

Estudio del efecto de aceites vegetales en el control del gorgojo (*Callosobruchus maculatus* f) en la conservación de granos de frijol caupí

Study of the effect of vegetable oils in the control of weevils (*Callosobruchus maculatus* f) in the preservation of cowpea beans

Alfredo R. Alvarez Serrano¹ (jgranos@ueica.hlg.minag.cu) (<https://orcid.org/0000-0001-7350-0581>)

Elaisis Milan Leyva² (elaisis@ueica.hlg.minag.cu) (<https://orcid.org/0000-0002-3217-3227>)

Yaniuska Matos Castillo³ (tecfrijol@ueica.hlg.minag.cu) (<https://orcid.org/0000-0002-4850-2988>)

Resumen

El gorgojo (*Callosobruchus maculatus* F) produce serios daños a los granos de frijol caupí, lo que impide su uso tanto como alimento como para semilla, y obliga a utilizar medidas tóxicas o alto consumidoras de energía para su conservación. Con el presente estudio se pretende proteger al frijol caupí destinado a semilla mediante una alternativa económica y amigable con el medio ambiente. Para ello se evaluó el efecto conservante de tres aceites vegetales diferentes (Neem, soya y piñón botija) a una dosis de 50 mL/kg de semilla. Los experimentos tuvieron un mes de duración y se desarrollaron a temperatura ambiente (32 ± 1 °C), en las instalaciones del Departamento de Granos de la UEICA (Unidad de extensión y capacitación agropecuaria de Holguín). Se empleó la variedad INIFAT-2002, y se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y un testigo (sin aceite), con cuatro réplicas. Como muestra se utilizaron 100g de granos por cada unidad experimental, los que fueron inoculados con 10 insectos adultos. Se evaluaron los porcentajes de infección y de germinación de los granos. Los tres aceites vegetales evaluados tuvieron un efecto positivo en la conservación de granos de frijol caupí, manteniendo el grado de infestación por debajo de un 6%, lo que contrasta con el testigo que terminó con todos los granos afectados. El porcentaje de germinación encontrado para los diferentes tratamientos al final del experimento fue: piñón botija (94.5 %), Neem (82.0 %), soya (76.0 %) y el testigo (0%).

Palabras claves: *Callosobruchus maculatus* (F), aceites vegetales, frijol caupí.

¹ Ingeniero agrónomo. Jefe de Departamento de Granos en la Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín, Cuba.

² Ingeniero agrónomo. Especialista en Sanidad Vegetal en la Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín, Cuba.

³ Técnico agrónomo. Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín, Cuba.

Abstract

The weevil (*Callosobruchus maculatus* F) causes serious damage to cowpea beans, which prevents their use both as food and as seed, and forces the use of toxic or energy-intensive measures for their conservation. The present study aims to protect cowpea beans for seed by means of an economical and environmentally friendly alternative. For this purpose, the preservative effect of three different vegetable oils (Neem, soybean and botija pine nut) was evaluated at a dose of 50 mL/kg of seed. The experiments lasted one month and were carried out at room temperature (32 ± 1 oC), in the facilities of the Grain Department of the UEICA (Agricultural Extension and Training Unit of Holguín). The INIFAT-2002 variety was used, and a randomized complete block design with three treatments and a control (without oil) was used, with four replicates. As a sample, 100 g of grains were used for each experimental unit, which were inoculated with 10 adult insects. The percentages of infection and germination of the grains were evaluated. The three vegetable oils evaluated had a positive effect on the preservation of cowpea beans, maintaining the degree of infestation below 6%, which contrasts with the control, which ended up with all the beans affected. The germination percentage found for the different treatments at the end of the experiment was: Piñón botija (94.5 %), Neem (82.0 %), soybean (76.0 %) and the control (0%).

Key words: *Callosobruchus maculatus* (F), vegetable oils, cowpea bean.

