
Extracto etanólico de *Azadirachta indica* como control biológico de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)



Ethanollic extract of Azadirachta indica as a biological control of Spodoptera frugiperda larvae (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

Vera-Rodríguez, José Humberto*

Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guayas, Ecuador
jhvera@uagraria.edu.ec

 /0000-0003-3027-059X

García-Mata, Byron Eduardo

Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayas, Ecuador
byron.garcia.mata@uagraria.edu.ec

 /0009-0002-0811-2034

Rios-Catota, Daicy Veronica

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador
daicy.rios2016@uteq.edu.ec

 /0000-0002-8650-9582

Vera-Loor, Leila Estefanía

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador
evera@espam.edu.ec

 /0000-0002-1760-3815

Vera-Freire, Estefania Zulay

Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Posgrados, Milagro, Ecuador.
evera5@unemi.edu.ec

 /0009-0005-1593-3158

Resumen: El objetivo del estudio consistió en evaluar la efectividad del extracto etanólico de hojas de neem en el control biológico de la etapa larvaria de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Se recolectaron y clasificaron por tamaño las larvas de *S. frugiperda*. Se preparó un extracto de hojas de neem mediante secado, molienda y extracción con etanol al 90%. Se identificaron cualitativamente metabolitos secundarios y se cuantificó la azadiractina mediante HPLC-UV, construyendo una curva de calibración. Las larvas se expusieron *in vitro* a diferentes concentraciones del extracto (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %) en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se registró la mortalidad larval secuencialmente y los datos se analizaron con ANOVA y prueba de LSD Fisher. El tamizaje fitoquímico del extracto de neem reveló la presencia de triterpenos/esteroles, alcaloides, flavonoides/antocianinas y fenoles. El análisis por HPLC-UV cuantificó la azadiractina, con una curva de calibración de alta linealidad ($R^2=0.99$). La caracterización morfológica de larvas de *S. frugiperda* mostró rasgos distintivos bajo estereomicroscopio. Los ensayos de mortalidad demostraron que el extracto de neem es efectivo contra las larvas, especialmente en los primeros estadios. El ANOVA indicó diferencias significativas en la mortalidad entre los tratamientos con neem y el control, sin diferencias significativas entre las concentraciones de 25 % a 100 %. El extracto de neem, rico en compuestos bioactivos y con azadiractina confirmada, demostró ser efectivo para controlar *S. frugiperda*, incluso a bajas concentraciones, resaltando su potencial como biopesticida.

Palabras clave: Compuesto bioactivo; estadio larvario; fitoquímico; lepidóptero; maíz; plaga.

Abstract: *The objective of this study was to evaluate the effectiveness of an ethanolic extract of neem leaves in the biological control of the larval stage of Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *S. frugiperda* larvae were collected and size sorted. A neem leaf extract was prepared by drying, grinding, and extraction with 90% ethanol. Secondary metabolites were qualitatively identified, and azadirachtin was quantified by HPLC-UV, and a calibration curve was constructed. Larvae were exposed *in vitro* to different concentrations of the extract (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %) in a completely randomized block design

Lopez-Orellana, Angie Pamela

Universidad Estatal de Milagro, Facultad

de Posgrados, Milagro, Ecuador.

alopezoz3@unemi.edu.ec

 /0000-0003-2698-4979

*Autor para correspondencia:

José Humberto Vera-Rodríguez,

jhverera@uagraria.edu.ec

Revista FAVE

Sección Ciencias

Agrarias

núm. 24, e0049, 2025

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

Periodicidad: Continua

revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 24 mayo 2025

Aprobación: 29 julio 2025

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0049>

*with four replicates. Larval mortality was recorded sequentially, and data were analyzed using ANOVA and Fisher's LSD test. Phytochemical screening of the neem extract revealed the presence of triterpenes/sterols, alkaloids, flavonoids/anthocyanins, and phenols. HPLC-UV analysis quantified azadirachtin, with a highly linear calibration curve ($R^2=0.99$). Morphological characterization of larval *S. frugiperda* showed distinctive features under stereomicroscopy. Mortality assays demonstrated that neem extract is effective against larvae, especially in the early instars. ANOVA indicated significant differences in mortality between neem treatments and the control, with no significant differences between concentrations ranging from 25% to 100%. Neem extract, rich in bioactive compounds and with confirmed azadirachtin, proved effective in controlling *S. frugiperda*, even at low concentrations, highlighting its potential as a biopesticide.*

Keywords: Bioactive compound; larval stage; phytochemical; lepidopteran; corn; pest.

