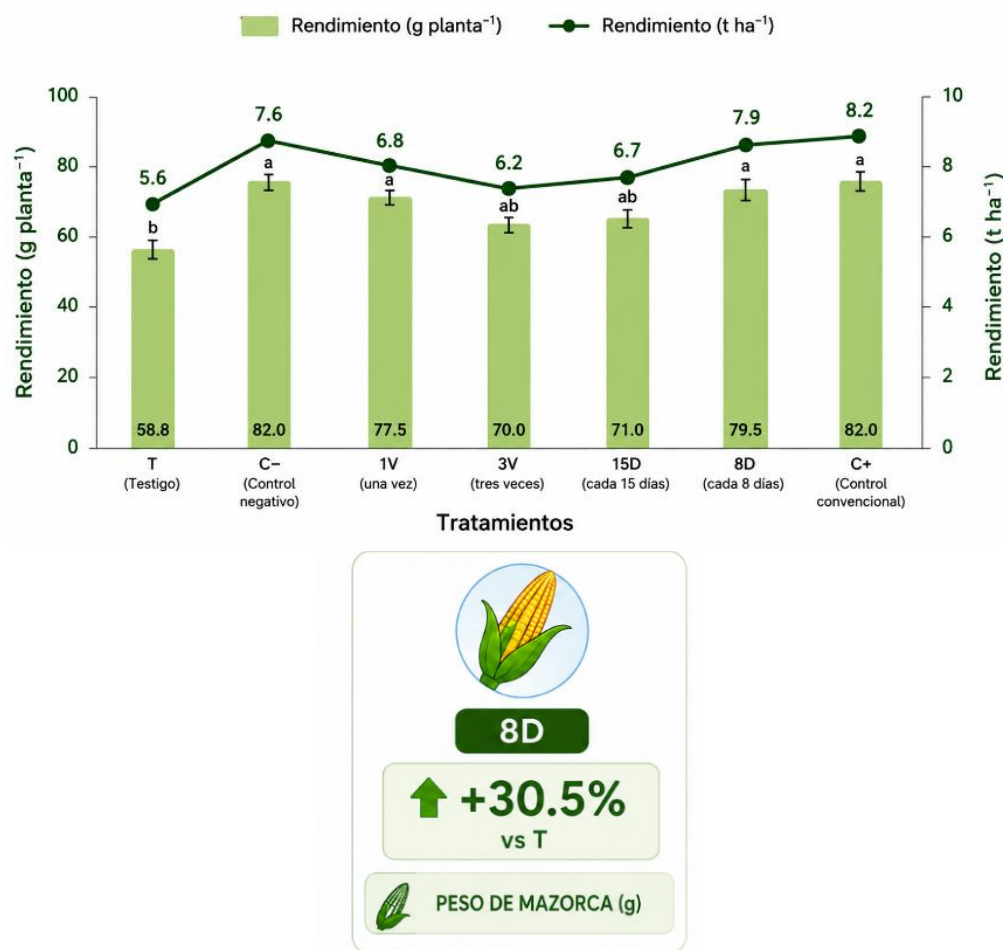


Figura 1. Rendimiento, de plantas de maíz tratadas con nosodes. Las barras representan el rendimiento de semillas y la línea indica el rendimiento de semillas. Las barras verticales indican la desviación estándar y las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba LSD de Tukey, $P \leq 0.05$).

Los resultados sugieren que los nosodes ayudaron a fortalecer la capacidad de respuesta de la planta frente a factores bióticos y abióticos (Moreno et al., 2017; Sen y Chandra, 2018). Al reducir estos factores la energía de la planta puede ser destinada a los procesos de crecimiento, fotosíntesis y formación del grano, lo cual favorece la productividad del cultivo (Lucietta et al., 2018; Deboni et al., 2020; Méndez et al., 2021).

Incidencia de *Spodoptera frugiperda*

La incidencia del gusano cogollero mostró una reducción cuando las plantas se trataron con los nosodes, de manera particular la aplicación de estos agrohomeopáticos mantuvo la incidencia por debajo de todos los tratamientos, pero estadísticamente similar a la incidencia observada en las plantas tratadas con el manejo convencional (Figura 2).

