

Carlos Rafael Sánchez-Cabrera¹

E-mail: crsanchez64@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1515-3694>

Yhosvanni Pérez-Rodríguez²

E-mail: yprodriguez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-8961>

Anay Cabrera-Fernández³

E-mail: acabrera@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3405-0210>

Caridad Terry-Espinosa²

E-mail: ctespinosa@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6416-8035>

¹ Empresa Agropecuaria Horquita, Cienfuegos. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

³ Dirección de Educación Municipal Abreus. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Sánchez-Cabrera, C. R., Pérez-Rodríguez, Y., Cabrera-Fernández, A., & Terry-Espinosa, C. (2026). Potencialidades de diferentes concentraciones de *Artemisia absinthium* L. sobre *Sitophilus oryzae* L. *Revista UGC*, 4(2), 213-219.

Fecha de presentación: 12/12/2025

Fecha de aceptación: 22/02/2026

Fecha de publicación: 01/04/2026

RESUMEN

La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. El uso intensivo de productos químicos para el control de *Sitophilus oryzae* L., insecto que ocasiona graves daños a los granos almacenados, ha favorecido la aparición de poblaciones resistentes, lo que hace necesaria la búsqueda de alternativas eficaces y de menor impacto ambiental, como los polvos vegetales. Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de polvo de *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae) sobre *S. oryzae* en condiciones in vitro, se realizó un ensayo bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos: 0 (control), 0,5, 1,0 y 1,5 % del polvo de hojas de la especie con relación al peso de las semillas de maíz *Zea mays* L., con 15 repeticiones por tratamiento. Se utilizaron adultos de *S. oryzae* alimentados con granos de maíz en frascos de 0,12 L. Se evaluó el porcentaje de mortalidad a los 15 días posteriores a la aplicación, la pérdida de peso de los granos a los 55 días, el índice de repelencia y el posible efecto del polvo sobre la germinación de las semillas. Los datos de mortalidad se transformaron mediante la función $2\arccos(\sqrt{(\text{porcentaje}/100)})$ y se sometieron a análisis de

varianza con el paquete estadístico SPSS versión 21. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$). El polvo de *A. absinthium* al 1 % mostró un efecto insecticida del 57,57 %, considerándose prometedor en las variables de mortalidad, repelencia y pérdida de peso, sin afectar la germinación de las semillas de maíz.

Palabras clave:

Gorgojo del arroz, polvo vegetal, insecticida botánico, control alternativo.

ABSTRACT

The research was conducted in the laboratories of the Faculty of Agricultural Sciences at the University of Cienfuegos, Cuba. The intensive use of chemical products for the control of *Sitophilus oryzae* L., an insect that causes severe damage to stored grains, has favored the emergence of resistant populations, making it necessary to search for effective and environmentally friendly alternatives, such as plant powders. In order to evaluate the effect of different concentrations of *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae) powder on *S. oryzae* under in vitro conditions, a trial was conducted under a completely randomized design with four treatments: 0 (control), 0,5, 1,0, and

1,5 % of leaf powder from the species relative to the weight of maize seeds (*Zea mays* L.), with 15 replications per treatment. Adult *S. oryzae* specimens fed with maize grains were used in 0.12 L flasks. The following variables were evaluated: mortality percentage at 15 days after application, grain weight loss at 55 days, repellency index, and the potential effect of the powder on seed germination. Mortality data were transformed using the arcsine function ($2 \times \arcsine(\sqrt{\text{percentage}/100})$) and subjected to analysis of variance using the SPSS statistical package version 21. Mean comparisons were performed using Tukey's test ($p < 0,05$). A. absinthium powder at 1 % showed an insecticidal effect of 57,57 %, considered promising for the variables of mortality, repellency, and weight loss, without affecting maize seed germination.

Keywords:

Rice weevil, plant powder, botanical insecticide, alternative control.