Efecto de las plagas en los granos. Generalidades

Las pérdidas que ocasionan las plagas en granos almacenados es uno de los problemas que enfrenta el agricultor en el período post-cosecha. Este aspecto, es particularmente importante en los países en vías de desarrollo, donde los productores a pequeña escala ven mermadas sus cosechas almacenadas a causa de roedores, insectos, hongos y bacterias. (Larraín, 1982, pp. 36-37)

Entre los métodos más comunes utilizados para el control de los insectos en granos se encuentran el uso de insecticidas protectores (piretroides) y de fumigantes (fosfina), siendo el fosfato de aluminio el principal precursor de éste último. (Sousa, Faroni, Guedes, Tótola, y Urruchi, 2008, pp. 379-385)

Sin embargo, el uso excesivo de insecticidas sintéticos puede ocasionar riesgos toxicológicos para la salud humana. Todo esto ha provocado que se incrementen las restricciones al uso de insecticidas para el control de plagas en productos almacenados.

Frente a esta situación, se han desarrollado varias investigaciones en busca de métodos alternativos en el control de insectos durante el almacenamiento de granos, entre los cuales se destaca los productos de origen vegetal (Aspromor, 2012). Las ventajas de estos productos se derivan fundamentalmente de su origen renovable, su rápida degradación e inocuidad de los subproductos derivados de ellos y, además, no crean resistencia. Estos productos están dirigidos, fundamentalmente, hacia la protección de granos de leguminosas.

El frijol caupí es una leguminosa muy importante (Fabaceae) usada como alimento y forraje en las sabanas semi-áridas tropicales, debido a su tolerancia a sequía y su capacidad para crecer en suelos de baja fertilidad y es, a la vez, un cultivo valioso para los agricultores de muchas regiones del mundo (Cardona, Jarma y Araméndiz, 2013). Asimismo, permite obtener rendimientos asequibles que van desde 0.8 a 1.0 tonelada por hectárea y en un corto período de tiempo, por lo que representa una fuente importante de ingresos para estos agricultores. El análisis bromatológico de las semillas demuestra que es buena fuente de proteína vegetal con 19 a 26% de proteína cruda. Esta proteína exhibe adecuado perfil de aminoácidos esenciales como lisina, valina, isoleucina, leucina, fenilalanina, arginina, histidina y treonina (Tshoyhote, Nesamvuni, Raphulu y Gous, 2003).

Sin embargo, el ataque de insectos plaga al frijol caupí, entre los que se destaca el gorgojo (*Callosobruchus maculatus* F.), ocasiona elevadas pérdidas durante su almacenamiento. Esto disminuye considerablemente el interés de los productores por esta especie, a pesar de sus numerosas ventajas tanto para ellos como para el país. Por tanto, la presente investigación está dirigida a la conservación de los granos de frijol caupí para semilla mediante una alternativa económica y que sea amigable con el medio ambiente. Particularmente, se evaluó el efecto conservante de tres aceites vegetales diferentes de Neem (*Azadirachta indica* Juss.), soya (*Glycine Max*) y piñón botija (*Jatropha curcas* L) contra el ataque del *Callosobruchus maculatus* F.

Procedimiento experimental

El trabajo se desarrolló en el Departamento de Granos, perteneciente a la Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín (UEICA), ubicada en la localidad de Velasco, municipio Gibara, provincia Holguín. Los experimentos tuvieron un mes de duración (15/10 al 15/11 de 2019) y se utilizaron granos de frijol caupí variedad INIFAT-2002 cosechados a inicios de octubre de ese mismo año.

Para conformar las distintas muestras experimentales, de una masa de 3kg, se seleccionaron los granos sanos sin perforaciones, los que fueron limpiados frotándolos con una tela para remover cualquier huevo del gorgojo que estuviera sobre ellas. Seguidamente se realizó una prueba para determinar el poder de germinación inicial de los granos seleccionados, encontrándose que de 100 semillas germinó un 98 %. En cada muestra experimental se pesaron en una balanza digital 100 g de semillas.