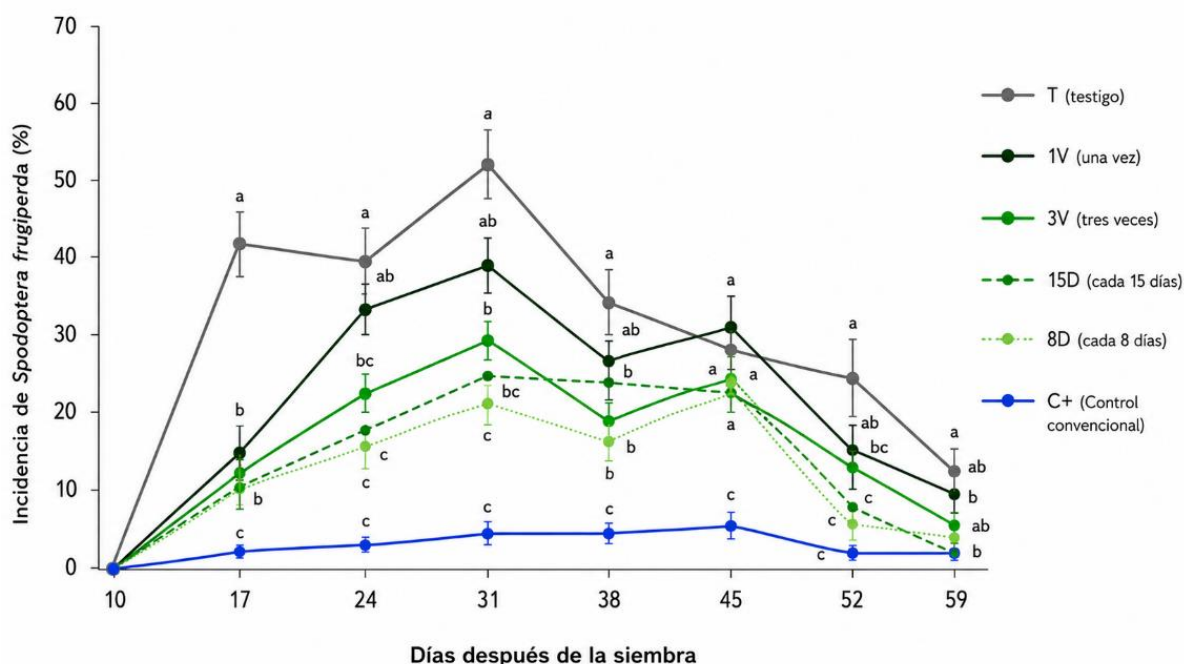


Figura 2. Porcentaje de incidencia de *Spodoptera frugiperda* (%) en plantas de maíz tratadas con nosodes. Las barras verticales indican la desviación estándar y las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba LSD de Tukey, $P \leq 0.05$).

Estos resultados son consistentes con la hipótesis de la aplicación de nosodes induce la mejora de la capacidad de defensa vegetal (Deboni et al., 2020; Lorenzo et al., 2021) frente al ataque de plagas (Wyss et al., 2010; Giesel et al., 2012; Rodríguez-Hernández et al., 2017; Ferreira et al., 2021; Quiroz et al., 2024).

Compuestos fenólicos totales

El contenido de compuestos fenólicos en las semillas de maíz no mostró algún cambio, por efecto de la aplicación de los nosodes; no obstante, en la hoja se observó un incremento significativo (20 %) de estos metabolitos, con respecto al testigo, cuando se aplicó 3 veces durante el ciclo productivo del cultivo, mientras que los demás tratamientos no mostraron una tendencia consistente (Figura 3).

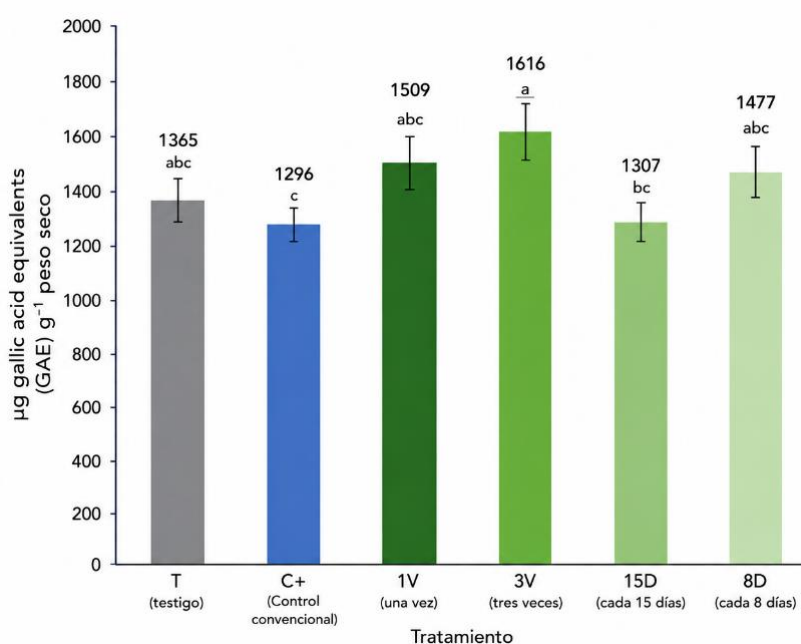


Figura 3. Compuestos fenólicos totales (mg equivalentes de ácido gálico g⁻¹ peso seco) hojas de plantas de maíz tratadas con nosodes. Las barras verticales indican la desviación estándar y las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba LSD de Tukey, $P \leq 0.05$).