Introducción

El neem (*Azadirachta indica*) (A. Juss) es un árbol originario de la India, conocido por sus múltiples aplicaciones en la medicina tradicional, la agricultura y el control de plagas (Herrera et al., 2023; Martínez-González et al., 2023). Su extracto ha sido objeto de estudio por sus propiedades insecticidas y fitosanitarias, lo que lo convierte en un candidato prometedor para el control biológico de diversas plagas agrícolas (Barceló-López et al., 2024). Este árbol es valorado, no solo por su capacidad para controlar plagas, sino también por sus beneficios ecológicos, como la reducción de la contaminación ambiental actuando como un sumidero de carbono y ayudando a purificar el aire (Ríos, 2024).

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith), comúnmente conocida como el gusano cogollero, es una de las plagas más destructivas en los cultivos de maíz y otros cultivos económicos (Ávila-Martínez et al., 2023). Su capacidad de adaptación y resistencia a pesticidas convencionales ha generado la necesidad de explorar métodos alternativos de control (Valencia et al., 2024). En este contexto, el uso de extractos de plantas, como el de neem, se presenta como una estrategia eficaz y sostenible para el manejo de esta plaga (Tulashie et al., 2021).

Los estudios han demostrado que el extracto etanólico de hojas de neem contiene compuestos bioactivos, como la azadiractina, que poseen propiedades insecticidas y antifeedantes (Gil et al., 2022). Estos compuestos actúan sobre el sistema hormonal de los insectos, interfiriendo en su desarrollo y reproducción (Gualtieri et al., 2004). Así, la aplicación de este extracto podría no solo reducir la población de larvas de *S. frugiperda*, sino también limitar el uso de químicos sintéticos que pueden afectar la salud humana y el medio ambiente (Sosa-Castañeda et al., 2019).

Además, la investigación sobre el uso de extractos vegetales en el control de plagas ha cobrado relevancia en el contexto de la agricultura sostenible (López-Rodríguez et al., 2023). A medida que aumenta la preocupación por los efectos negativos de los pesticidas químicos en la biodiversidad y la salud pública, se busca alternativas más seguras y efectivas (Zepeda-Jazo, 2018). El neem, con sus propiedades naturales, se posiciona como una opción viable para integrar en programas de manejo integrado de plagas (Díaz & Ortiz, 2005).

La eficacia del extracto etanólico de hojas de neem como control biológico depende de varios factores, incluyendo la concentración del extracto, la forma de aplicación y las condiciones ambientales (Fong Lores et al., 2014). Esto resalta la importancia de realizar estudios sistemáticos para determinar las condiciones óptimas que maximicen su efectividad (Villa-Martínez et al., 2015). Asimismo, el conocimiento tradicional sobre el uso de plantas medicinales y sus extractos en el control de plagas puede ser un aliado valioso en la investigación científica (Saldaña et al., 2024).

Por otro lado, la resistencia de *S. frugiperda* a diferentes estrategias de control ha llevado a la incorporación de enfoques innovadores que combinan la biología y la ecología del insecto (Rodríguez-Soto et al., 2018). El estudio del comportamiento y la fisiología del gusano cogollero en respuesta a los extractos de neem podría ofrecer una comprensión más profunda de su potencial como herramienta de control (Morales et al., 2010). Esto podría abrir nuevas vías para el desarrollo de estrategias de manejo más efectivas y adaptadas a las condiciones locales. Finalmente, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad del extracto etanólico de hojas de neem en el control biológico de la etapa larvaria de *S. frugiperda*. Se espera que los resultados no solo validen la utilización del neem como un bioplaguicida, sino que también contribuyan a una mayor comprensión de su papel en la agricultura sostenible y en la conservación del ecosistema.

Materiales y Métodos

Lugar de estudio

La experimentación *in vitro* se realizó en el laboratorio de biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador. La captura de la *S. frugiperda* se efectuó en un cultivo

de maíz dentro de la localidad (2°15'9.54" S, 80°47'4.44" O) bajo un sistema de manejo convencional sin haber aplicado aun insecticidas.

*Captura de *S. frugiperda**

Se realizó por captura manual y recolección directa en el cultivo, inspeccionando cogollos y hojas en plantas en etapa vegetativa, y en plantas en etapa reproductiva (llenado de grano) fueron inspeccionadas las mazorcas. Las larvas capturadas fueron ubicadas en envases plásticos permitiendo el ingreso de aire, se suministró hojas tiernas como alimento durante su traslado hasta el laboratorio para su caracterización morfológica y distribución de los tratamientos.