INTRODUCCIÓN

Los cereales constituyen un pilar fundamental en la alimentación humana y animal, por lo que su protección resulta clave para mejorar la nutrición y promover una agricultura sostenible. Se estima que a nivel mundial se pierde el 30 % de las cosechas debido a plagas de insectos (Abebe, 2009). Esta problemática se agrava en los países en desarrollo, donde las pérdidas pueden alcanzar hasta el 50 % (García-Lara et al., 2004). La incidencia de plagas afecta directamente las condiciones de almacenamiento, transporte y conservación de los granos, alterando la dinámica de los mercados y comprometiendo la seguridad alimentaria (Zárate & Miranda, 2016).

Anualmente, un tercio de la producción mundial de alimentos es destruida por plagas, tanto en campo como en poscosecha. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las pérdidas globales de granos durante el almacenamiento podrían alimentar a más de 130 millones de personas. En la etapa de poscosecha, las mermas oscilan entre el 5 y el 30 % del peso total de los granos; de este porcentaje, entre el 5 y el 10 % es atribuible directamente a los insectos plaga.

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más afectados durante el almacenamiento por diversos factores, entre los que destacan enfermedades, insectos y roedores, los cuales no solo dañan el grano, sino que también disminuyen su calidad y provocan contaminación. Las pérdidas mundiales en este cultivo por concepto de insectos en almacén se estiman en un 12,4 %.

En Cuba, diversos estudios han documentado la entomofauna asociada a los almacenes de alimentos. Una de las plagas más destructivas por su capacidad de daño tanto en estado adulto como larval y su amplia distribución mundial es *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae),

considerada la principal plaga de cereales almacenados en regiones cálidas. Este gorgojo es una plaga primaria que reduce la cantidad, calidad, valor nutritivo y viabilidad de los granos, infestando cultivos como arroz, trigo, maíz y sorgo. En años recientes, se ha reportado en diversos países causando pérdidas significativas en maíz almacenado (Padmasri et al., 2017). Asimismo, se le reconoce como la población de insectos más abundante en silos no tratados.

Estudios realizados en silos metálicos refrigerados de Cienfuegos reportan afectaciones al maíz almacenado que llegaron a impedir su consumo. Valdés et al. (2008) documentaron en la provincia de Villa Clara que el porcentaje de granos afectados por este insecto fue mayor en el maíz (27,3 %), seguido del arroz y el chícharo con más del 6 % de daño. Tradicionalmente, el control de estas plagas se ha basado en insecticidas de contacto, como organofosforados y piretroides, así como en fumigantes tipo bromuro de metilo o fosfuro de aluminio. No obstante, el uso de estos compuestos presenta desventajas significativas, entre ellas el riesgo de residuos tóxicos en los granos, intoxicación de aplicadores y consumidores, contaminación ambiental y desarrollo de resistencia (White & Leesch, 2000).

Ante este panorama, los extractos vegetales han cobrado relevancia como alternativa sostenible. Rajendran & Sriranjini (2008) destacan su carácter preventivo, bajo costo, seguridad para aplicadores y consumidores, y su compatibilidad con el medio ambiente. Estos extractos actúan como repelentes, disuasivos de la oviposición y la alimentación, o como reguladores del crecimiento, lo que los convierte en herramientas útiles para el manejo ecológico de plagas. Entre las especies vegetales con potencial insecticida se encuentra *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae), una planta aromática y medicinal cuyos aceites esenciales han mostrado efectos acaricidas, insecticidas y fungicidas (Chiasson et al., 2001). En particular, se ha documentado su actividad insecticida contra gorgojos (Kordali et al., 2006), así como su uso tradicional como repelente de moscas, mosquitos, polillas y garrapatas (Ertürk & Uslu, 2007). Además, algunos extractos de esta especie han sido evaluados como agentes nematocidas (Niranjan, 2010).