Aunque este incremento sugiere una posible activación de un mecanismo de defensa asociado al metabolismo fenólico, la reducción de *S. frugiperda* no mostró ese patrón. En el maíz, se ha reportado que la forma de resistir el ataque del gusano cogollero involucra la activación de rutas de señalización asociadas con el ácido jasmónico y salicílico (Kanwal et al., 2024). Asimismo, se ha reportado que el ataque del gusano cogollero induce la producción de compuestos orgánicos volátiles, tales como terpenoides (Zhang et al., 2021). Lo anterior sugiere que, otros metabolitos y rutas de señalización contribuyeron a la respuesta observada en las plantas tratadas con los nosodes.

CONCLUSIONES

La aplicación de nosodes en el cultivo de maíz favorecieron el desarrollo de estructuras como la raíz y el tallo, y el rendimiento del cultivo, con resultados similares a lo obtenido con el manejo convencional. Asimismo, se confirma que la aplicación de la homeopatía en las plantas puede funcionar como una vacuna al reducir la incidencia de *S. frugiperda*, lo que sugiere un incremento del mecanismo de defensa. No obstante, se requieren estudios que den seguimiento a los metabolitos y rutas de señalización previamente asociadas con la defensa del maíz frente al gusano cogollero, con el fin de validar que la homeopatía los induce o potencia dichos mecanismos de defensa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al **Instituto Politécnico Nacional** por el apoyo brindado a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado mediante el proyecto con registro **20261027**. Asimismo, se agradece de manera especial a la **Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación** por el financiamiento otorgado al proyecto **PEE-2025-G-773**. Se reconoce el trabajo fundamental de los **postdoctorantes y doctorantes de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación** participantes, así como el respaldo del **Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII)**. De manera muy especial, se agradece al **Dr. Felipe de Jesús Ruiz Espinoza**, profesor jubilado de la **Universidad Autónoma Chapingo**, por sus invaluables aportaciones científicas y su apoyo técnico en la **elaboración del nosode de maíz** utilizado en esta investigación.

REFERENCIAS

- Cerna, C. E., Arispe, V. J. L., Mayo, H. J., Aguirre, U. L. A., Ochoa, F. Y. M., Hernández, J. A., & Castro del A. E. (2022). Perspectiva actual del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) y su resistencia desarrollada a insecticidas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(2), 057.
- Cochavi, A., Cohen, I., & Rachmilevitch, S. (2020). The role of different root orders in nutrient uptake. *Environmental and Experimental Botany*, 179, 104212.
- Deboni, T. C., Modolon, T. A., Mendonça, A., Cargnelutti, D., Scapini, T., & Petry, C. (2020). Applications of homeopathy in agroecology: Scientific research and field experience. In *Agroecology: Insights, Experiences and Perspectives* (pp. 231–252).
- Ferreira, T. M., Mangeiro, M. Z., Almeida, A. M., Almeida, R. N., & Souza, R. M. (2021). Effect of nosodes on lettuce, parasitized or not by *Meloidogyne enterolobii*. *Homeopathy*, 110(4), 256–262.

- Giesel, A., Boff, M. I. C., & Boff, P. (2012). Atividade de formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. submetidas a preparações homeopáticas. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 34(4), 445–451.
- Hahnemann, S. (1998). *Organón de la medicina (Sexta Edic)*. Editorial Albatros.
- Houngbo, S., Zannou, A., Aoudji, A., Sossou, H., Sinzogan, A., Sikirou, R., Zossou, E., Vodounon, H., Adomou, A., & Ahanchede, A. (2020). Farmers' Knowledge and Management Practices of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in Benin, West Africa. *Agriculture*, 10(10), 430.
- Kalibera, T., Meyer, S., & Hornik, K. (2022). Changes in R. *The R Journal*, 14(2), 336–338. <https://doi.org/10.32614/RJ-2022-2-rcore>
- Kanwal, B., Tanwir, S., Ahmad, F., & Ahmad, J.N. (2024). Jasmonic Acid and Salicylic Acid improved resistance against *Spodoptera frugiperda* Infestation in maize by modulating growth and regulating redox homeostasis. *Scientific Reports*, 14(1), 16823.
- Kaushal, M., Sharma, R., Vaidya, D., Gupta, A., Saini, H. K., Anand, A., Thakur, C., Verma, A., Thakur, M., Priyanka, & Dileep, K. C. (2023). Maize: An underexploited golden cereal crop. *Cereal Research Communications*, 51(1), 3–14.
- Lorenzo, F. D., Di Dinelli, G., Marotti, I., & Trebbi, G. (2021). Systemic agro-homeopathy: A new approach to agriculture. *OBM Integrative and Complementary Medicine*, 06(03), 1–1.
- Lucietta, B., Trebbi, G., Nani, D., Majewsky, V., C., Scherr, Jäger, T., & Baumgartner, S. (2018). Models with plants, microorganisms and viruses for basic research in homeopathy. In *Signals and Images* (pp. 97–111).
- Mamahit, J., & Kolondam, B. (2023). A Review on Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Insecticide Resistance. *International Journal of Research and Review*, 10 (5), 146-151.
- Mazón-Suástegui, J. M., Ojeda-Silvera, C. M., García-Bernal, M., Avilés-Quevedo, M. A., Abasolo-Pacheco, F., Batista-Sánchez, D., Tovar-Ramírez, D., Arcos-Ortega, F., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Ferrer-Sánchez, Y., Morelos-Castro, R. M., Alvarado-Mendoza, A., Díaz-Díaz, M., & Bonilla-Montalvan, B. (2020). Agricultural homeopathy: A new insight into organics. In J. Moudrý, K. F. Mendes, J. Bernas, R. da S. Teixeira, & R. N. de Sousa (Eds.), *Multifunctionality and impacts of organic and conventional agriculture* (9th ed.). IntechOpen.
- Meier, U. (2018). Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH monograph.