Las larvas de gusano cogollero capturadas pasaron por un periodo de cuarentena y aclimatación de 3 días en condiciones controladas a (25±2 °C, 70±10% HR, 14 horas luz) en recipientes estériles con dieta a base de cogollos tiernos de plantas de maíz. Esto permitió eliminar individuos no apropiados para el experimento. Las larvas capturadas fueron clasificadas según su tamaño, estableciendo cuatro categorías: 2^{do} estadio larva (5-7 mm), 3^{er} estadio larva (8-10 mm), 4^{to} estadio larva (11-15 mm) y 5^{to} estadio larva (>16 mm), para el establecimiento de los tratamientos se introdujeron cuatro larvas por cada envase plástico de capacidad 500 mL, dentro de esta se metió como cebo y alimento pedazos de choclo tierno sumergido en los tratamientos que se cambiaban a diario.

Preparación del extracto de Neem

Para obtener el extracto a partir de hojas del árbol de neem (*Azadirachta indica*) se siguieron las recomendaciones de Vera et al. (2024) y Vera-Rodríguez et al. (2025), el proceso inició con la recolección y desecación de las hojas. Una vez recolectadas las hojas sanas, se limpiaron con agua destilada para eliminar cualquier impureza superficial. Posteriormente, estas hojas limpias se extendieron para su secado a temperatura ambiente en un lugar oscuro y con buena ventilación, durante aproximadamente 72 horas. Para acelerar la eliminación de la humedad residual y asegurar un secado completo, las hojas pre-secadas se introdujeron en un desecador de alimentos a una temperatura controlada de 45 °C durante un periodo de 24 horas.

Las hojas de neem completamente secas, deshidratadas a 105 °C hasta peso constante, se sometieron a la molienda en un molino de laboratorio CT 293 Cyclotec, hasta obtener un polvo fino y homogéneo. Para la extracción de los compuestos bioactivos se pesó una cantidad de 20 gramos del polvo de neem, que se colocó en un matraz Erlenmeyer y se añadió un solvente de extracción (etanol al 90 %), en una proporción 10:1 (v/p). Esta mezcla se mantuvo en agitación constante durante un periodo de 48 horas a una temperatura de 25 °C, utilizando un agitador orbital-incubadora para asegurar una extracción eficiente y uniforme.

Finalmente, para separar el extracto líquido del residuo sólido, se realizó la filtración del extracto con la ayuda de un papel filtro Whatman No. 1 y utilizando un embudo de decantación. El líquido filtrado, que contiene los compuestos extraídos de las hojas de neem, se almacenó en frascos oscuros, herméticos y conservados a una temperatura entre 4 y 8 °C.

Determinación de metabolitos secundarios en el extracto de neem

Para la identificación de metabolitos secundarios se llevó a cabo mediante diversas pruebas cualitativas, según Vera et al. (2024) y Vera-Rodríguez et al. (2025). El análisis de Liebermann-Burchard se fundamentó en la adición de una gota de ácido sulfúrico a 1 mL de anhídrido acético frío, que se incorporó a 10 mg del extracto seco previamente solubilizado en cloroformo. La existencia de triterpenos o esteroides se estableció mediante la inspección de las variaciones cromáticas que ocurrían en un lapso de 60 minutos.

Por otro lado, los análisis de Mayer y Wagner emplearon la incorporación de 3 gotas de sus respectivos reactivos por cada mililitro de extracto, y la presencia de alcaloides se manifestó a través de la creación de un sedimento blanco en el caso del reactivo de Mayer y rojo pardo con el reactivo de Wagner. La prueba de Shinoda, por su parte, implicó la adición de limaduras de magnesio y 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado a 1 mL de extracto,

revelando la presencia de flavonoides por el aumento en la intensidad de un color naranja acompañado de efervescencia.

La detección de fenoles se realizó mediante la incorporación de 2 gotas de cloruro férrico al extracto, lo cual se evidenció por la aparición de una pigmentación verde oscura intensa.