Por todo lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar las potencialidades de diferentes concentraciones del polvo de *Artemisia absinthium* L. sobre *Sitophilus oryzae* L. en condiciones *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. Se utilizaron 30 parejas de adultos de *Sitophilus oryzae* L. procedentes de una cría sucesiva establecida en el laboratorio. Los insectos se colocaron en dos frascos de vidrio de 5 L de capacidad, cubiertos con

mallas de 60 mesh para permitir el intercambio gaseoso y evitar su escape, según recomendaciones de Valdés (2012). La cría se mantuvo de forma permanente para la realización de los ensayos. Los insectos se alimentaron con semillas de maíz (*Zea mays* L.) var. TGH, siguiendo la metodología de Singh y Saini (1979) para favorecer su reproducción y multiplicación. Las semillas fueron seleccionadas previamente y sometidas a un período de aislamiento de 30 días para garantizar que no estuvieran infestadas por insectos u hongos.

Con el objetivo de conservar la variabilidad genética de la población, cada tres meses se introdujeron 10 parejas de adultos provenientes de nuevas crías obtenidas en laboratorio, cuyos progenitores fueron colectados en silos infestados por *S. oryzae*. Para ello, los insectos colectados fueron identificados y colocados por parejas en tubos de ensayo con 10 semillas de maíz durante 20 días. Posteriormente, las semillas se transfirieron a placas de Petri (9 cm de diámetro). Una vez emergidos, los adultos de la nueva generación se integraron a los frascos de cría junto con los provenientes de generaciones previas. Para el montaje de los bioensayos, se seleccionaron al azar adultos de la población del laboratorio. La cantidad de insectos utilizados varió según los requerimientos de cada experimento. La diferenciación de sexos se realizó con base en el dimorfismo sexual de la especie, y se emplearon insectos de 10 días de emergidos.

Material vegetal

Artemisia absinthium L. es una especie disponible en la región central de Cuba, identificada por el Jardín Botánico de Cienfuegos. La confirmación taxonómica se realizó mediante comparación con ejemplares depositados en el herbario de dicha institución, utilizando descriptores botánicos, registros históricos y número de colección. Se recolectaron hojas adultas en horario de 9:00 a 11:00 h, tomadas a partir del segundo par de hojas cercanas al tallo, a una altura de 2 m del suelo, se siguió el criterio de muestreo propuesto por Vogel et al. (1997), que consiste en seleccionar hojas al azar en diferentes posiciones alrededor del tallo, considerando los puntos cardinales.

El material vegetal se colocó en bolsas de nylon y se trasladó al Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias, donde se lavó con abundante agua corriente para eliminar impurezas externas y se enjuagó con agua

destilada. El secado se realizó en estufa (Boxun) a 40 °C, registrando el peso cada dos días hasta alcanzar peso constante. Los frascos de 0.12 L utilizados en los experimentos se esterilizaron en autoclave a 40 °C y 1.5 atm de presión durante 30 minutos. Posteriormente, se secaron a 40 °C por 24 horas en estufa antes de su uso.

El material vegetal se molió por separado en un molino C&N Junior (origen alemán), obteniendo partículas menores a 1 mm, conforme a lo recomendado por Ramírez (2005). Los polvos se almacenaron en frascos de vidrio de 250 mL, debidamente etiquetados, sellados y conservados en lugar fresco, seco y oscuro hasta su utilización.

Como sustrato alimenticio y de infestación se empleó maíz (*Z. mays* var. TGH), dada la preferencia de *S. oryzae* por este grano y el tamaño de la semilla, que facilita la diferenciación entre granos dañados y no dañados.

Evaluación del efecto del polvo vegetal sobre *S. oryzae* en semillas de maíz

Para determinar el comportamiento de *S. oryzae* ante mezclas de semillas con polvos de *A. absinthium*, se realizó un bioensayo en frascos de vidrio de 0.12 L previamente rotulados. Cada frasco recibió 10 g de semillas previamente seleccionadas (sin daños aparentes) y la dosis correspondiente de polvo vegetal. Posteriormente, se infestó con 10 adultos de *S. oryzae*, se cerró herméticamente y se selló con Parafilm® M (Chicago, IL, EE. UU.). Los frascos se mantuvieron en oscuridad total durante el ensayo.