Por su parte, los bioensayos se desarrollaron a temperatura ambiente ($32\pm 1^{\circ}\text{C}$). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y un testigo, con cuatro réplicas, para un total de 16 parcelas. Los tratamientos consistieron en la aplicación de aceite de neem (T1), Soya (T2) y Piñón botija (T3), y un testigo o control (T4) sin aplicación de aceite. El aceite de soya se obtuvo de la red comercial de tiendas TRD, por lo que ya había experimentado un proceso de refinamiento químico. Por su parte, los aceites de neem y de piñón botija se procesaron en la misma UEICA con una máquina extractora de aceite y se utilizan sin ningún procesamiento adicional, es decir,

en estado virgen. La dosis de aceite empleada en todos los casos fue de 50 ml/kg de semilla.

Bioensayos

Los experimentos se iniciaron con insectos adultos sanos, tomados de los envases de crianza. En cada uno de las 16 muestras se distribuyeron 10 insectos sin sexar. Como recipientes, se utilizaron vasos plásticos de 100x60 mm (*altura x diámetro*), a los que se les colocó una tapa de cartulina horadada.

Las evaluaciones se realizaron a los 15 y 30 días de haber realizado la inoculación, contándose los insectos vivos y muertos presentes en cada unidad experimental. Los adultos fueron considerados muertos cuando no realizaron ningún movimiento de la antena o de alguna de las patas, permaneciendo inmóviles durante 45 segundos. Se evaluó el porcentaje de infestación y de mortalidad, los que se determinaron acorde a las ecuaciones 1 y 2 respectivamente.

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{Unidades afectadas}}{\text{Total de unidades observadas}} \times 100 \quad (1)$$

Donde las Unidades afectadas correspondieron a los granos que mostraron signos de daño, los que incluyeron la presencia de huevos y/o ventanas.

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Insectos muertos}}{\text{Total de insectos}} \times 100 \quad (2)$$

ABBOT, W.S. 1925

Finalmente, se realizó la prueba de germinación de forma simultánea en bandejas y en tubetes. Para la prueba en bandejas se extrajeron 100 granos al azar de cada muestra y se colocaron en una toalla húmeda. A los 4 días se realizó el conteo para conocer el porcentaje de germinación. En el caso de los tubetes, estos se llenaron con suelo y se depositaron las semillas a una profundidad aproximada de 1 cm, observándose durante 7 días.

Influencia de los aceites vegetales de neem, soya y piñón botija sobre el gorgojo (*Callosobruchus maculatus* F.)

En los granos de frijol caupí sin protección, luego de la infestación, bastaron solamente 30 días para perder completamente toda la muestra (Tabla1). En la práctica cotidiana de los agricultores, la infestación ocurre directamente en el campo, por lo que obliga al consumo acelerado del caupí en un breve espacio de tiempo después de la cosecha, limitando su valor comercial.

Tabla 1. Distribución de insectos a diferentes intervalos de tiempo.

Tratamientos	% de Infestación		Total de Insectos	% de Mortalidad
	15 Días	30 Días		
T1	3.45	5.50	116	75.9
T2	3.48	5.32	45	86.7
T3	3.72	5.46	91	70.3
T4	45.70	98.94	395	17.0

Por su parte, la impregnación de los granos de frijol caupí con aceites de neem, soya y piñón botija mostró un comportamiento beneficioso (Tabla 1) en la conservación de los mismos contra el ataque del gorgojo. Independientemente del tipo de aceite, el grado de infestación alcanzado estuvo aproximadamente en un 5%, lo que contrastó con el testigo el cual terminó con todos sus granos afectados.

Con relación a la cantidad global de insectos (vivos y muertos) se encontró que en el testigo se desarrollaron de 3 a 9 veces más insectos que en las restantes muestras tratadas con aceites (Tabla 1). Por tipo de fuente botánica de los aceites, en orden ascendente de la población de insectos, se ubicaron la soya (T2), seguido por el piñón botija (T3) y, finalmente, el neem (T1). Estos datos evidencian que los aceites vegetales estudiados presentan actividad biológica para el control del gorgojo (*Callosobruchus maculatus*).