Determinación de Azadiractina por Cromatografía de Alta Resolución con Detección Ultravioleta (HPLC UV)

La determinación de azadiractina se efectuó bajo la metodología propuesta por Esparza-Díaz et al., (2010). El extracto se filtró para eliminar partículas sólidas y se concentró mediante evaporación para aumentar la sensibilidad. Paralelamente, se preparó una solución estándar de azadiractina con pureza conocida en el mismo solvente de extracción, asegurando su concentración dentro del rango lineal del método HPLC Thermo Scientific (DIONEX UltiMate 3000). Para el análisis, se empleó una columna C18 de fase reversa con una fase móvil de agua y acetonitrilo en gradiente, ajustando el flujo para un tiempo de retención óptimo y manteniendo la temperatura constante. La muestra y el estándar se inyectaron separadamente en el HPLC, y la elución se monitoreó con un detector UV a 214 nm. Finalmente, se generó una curva de calibración a partir del estándar, y el área del pico de la azadiractina en la muestra se comparó con esta curva para determinar su concentración.

Curva de calibración y cálculos de azadiractina

Se prepararon una serie de soluciones estándar de azadiractina con concentraciones trazables y precisamente conocidas dentro del rango dinámico lineal del sistema HPLC, específicamente a 1050 ppm, 525 ppm, 262,5 ppm y 131,25 ppm. Cada solución estándar se inyectó por triplicado en el sistema HPLC equipado con un detector UV operando a la longitud de onda de máxima absorbancia de la azadiractina ($\lambda_{\max} \approx 214 \text{ nm}$). Se registraron las áreas de los picos cromatográficos correspondientes a la azadiractina para cada inyección. Los valores promedio de las áreas de pico obtenidos para cada concentración estándar se tabularon (Tabla 1) y se utilizaron para construir una curva de calibración, graficando el área del pico en función de la concentración del estándar. La linealidad de la curva se evaluó mediante el coeficiente de correlación (R^2) y el análisis de residuos.

Tabla 1. Datos para la construcción de la curva estándar / *Table 1. Data for the construction of the standard curve*

Nivel de calibración	Concentración ppm	Absorbancia
1	1050	1258632,5
2	525	625348,75
3	262,5	298512
4	131,25	155523,75

Establecimiento de los tratamientos y diseño experimental

El porcentaje de mortalidad se evaluó secuencialmente hasta que uno de los tratamientos alcanzó el 100 %, que en nuestro caso se dio a los 7 días. Se establecieron los siguientes tratamientos por ingestión (cebos) con extracto de neem hasta dosis crónicas: T1 (Control), T2 (25 %), T3 (50 %), T4 (75 %) y T5 (100 %). El experimento se condujo utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro replicas por tratamiento. Los datos de mortalidad fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y, en caso de significancia, se aplicó una prueba de comparación de medias de LSD Fisher con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Infostat versión 2020.

Resultados y Discusión

Tamizaje fitoquímico del extracto de hojas de Neem

La Tabla 2 presenta los resultados del tamizaje químico realizado al extracto de hojas de neem para la detección de diversos compuestos bioactivos.

Tabla 2. Tamizaje químico del extracto de hojas de neem. / **Table 2.** Chemical screening of neem leaf extract.

Compuesto bioactivo	Técnica de referencia	Resultado
Triterpenos/Esteroles	Reactivo Liebermann-Burchard	Positivo
	Reactivo Mayer	Positivo
Alcaloides	Reactivo Wagner	Positivo
	Reactivo Dragendorff	Positivo
Flavonoides/Antocianinas	Prueba Shinoda	Positivo
Fenoles	Cloruro férrico	Positivo

La presencia de triterpenos/esteroles, alcaloides, flavonoides/antocianinas y fenoles en el extracto de hojas de neem sugiere una rica composición química con potencial para el control de plagas agrícolas, incluyendo *S. frugiperda*. Los triterpenoides, especialmente la azadiractina, son constituyentes clave del neem con una potente actividad insecticida. La azadiractina actúa como un regulador del crecimiento de insectos, inhibiendo procesos esenciales como la muda, la alimentación y la reproducción en varias especies de plagas, incluyendo el gusano cogollero del maíz (*S. frugiperda*) (González-Maldonado et al., 2015).

Estudios han corroborado la eficacia de los extractos de neem ricos en azadiractina en la reducción del daño foliar causado por las larvas de *S. frugiperda* y en la alteración de su desarrollo (Esparza-Díaz et al., 2010). Por otro lado, los alcaloides, aunque menos investigados en el neem en comparación con los triterpenoides, también podrían contribuir a su actividad insecticida (Lores et al., 2014). Se sabe que ciertos alcaloides presentes en otras plantas ejercen efectos tóxicos, antialimentarios o de disrupción del sistema nervioso en insectos, la presencia de alcaloides en el extracto de hojas de neem sugiere un potencial adicional para el control de plagas.