Comparación del porcentaje de mortalidad

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos: tres concentraciones de polvo vegetal (0,5 %, 1,0 % y 1,5 % p/p con respecto al peso de las semillas) y un control sin polvo. Cada tratamiento contó con cinco repeticiones, y cada frasco constituyó una unidad experimental.

Las variables evaluadas fueron:

- Porcentaje de mortalidad a los 15 días de aplicados los tratamientos.
- La valoración del porcentaje de mortalidad se obtuvo con la ayuda de la fórmula (F1) propuesta por Abbott (1925):

$$\text{Mortalidad corregida} = \frac{\text{Mortalidad del tratamiento} - \text{Mortalidad en el testigo}}{100 - \text{Mortalidad del testigo}} \times 100 \quad (\text{F1})$$

- Pérdida de peso de los granos a los 55 días. Se utilizó la fórmula (F2) propuesta por Adams & Schulten (1976):

$$Pp = \frac{Ngd}{2ng} \times 100 \times C \quad (\text{F2})$$

Donde:

Pp = Porcentaje de pérdida de peso

Ngd = Número de granos dañados

Ng = Número total de granos

Esta fórmula no considera la pérdida de humedad como factor asociado al tratamiento, lo cual es aceptable dado que el objetivo fue evaluar exclusivamente el daño causado por los insectos.

Los datos de mortalidad y pérdida de peso se transformaron mediante la función arcoseno ($2 \times \arcseno(\sqrt{(\text{porcentaje}/100)})$) para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, verificados mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por la prueba de Tukey ($p < 0,05$), utilizando el software SPSS versión 21.

Determinación del índice de repelencia

El efecto repelente del polvo de *A. absinthium* se evaluó mediante un olfatómetro de arena, siguiendo un diseño de cinco cámaras circulares de plástico (11 cm de diámetro x 6 cm de altura), conectadas entre sí por tubos de 10 cm de longitud. La cámara central se conectó con las cuatro periféricas, donde se colocaron los tratamientos: 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % y el control sin polvo, distribuidos en posiciones opuestas. En la cámara central se liberaron 50 adultos de *S. oryzae*. Transcurridas 24 horas, se contabilizó el número de insectos presentes en cada cámara. El índice de repelencia (IR) se calculó (F3) según la metodología de Mazzonetto (2002):

$$\text{Índice de repelencia} = \frac{2G}{G+P} (F3)$$

Donde:

G = Porcentaje de insectos en el tratamiento

P = Porcentaje de insectos en el tratamiento control

Criterios de interpretación:

IR = 1: Neutro

IR > 1: Atrayente

IR < 1: Repelente

El ensayo contó con cinco repeticiones, conforme a lo indicado por Tavares (2002).

Evaluación del efecto del polvo vegetal sobre la germinación del maíz

Se realizó un ensayo de germinación con las concentraciones de polvo que mostraron efecto promisorio sobre la mortalidad de *S. oryzae*. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y 15 repeticiones cada uno:

- Tratamiento I: semillas tratadas con polvo de *A. absinthium* al 0,5 % (p/p)

- Tratamiento II: semillas tratadas con polvo de *A. absinthium* al 1,0 % (p/p)
- Tratamiento III: semillas tratadas con polvo de *A. absinthium* al 1,5 % (p/p)
- Tratamiento IV: control absoluto (semillas sin tratar)

Cada unidad experimental consistió en una placa de Petri (13,7 cm de diámetro x 1,8 cm de altura) con papel filtro cualitativo estéril (Brand, China) humedecido con 2 mL de agua destilada. Sobre este se colocaron 25 semillas de maíz, separadas uniformemente. Las placas se mantuvieron en condiciones controladas (20 °C, 95 % HR, iluminación natural difusa). Se consideraron germinadas aquellas semillas cuya radícula alcanzó al menos 0,5 mm de longitud y cuyas plántulas no presentaron manchas necróticas o mostraron síntomas incipientes. El conteo se realizó a los 3, 5 y 7 días. Los datos del primer conteo (3 días) se analizaron por separado como indicador de velocidad de germinación y vigor (Craviotto & Arango, 2012).