La figura 1 muestra la variación en el tiempo del número de insectos adultos vivos encontrados en cada una de las cuatro muestras. Los granos de caupí del tratamiento control (T4), a los 15 días de la inoculación ya poseían 4 veces más insectos vivos que las muestras protegidas con los aceites vegetales, cantidad esta que a los 30 días ya se había triplicado. Esto evidencia el elevado poder destructivo del gorgojo sobre el frijol caupí.

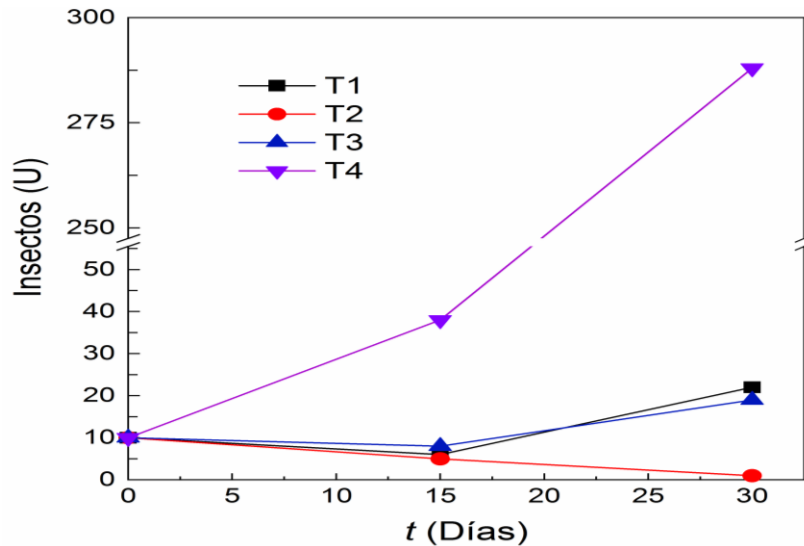


Figura1. Variación en el tiempo del número de insectos adultos vivos encontrados en las muestras.

En las muestras tratadas con aceites vegetales, durante la primera quincena se observó una ligera tendencia a la reducción de la población de insectos vivos, pero que se reversionó en los tratamientos T2 y T3 durante la segunda quincena. Al comparar el efecto de los tres aceites vegetales sobre el número de insectos vivos, solamente se apreciaron diferencias a los 30 días, momento en el que la muestra tratada con aceite de soya terminó con la población de insectos vivos reducida al mínimo.

Con relación al número de insectos muertos (Figura 2), el tratamiento T4 representa la morbilidad del gorgojo por causas naturales. A los 15 días, el número de insectos muertos en el tratamiento T4 fue el menor de todos los tratamientos, aun cuando su número total de insectos en ese momento era de 1.3 a 1.9 veces superior al resto de muestras (T1 al T3).

Esto reafirma lo discutido anteriormente sobre la actividad biológica de los aceites de neem, soya y piñón botija en el control del gorgojo (*Callosobruchus maculatus*). Por tipo de aceite, el mejor comportamiento en cuanto a la mortalidad del gorgojo lo presentó el aceite de soya (Tabla 1), seguido por el aceite de piñón de botija y, finalmente, por el aceite de neem. De forma general, los porcentajes de mortalidad encontrados para estos tres aceites permiten afirmar que ocurrió una acción insecticida favorable.