Los flavonoides y los fenoles, además de sus reconocidas propiedades antioxidantes, también han demostrado poseer actividad insecticida y antialimentaria contra diversas plagas (Lores et al., 2014). Estos compuestos pueden interferir con la fisiología de los insectos, afectar su digestión o actuar como repelentes. En el caso específico de *S. frugiperda*, algunas investigaciones han indicado que ciertos flavonoides pueden disminuir la supervivencia y el crecimiento larval (Nava-Pérez et al., 2012). Asimismo, los compuestos fenólicos pueden contribuir a los mecanismos de defensa de las plantas contra los herbívoros a través de diversas vías (Barros-Ríos et al., 2011).

Presencia de azadiractina por HPLC-UV

La figura 1 muestra una gráfica de calibración para la azadiractina, donde se relaciona la Absorbancia (en el eje vertical) con la Concentración en ppm (partes por millón, en el eje horizontal).

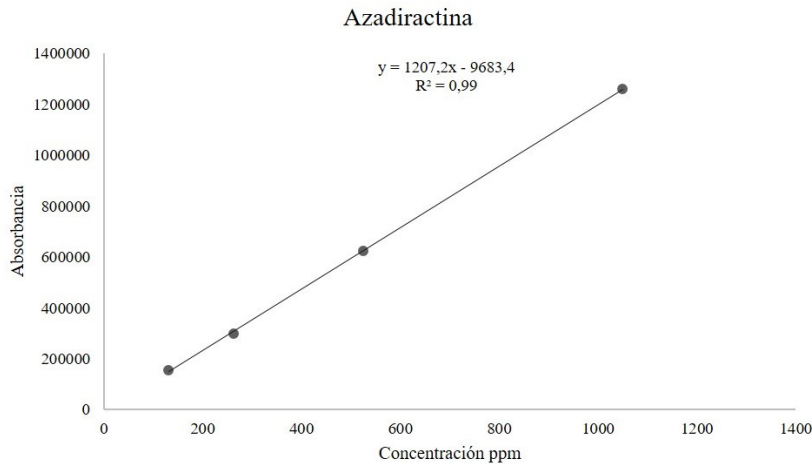


Figura 1. Curva patrón de azadiractina / **Figure 1.** *Azadirachtin standard curve*

El análisis de la curva de calibración obtenida mediante HPLC-UV para la cuantificación de azadiractina reveló un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99, lo que estadísticamente indica una correlación lineal perfecta entre las concentraciones del estándar de azadiractina y las áreas de los picos cromatográficos correspondientes. Este valor de R^2 sugiere una excelente linealidad del método dentro del rango de concentraciones evaluado, lo que implica una alta predictibilidad y robustez de la respuesta instrumental en relación con la concentración del analito, validando así la precisión y exactitud del método analítico empleado para la determinación de azadiractina. Esta linealidad perfecta es crucial para la cuantificación precisa, ya que permite una extrapolación confiable de la concentración del analito en la muestra a partir de su respuesta instrumental (Amaya Vesga et al., 2023).

Caracterización morfológica de S. frugiperda

La figura 2 muestra la caracterización y clasificación de los estadios larvarios de la *S. frugiperda* capturados.



Figura 2. Clasificación de los estadios larvarios de la *S. frugiperda* capturados / **Figure 2.** *Classification of captured S. frugiperda larval stages*

Bajo el estereomicroscopio, la larva de *S. frugiperda* exhibe una segmentación corporal conspicua, con setas dorsales prominentes y una cápsula cefálica bien definida. Se observa un patrón característico en la cabeza, incluyendo la línea ecdisial y suturas adfrontales que forman una "Y" invertida, un rasgo clave para la identificación larval. La presencia de pináculos y su disposición, especialmente los cuatro puntos negros en forma de cuadrado en el octavo segmento abdominal, son también notables a esta magnificación. La nitidez y la capacidad de visualización tridimensional del estereomicroscopio son cruciales para apreciar los patrones de setas, la ornamentación cuticular y las marcas distintivas como la "Y" cefálica y los puntos abdominales, caracteres morfológicos esenciales para la taxonomía y el manejo de esta plaga (Nájera-Miramontes et al., 2016).

*Mortalidad de *S. frugiperda* bajo el efecto del extracto de Neem*

El porcentaje de mortalidad del gusano cogollero en diferentes categorías de tamaño larval (5-7 mm, 8-10 mm, 11-15 mm, >16 mm) para cada uno de los tratamientos con extracto de hoja de neem alcanzada a los 7 días de iniciado el tratamiento, se muestra en la figura 3.