El procesamiento de los datos de repelencia y germinación se realizó con Microsoft Excel Professional Plus 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del polvo de *Artemisia absinthium* sobre la mortalidad de *Sitophilus oryzae*

El polvo de *A. absinthium* mostró un efecto insecticida creciente en función de la concentración aplicada. A la concentración del 1 % se alcanzó una mortalidad del 57,57 %, valor que supera el 50 % establecido por Lagunes (1994) como criterio para considerar promisorio un polvo vegetal. La concentración del 1,5 % produjo una mortalidad de 63,63 %, mientras que al 0,5 % se obtuvo un 38,38 % (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto del polvo vegetal de *A. absinthium* a diferentes concentraciones sobre la mortalidad de *S. oryzae* en condiciones *in vitro*.

Tratamientos	Porcentaje	Datos Transformados
Tratamiento 0,5 %	38,38 %	1,34 ^b
Tratamiento 1%	57,57 %	1,73 ^a
Tratamiento 1,5%	63,63 %	1,86 ^a
Control	1	0,09 ^c

Medias con letras iguales en la columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Todos los tratamientos con polvo vegetal mostraron diferencias significativas respecto al control. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones del 1 % y 1,5 %, lo que sugiere que a partir del 1 % se alcanza un umbral de efectividad donde incrementos adicionales en la dosis no se traducen en aumentos proporcionales de la mortalidad. Este comportamiento podría deberse a una posible saturación de los sitios de acción de los compuestos activos presentes en el polvo o a limitaciones en la absorción por parte de los insectos (Isman, 2006).

Efecto del polvo de *A. absinthium* sobre la pérdida de peso de los granos

La pérdida de peso de las semillas tratadas con polvo de *A. absinthium* fue inferior a la registrada en el control (12,09 %). El menor porcentaje de pérdida se observó con la concentración del 1,5 % (3,91 %), seguida del 1 % (5,13 %) y el 0,5 % (8,04 %) (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del polvo vegetal de *A. absinthium* a diferentes concentraciones sobre la pérdida de peso del grano de *Zea mays* en condiciones *in vitro*.

Tratamientos	Porcentajes peso	Datos Datos Transformados
Tratamiento 0,5 %	8,04	1,8626 ^b
Tratamiento 1 %	5,13	1,3899 ^a
Tratamiento 1,5 %	3,9	1,1879 ^a
Control	12,09	2,8755 ^c

Medias con letras iguales en la columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Todos los tratamientos con polvo vegetal mostraron diferencias significativas respecto al control. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones del 1 % y 1,5 %, lo que sugiere que a partir del 1 % se alcanza un umbral de efectividad donde incrementos adicionales en la dosis no se traducen en aumentos proporcionales de la mortalidad. Este comportamiento podría deberse a una posible saturación de los sitios de acción de los compuestos activos presentes en el polvo o a limitaciones en la absorción por parte de los insectos (Isman, 2006).

Al igual que en la variable mortalidad, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos del 1 % y 1,5 %. No obstante, se observó una tendencia a una mayor protección del grano con el incremento de la concentración, lo que sugiere que dosis más altas podrían ofrecer una barrera física o química más efectiva contra el daño de los insectos. Los valores obtenidos se encuentran por debajo del 20 % de pérdidas reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2005) para granos almacenados y del 9 % señalado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Nicaragua (2006) específicamente para

maíz. Estas diferencias pueden atribuirse al efecto protector del polvo vegetal, que reduce la alimentación y supervivencia de los insectos, así como a las condiciones controladas del ensayo.