- Méndez, P., García, P., Pérez, H., Morales, Q., & Torres, A. (2021). Agrohomeopathy: New tool to improve soils, crops and plant protection against various stress conditions. Review. *Horticultura Argentina*, 40(101), 43–58.
- Moreno, N. M. (2017). Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía*, 10(1), 9–13.
- Parmar, N., Singh, N., Kaur, A., & Thakur, S. (2017). Comparison of color, anti-nutritional factors, minerals, phenolic profile and protein digestibility between hard-to-cook and easy-to-cook grains from different kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions. *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1023–1034.
- Quiroz-González, B., Martínez-Tomás, S. H., Lagunez-Rivera, L., Granados-Echegoyen, C., Pérez-Pacheco, R., Dionicio-y de Jesús, I., & Zárate-Nicolás, B. H. (2024). Report on the Influence of Homeopathic/Nosode Foliar Applications on *Phaseolus vulgaris* (L.): Agronomic and Phytochemical Changes and Control of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) and *Diabrotica balteata* (LeConte). *Horticulturae*, 10(10), 1014.
- Rehman, U., Ishaq, H., Asad, M., Kanwal, A., Ahmad, A., Ali, M., Sohail, M., & Ullah, A. (2025). Management of Fall Armyworm In Maize Crop through various Insecticides at District Swat, Khyber Pakhtunkhwa. *Physical Education, Health and Social Sciences*. 3(1), 249-257. <https://doi.org/10.63163/jpehss.v3i1.151>.
- Revilla, P., Alves, M. L., Andelković, V., Balconi, C., Dinis, I., Mendes-Moreira, P., Redaelli, R., Ruiz de Galarreta, J. I., Vaz Pato, M. C., Žilić, S., & Malvar, R. A. (2022). Traditional foods from maize (*Zea mays* L.) in Europe. *Frontiers in Nutrition*, 8, 683399.
- Rodríguez-Hernández, C., Ruiz-Espinoza, F. D. J., Serrano-Covarrubias, L. M., & Ronquillo-Cedillo, I. (2017). Inducción de resistencia en frijol contra conchuela *Epilachna varivestis* con nutrición y homeopatía. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 6, 43–56.
- Sen, S., & Chandra, I. (2018). Agrohomeopathy: An emerging field of agriculture for higher crop productivity and protection of plants against various stress conditions. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 5(4), 52–56.
- Singh, S., Raghuraman, M., Keerthi, M. C., Das, A., Kar, S. K., Das, B., Devi, H. L., Sunani, S. K., Sahoo, M. R., Casini, R., Elansary, H. O., & Acharya, G. C. (2023). Occurrence, distribution, damage potential, and farmers' perception on fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith): Evidence from the Eastern Himalayan region. *Sustainability* (Switzerland), 15(7), 5681.

- Wyss, E., Tamm, L., Siebenwirth, J., & Baumgartner, S. (2010). Homeopathic preparations to control the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass.). *The Scientific World Journal*, 10, 38–48.
- Yang, D., Fan, H., Hu, R., Huang, Y., Sheng, C., Cao, H., & Jiang, X. (2025). Characterization of core maize volatiles induced by *Spodoptera frugiperda* that alter the mating-mediated approach–avoidance behaviors of *Mythimna separata*. *Journal of Integrative Agriculture*, 24(2), 655-667.
- Zhang, D., Xiao, Y., Xu, P., Yang, X., Wu, Q., & Wu, K. (2021). Insecticide resistance monitoring for the invasive populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20, 783-791.
- Zipfel, C. (2014). Plant pattern-recognition receptors. *Trends in Immunology*, 35, 345–351.