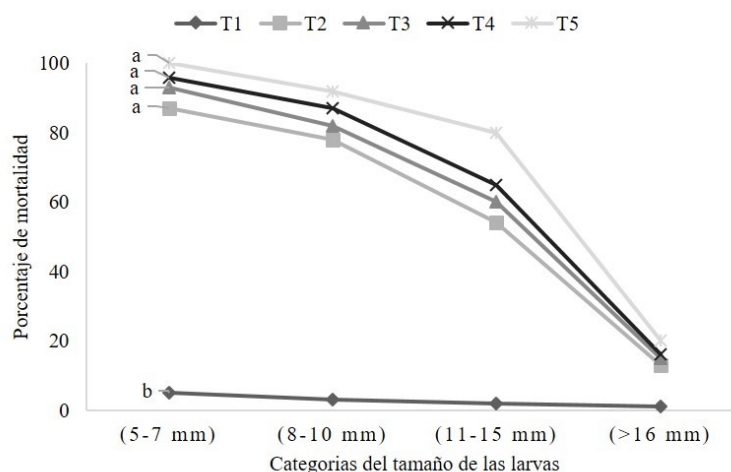


Figura 3. Mortalidad de la *S. frugiperda* bajo el efecto del extracto de hoja de neem /

Figure 3. Mortality of *S. frugiperda* under the effect of neem leaf extract

E.E.: 7,61 T1 (Control), T2 (25%), T3 (50%), T4 (75%) y T5 (100%)

La figura confirma la efectividad del extracto de hoja de neem en el control de la mortalidad del gusano cogollero, especialmente en las larvas más jóvenes. Las diferentes concentraciones probadas muestran una efectividad similar, lo que podría implicar que concentraciones más bajas podrían ser suficientes para lograr un control significativo, al menos en las primeras etapas larvales. Esta observación es consistente con la literatura que indica que los insectos en sus primeros estadios larvales suelen ser más vulnerables a los efectos de los insecticidas botánicos debido a su menor tamaño y menor desarrollo de mecanismos de desintoxicación (Devine et al., 2008). Por lo tanto, el monitoreo temprano de las infestaciones y la aplicación oportuna de extracto de neem podrían optimizar su eficacia en el manejo integrado de plagas del gusano cogollero.

El análisis de varianza (ANOVA) mostro diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad entre los diferentes tratamientos con extracto de hoja de neem. Las medias de mortalidad para los tratamientos T5 (100%), T4 (75%), T3 (50%) y T2 (25%) no son significativamente diferentes entre sí, es decir las concentraciones de extracto de neem del 25% al 100% producen niveles de mortalidad estadísticamente similares en las condiciones de este experimento. Mientras que, la media de mortalidad para el tratamiento T1 (Control) alcanzó un porcentaje de mortalidad muy bajo y consistentemente inferior al de los otros tratamientos en todas las categorías de tamaño de las larvas, siendo así, para las larvas de (5-7 mm) alcanzo un porcentaje de mortalidad por debajo del 5%, llegando a disminuir incluso más, cercana a 0% para las demás categorías de larvas, indicando una diferencia significativa ($p > 0.05$) según la prueba de LSD de Fisher.

Este hallazgo concuerda con la presencia de azadiractina determinada por HPLC-UV en las muestras de neem y estudios previos que han documentado las propiedades insecticidas del neem, son atribuidas principalmente a la azadiractina, un tetranortriterpenoide (familia de los triterpenoides) que interfiere con el sistema hormonal de los insectos, afectando su alimentación, crecimiento y reproducción (Esparza-Díaz et al., 2010). La alta mortalidad observada en las larvas tratadas con neem, independientemente de la concentración (dentro del rango estudiado), subraya el potencial de este biopesticida como una alternativa viable a los insecticidas sintéticos en el manejo de *S. frugiperda*.

Conclusiones

El tamizaje fitoquímico reveló una rica composición del extracto de neem con triterpenos/esteroides, alcaloides, flavonoides/antocianinas y fenoles, sugiriendo potencial para el control de plagas. La presencia de azadiractina se confirmó con alta confiabilidad ($R^2 = 0,99$) mediante HPLC-UV, validando el método de cuantificación. La identificación morfológica de *S. frugiperda* fue precisa gracias a la observación de rasgos distintivos bajo estereomicroscopio.