Efecto repelente del polvo de *A. absinthium*

El polvo de *A. absinthium* mostró un efecto repelente pronunciado en todas las concentraciones evaluadas ($IR < 1$). El índice de repelencia (IR) fue de 0,04 para la concentración del 1 %, 0,09 para el 0,5 % y 0,02 para el 1,5 % (Figura 1). No se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones del 1 % y 1,5 %, aunque ambas difirieron del control y del tratamiento al 0,5 % (Figura 1).

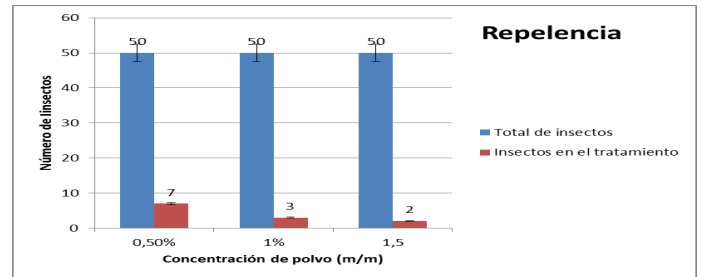


Figura 1. Efecto del polvo vegetal de *A. absinthium* a diferentes concentraciones como repelente sobre *S. oryzae* en condiciones *in vitro*.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sighamony et al. (1984), quienes concluyen que a la concentración más alta evaluada se alcanza un mayor efecto repelente. Nerio et al. (2010) afirman que a mayor concentración de polvo se obtiene un incremento del efecto repelente de los mismos.

Efecto del polvo de *A. absinthium* sobre la germinación de semillas de maíz

Se realizó la prueba de germinación para descartar posibles efectos negativos del polvo de *A. absinthium* en las semillas de *Z. mays*. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el control, lo que representa la ausencia de algún efecto negativo para la germinación de las semillas de *Z. mays* (Figura 2).

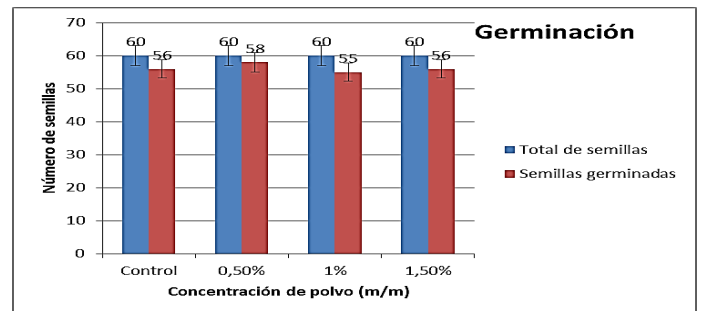


Figura 2. Efecto del polvo de *Artemisia absinthium* L. sobre la germinación de las semillas de *Zea mays* en condiciones semicontroladas.

La ausencia de fitotoxicidad observada constituye un aspecto favorable para el uso de este polvo vegetal como alternativa de protección de granos almacenados, ya que no compromete la calidad de la semilla para siembra futura.

CONCLUSIONES

El polvo de *Artemisia absinthium* L. mostró un efecto insecticida sobre *Sitophilus oryzae* L. en todas las concentraciones evaluadas, destacándose las concentraciones del 1 % y 1,5 % con mortalidades superiores al 57 %.

No se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones del 1 % y 1.5 % en las variables de mortalidad, pérdida de peso y repelencia, lo que sugiere que la concentración del 1 % podría ser la dosis óptima por su efectividad y menor cantidad de material vegetal requerido.

El polvo de *A. absinthium* ejerció un efecto repelente pronunciado sobre *S. oryzae* en todas las concentraciones evaluadas.