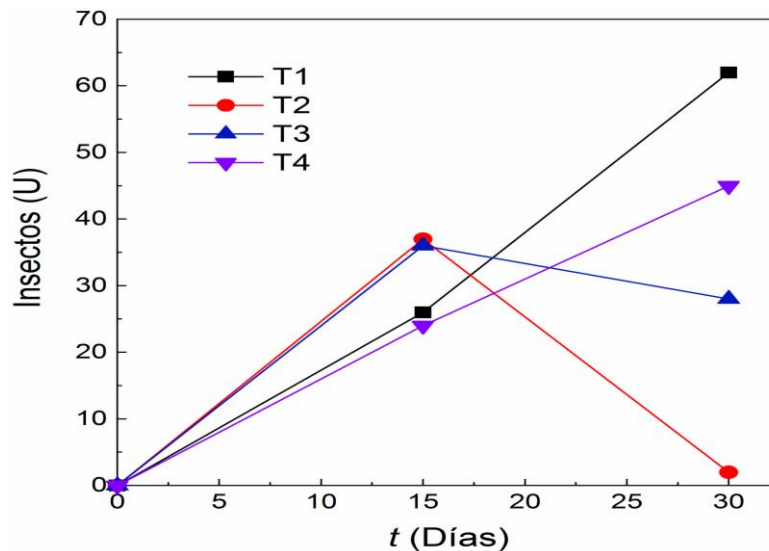


Figura 2. Variación en el tiempo del número de insectos adultos muertos encontrados en las muestras.

Se plantea que los aceites vegetales tienen un efecto ovicida, derivado de la limitación del intercambio gaseoso y de la alteración del equilibrio osmótico y de la actividad enzimática que conllevan a la muerte de los embriones (Davidson, Dibble, Flint, Marere, y Guye, 1991), previniendo la proliferación de la plaga. En este mismo orden los autores argumentan además que el aceite recubre al insecto adulto matándolo por asfixia.

Particularmente, se ha encontrado que el aceite de soya presenta una gran cantidad de monosacáridos que le proporciona características para el control de huevecillos y estados inmaduros, limitando el desarrollo de los insectos (Salas, 1985). Por su parte, el aceite de piñón de botija también ha sido utilizado para el control del escarabajo de la semilla *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) y su parasitoide, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera) en reservorios de granos de frijol caupí, con resultados similares a los encontrados en esta investigación (Kusi y Boateng, 2008).

Además, el trabajo realizado previamente por (Adebowale y Adedire, 2006), empleando un procedimiento similar con dosificaciones de aceite de piñón botija entre 0 y 2% a intervalos de 0.5%, demostró efectos anti ovoposición por parte de la plaga; encontrando que los componentes responsables del efecto tóxico del piñón botija fueron los ésteres de forbol y alcoholes terpénicos.

El extracto de semillas de Neem, es bien conocida como un potente inhibidor del crecimiento en insectos fitogénicos (Pavela, Kazda y Herda, 2009) los componentes del Neem como si fueran hormonas reales y estas bloquean su sistema endocrino, produciendo efectos: anti alimentarios, de repelencia, perturbando la fecundidad y la ovoposición, entre otros (Alibi, 2003 citado por Calvo, 2015). También, interrumpe la transición de los insectos entre sus diferentes estados de metamorfosis, como el paso

de larva a crisálida, debido a que bloquea las partes del cerebro de los insectos que producen hormonas vitales para la reproducción (Pérez y Vázquez, 2001).

Por otra parte, se ha demostrado que causa efectos profundos en los procesos reproductivos de los insectos machos y hembras (degenerado de ovarios). “En los insectos tratados con azadiractina, ésta interfiere en la síntesis de vitelogenina de la grasa corporal y su absorción por los huevos lo que resulta en una reducción en la fecundidad e incremento de la esterilidad” (Pérez y Vázquez, 2001, pp. 191-223).

Efecto de los aceites vegetales de neem, soya y piñón botija sobre el poder de germinación

Al realizar la primera evaluación de las muestras, se observó que en todos los tratamientos donde se aplicó uno de los aceites existía una porción de granos que estaban manchados, mostrando una coloración de amarillo ligero a amarillo pardo. Esta proporción de granos manchados se mantuvo constante en el tiempo. Esto podría estar indicando que el cambio de color se debe a que algunos granos habrían recibido una mayor cantidad de aceite que el resto, pudiendo verse afectado su poder germinativo. Por ello, se llevó a cabo una doble prueba de germinación, buscando el porcentaje de germinación global de cada muestra y, además, el poder de germinación de los granos manchados. En la tabla 2 se resumen los resultados obtenidos en esta doble prueba de germinación de los granos de caupí.

Tabla 2. Comportamiento de la germinación de los granos de caupí.