El análisis experimental demostró que el extracto de hoja de neem es efectivo para aumentar la mortalidad del gusano cogollero en comparación con el tratamiento control, dentro de las concentraciones probadas (25 % al 100 %). Esto indica que incluso concentraciones bajas del extracto podrían ser suficientes para controlar la plaga, lo que subraya su potencial como biopesticida.

Referencias

- Amaya Vesga, Á. A., Carvajal Grimaldos, A. C., Gómez Tarazona, R. A., & Mendoza Castellanos, Y. R. (2023). Demostración práctica de la importancia de la longitud de onda en la espectroscopía Ultravioleta Visible. *Educación Química*, 34(2), 40–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.83275>
- Ávila-Martínez, D., Cervantes-Ortiz, F., Rodríguez-Pérez, G., Gámez-Vázquez, A. J., García-Rodríguez, J. G., & Mendoza-Elos, M. (2023). Daño y dinámica poblacional del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en líneas elite de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/am.2023.53809>
- Barceló-López, M. T., González-Díaz, Y., & Cambara-González, D. (2024). Propiedades fisicoquímicas del aceite extraído de las semillas de *Azadirachta indica* A. Juss en Guantánamo. *Tecnología Química*, 44(1), 63–74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852024000100063&script=sci_abstract
- Barros-Ríos, J., Malvar, R. A., & Santiago, R. (2011). Función de la pared celular del maíz (*Zea mays* L.) como mecanismo de defensa frente a la plaga del taladro (*Ostrinia nubilalis* Hüb. y *Sesamia nonagrioides* Lef.). *Revista de Educación Bioquímica*, 30(4), 132–142. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=36109>
- Devine, G. J., Eza, D., Ogosuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 74–100. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000100011&script=sci_arttext&tlng=en
- Díaz, M. T. L., & Ortíz, J. E. (2005). Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La Habana (Cuba). *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 37(2), 41–50. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382838551004>
- Esparza-Díaz, G., López-Collado, J., Villanueva-Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., Otero-Colina, G., & Camacho-Díaz, E. (2010). Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44(7), 821–833. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952010000700008&script=sci_arttext
- Fong Lores, O., Berenguer Rivas, C., de la Vega Acosta, J., Wawoe Díaz, N., & Puente Zapata, E. (2014). Potencial antioxidante de un extracto acuoso de hojas del NIM (*Azadirachta indica* A. Juss). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(2), 205–207. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962014000200009&script=sci_arttext&tlng=pt
- Gil, M. L., García, A. M. C., & Gamboa, J. A. P. (2022). Efecto antifúngico del extracto etanólico foliar de *Azadirachta indica* con el fluconazol sobre *Candida albicans*. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 7(2), 71–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.26722/rpmi.2022.v7n2.22>
- González-Maldonado, M. B., Gurrola-Reyes, J. N., & Chaírez-Hernández, I. (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 41(2), 200–

204. http://www.scielo.org/co/scielo.php?pid=S0120-04882015000200009&script=sci_arttext