La aplicación del polvo de *A. absinthium* sobre semillas de maíz no afectó negativamente su germinación, lo que respalda su potencial uso en sistemas de almacenamiento que preserven la calidad de la semilla para siembra.

REFERENCIAS

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18*(2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Abebe, F. (2009). Resistance of maize varieties to the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). *African Journal of Biotechnology*, 8(21), 5937-5943. <https://doi.org/10.4314/ajb.v8i21.66077>
- Adams, J. M., & Schulten, G. G. M. (1976). Losses caused by insects, mites and microorganisms. En E. Harris & K. L. Lindblad (Eds.), *Postharvest grain loss assessment methods* (pp. 83-93). American Association of Cereal Chemists.
- Chiasson, H., Bélanger, A., Bostanian, N., Vincent, C., & Poliquin, A. (2001). Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction. *Journal of Economic Entomology*, 94(1), 167-171. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.1.167>
- Craviotto, R. M., & Arango, M. R. (2012). *Evaluación del vigor de semillas: metodologías*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

- Ertürk, Ö., & Uslu, İ. (2007). Antifeedant, growth and toxic effects of some plant extracts on *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera, Chrysomelidae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(6), 601-607. <https://www.environmentalbulletin.org/journal/index.php/JERS/article/view/1150/511>
- García-Lara, S., Bergvinson, D. J., Burt, A. J., Ramputh, A. I., Díaz-Pontones, D. M., & Arnason, J. T. (2004). The role of pericarp and cell wall components in maize weevil resistance. *Maydica*, 49(2), 111-118. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1546>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Nicaragua. (2006). *Insectos de granos almacenados*. http://www.inta.gob.ni/informacion_postcosecha/capacitaciones_tecnicas/publicaciones/insectos/main.htm
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Kordali, S., Aslan, I., Calmasur, O., & Cakir, A. (2006). Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Industrial Crops and Products*, 23(2), 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.05.005>
- Lagunes, A. (1994). *Extractos y polvos vegetales y minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia*. Colegio de Postgraduados-USAID-CONACYT-BORUCONSA.
- Mazzonetto, F. (2002). *Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre Zabrotes subfasciatus (Boh.) e Acanthoscelides obtectus (Say) (Col.: Bruchidae)* [Tesis de doctorado, Universidad de São Paulo].
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 101(1), 372-378. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>
- Niranjan Babu, M. (2010). *Phytochemical investigations and screening of antihyperlipidemic and antioxidant activities of some medicinal plants* [Tesis doctoral, JSS College of Pharmacy].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: causas y prevención*. <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- Padmasri, A., Srinivas, C., & Prasad, N. V. V. S. D. (2017). Management of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in maize by botanical seed treatments. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(12), 3543-3555. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.6.12.412>

- Rajendran, S., & Sriranjini, V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. *Journal of Stored Products Research*, *44*(2), 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.08.003>
- Ramírez, M. (2005). *Manual de técnicas de laboratorio para el control de calidad de insumos vegetales*. Editorial Universitaria.
- Sighamony, S., Anees, I., Chandrakala, T., & Osmani, Z. (1984). Natural products as repellents for *Tribolium castaneum* Herbst. *International Pest Control*, 26(6), 156-159.
- Zárate Malpica, H., & Miranda Zambrano, G. A. (2016). Impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria en zonas campesinas vulnerables de los Andes del Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 71-82. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n1/2007-0934-remexca-7-01-00071.pdf>

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Carlos Rafael Sánchez-Cabrera, Yhosvanni Pérez-Rodríguez, Anay Cabrera-Fernández, Caridad Terry-Espinosa: Concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción del manuscrito, revisión crítica del contenido, análisis estadístico, supervisión general del estudio.

Declaración ética:

El estudio se basó en el análisis de fuentes documentales y datos de acceso público, por lo que no implicó la participación directa de seres humanos. No se manejó información personal identificable.