Tratamiento	% de Germinación		
	Inicial	Granos manchados	Granos sin manchas
T1	98	35.3	82.0
T2	98	34.5	76.0
T3	98	63.5	94.5
T4	98	0	0

La afectación originada por el gorgojo en el testigo eliminó completamente el poder germinativo de los granos de frijol caupí (Tabla 2). Además, se observó que el tratamiento con aceites vegetales de forma general tiende a reducir el poder germinativo de los granos de caupí. Particularmente, el aceite de piñón botija fue el que menos afectó a la germinación del frijol caupí con 94.5%, mientras que el aceite de soya presentó los efectos más severos con tan sólo una germinación de un 76%. En todos los casos, los granos manchados presentaron las mayores mermas en el poder

de germinación. Por esa razón se están desarrollando nuevas investigaciones dirigidas a esclarecer este efecto del aceite el cual mancha los granos de color amarillo.

Consideraciones finales

La impregnación de los granos de frijol caupí con aceites de neem, soya y piñón botija ha demostrado una acción insecticida favorable en la conservación de los mismos contra el ataque del gorgojo (*Callosobruchus maculatus*), manteniendo el grado de infestación por debajo de un 6%, lo que contrasta con el testigo que terminó con todos los granos dañados. La mortalidad de los insectos en los tratamientos con aceite vegetales superó al 70 %. El por ciento de germinación encontrado para los diferentes tratamientos al final del experimento fue: piñón botija (94.5 %), Neem (82.0 %), soya (76.0 %) y el testigo (0%).

Referencias

- Calvo, L. A. (2015). *Efectividad Biológica de Extracto de Neem Azadirachta indica Sobre Araña Roja Tetranychus urticae koch Sobre Hojas de Rosal* (tesis). Saltillo, Coahuila, México.
- Adebowale, K. y Adedire, C. (2006). Chemical Composition and Insecticidal Properties of the Underutilized *Jatropha curcas* Seed Oil. *African Journal of Biotechnology*, 5, 901-906. Suth African.
- Aspromor, (2012). *Plan de desarrollo económico de la provincia de Morropón. Distritos de Morropón 2018-2022*. Santa Catalina de Mossa, Buenos Aires, Salitral y San Bigote. Recuperado de <http://www.aspromorperu.org/documentos/capacitacionmanejoagronomicofrijol.pdf>
- Cardona, C., Jarma, A. y Araméndiz, H. (2013). Mecanismos de adaptación a sequía en caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Una revisión. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 7(2), 277-288, Colombia.
- Davidson, J., Dibble, M., Flint, P., Marere, A. y Guye. (1991). Managing insects and mites with spray oils. IPM Education and Publication. *Journal Division of Agriculture and Natural Resources*, 3347, 47, USA.
- Kusi, F. y Boateng, B. (2008). *Toxicity of Jatropha Seed Oil to Callosobruchus maculatus (Coleoptera: Bruchidae) and its Parasitoid, Dinarmus basalis (Hymenoptera: Pteromalidae)*. Department of Crop Science, College of Agriculture and Consumer Sciences, P.O. Box LG44. University of Ghana, Legon, Accra, Ghana.
- Pavela, R., Kazda, J. y Herda, G. (2009). Effectiveness of Neem (*Azadirachta indica*) insecticides against Brassica pod midge (*Dasineura brassicae* Winn.). *Journal of Pest Science*, 82, 235-240. México.

- Pérez, N. Y. y Vázquez, L. L. (2001). *Manejo ecológico de plagas. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana: ACTAF.
- Salas, J. (1985). Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus orizaea* través del uso de aceites vegetales. *Agronomía tropical*, 35(4-6), 19-27.
- Sousa, A. H., Faroni, L. R., Guedes, N. C., Tótola, M. R. y Urruchi, W. I. (2008). Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect pests of stored products. *Journal of Stored Products Research*, 44(4), 379-385.
- Tshoyhote, N., Nesamvuni, A., Raphulu, T. y Gous, R. (2003). *The chemical composition, energy and amino acid digestibility of cowpeas used in poultry nutrition*. *South African J. Anim Sci.* 33, 65-69.