- Gualtieri, M., Villalta, C., M Guillén, A., Lapenna, E., & Andara, E. (2004). Determinación de la actividad antimicrobiana de los extractos de la *Azadirachta indica* A. Juss (Neem). *Revista Del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 35(1), 12–16. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772004000100003
- Herrera, N. C., Romero, J. S., & Quiñones-Galvez, J. (2023). Utilización de extractos de hojas de *Azadirachta indica* en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos. *Revista de Producción Animal*, 35(2), 73–88. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202023000200073&script=sci_arttext
- López-Rodríguez, C. E., Urrego Tunjuelo, C. P., & Urrego Tunjuelo, A. R. (2023). Propuesta metodológica para la adopción de buenas prácticas en agricultura sostenible dirigida a productores colombianos. *Producción + Limpia*, 18(1), 90–108. <https://doi.org/https://doi.org/10.22507/pml.v18n1a7>
- Lores, O. F., Rivas, C. B., de la Vega Acosta, J., Díaz, N. W., & Zapata, E. P. (2014). Antioxidant potential of an aqueous leaf extract of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(2), 205–207. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=53773>
- Martínez-González, S., Avila-Ramos, F., Castro, M. A., Trujillo, G. U. B., Martínez, C. E. I., & Gasca, C. A. C. (2023). El potencial uso de la herbolaria en la medicina veterinaria. *Productos Académicos Digitales*, 116–126. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.73.2>
- Morales, P., Noguera, Y., Escalona, E., Fonseca, O., Rosales, C., Salas, B., Ramos, F., Sandoval, E., & Cabañas, W. (2010). Sobrevivencia larval de *Spodoptera frugiperda* Smith con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*, 60(4), 375–380. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400007
- Nájera-Miramontes, D., Ordóñez-García, M., Ríos-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D. I., Acosta-Muñiz, C. H., Zamudio-Flores, P. B., Romo-Chacón, A., & Jacobo-Cuéllar, J. L. (2016). Depredación por *Podisus maculiventris* (Say) sobre larvas de *Choristoneura rosaceana* (Harris). *Acta Zoológica Mexicana*, 32(2), 147–152. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372016000200147&script=sci_arttext
- Nava-Pérez, E., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J. R., & Vázquez-Montoya, E. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3b), 17–29. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177003>
- Ríos, M. T. R. (2024). Evaluación de extractos vegetales a base de tártago (*Ricinus communis*), NEEM (*Azadirachta indica*) y ajo (*Allium sativum*) para el control de la plaga (*Agraulis vanillae*) en un cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims). *Revista Científica Multidisciplinaria Columbia ProInv*, 1(1), 77–86. <https://revistas.posgradocolumbia.edu.py/index.php/columbiaproinv/article/view/93>
- Rodríguez-Soto, J. C., Salazar Castillo, M. L., & Contreras Quiñones, M. (2018). Efecto de diferentes surfactantes sobre larvas III de *Spodoptera frugiperda* Smith bajo condiciones de laboratorio y de campo. *Arnaldoa*, 25(3), 1041–1052. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25315>
- Saldaña, R. A. C., López, M. P., Camilo, R. M., Marina, M. Á. S., & Larramendi, L. A. R. (2024). Uso y conocimiento tradicional de plantas medicinales en comunidades de Villa Corzo, Chiapas, México. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 23(2), 257–272. <https://doi.org/https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.2.18>
- Sosa-Castañeda, J., Celaya-Michel, H., Anaya-Islas, J., Barrera-Silva, M. Á., Barrales-Heredia, S. M., Nieblas-López, M., Osuna-Chávez, R. F., Ibarra-Zazueta, C., López-Robles, G., & Heredia-Castro, P. Y. (2019). Extractos hidro-etanólicos de plantas comestibles como alternativa para controlar bacterias patógenas, parásitos e insectos en la industria pecuaria. *Biotecnia*, 21(2), 47–54. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971083006>
- Tulashie, S. K., Adjei, F., Abraham, J., & Addo, E. (2021). Potential of neem extracts as natural insecticide against

fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (JE Smith))(Lepidoptera: Noctuidae). *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100130>

Valencia, P. E., Zhiminaicela-Cabrera, J., & Herrera-Reyes, S. (2024). Control de *Spodoptera frugiperda* mediante insecticida aplicado con drones y aguilón fumigador. *Ciencia En Desarrollo*, 15(1), 13–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01217488.v15.n1.2024.16649>

Vera, J., Gavin-Moyano, C., Villamar, M., Ortiz, J., Sevilla, J., Lucas, L., & García, B. (2024). Chemical study of the macrophyte duckweed (*Lemna minor* L.). *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 42(1), e254202. Retrieved from <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/43124>

Vera-Rodríguez, J. H., Palacios-Mayorga, A. S., Macías-Rojas, H. A., Barragán-Taco, E. M., & Palacios-García, A. M. (2025). Efecto antifúngico de extracto hidroetanólico de propóleo sobre *Nigrospora osmanthi*. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 29(2), 111-121. <http://hct.cigetgtmo.co.cu/revistahct/index.php/hct/article/view/1512>

Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., & Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>

Zepeda-Jazo, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 99–108. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-54722018000100099&script=sci_arttext

AmeliCA

AmeliCA
Ciencia Abierta para el Bien Común

Vera-Rodríguez, José Humberto; García-Mata, Byron
Eduardo; Rios-Catota, Daicy Veronica; Vera-Loor, Leila
Estefanía; Vera-Freire, Estefania Zulay; Lopez-Orellana,
Angie Pamela

Extracto etanólico de *Azadirachta indica* como control biológico
de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:
Noctuidae)

*Ethanollic extract of Azadirachta indica as a biological control of
Spodoptera frugiperda larvae (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)*

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias
núm. 24, e0049, 2025
Universidad Nacional del Litoral, Argentina
revistafave@fca.unl.edu.ar

ISSN: 2346-9129
ISSN-E: 2346-9129

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0049>