



**EFFECTO DE POLVOS VEGETALES EN EL GORGOJO MEXICANO
(*Zabrotes subfasciatus* Boheman) Y SU DAÑO A GRANOS ALMACENADOS
DE FRIJOL LIMA (*Phaseolus lunatus* L.) †**

**[EFFECT OF DRIED PLANT POWDER IN THE MEXICAN BEAN WEEVIL
(*Zabrotes subfasciatus* Boheman) AND ITS DAMAGE TO STORED LIMA
BEAN (*Phaseolus lunatus* L.)]**

**Nahaiby de los Ángeles Bautista-Sosa¹, Cristian de Jesús Góngora-Gamboa¹,
Ricardo Josué Chan-Canché¹, Horacio Salomón Ballina-Gómez¹,
Daniel González-Mendoza² and Esaú Ruiz-Sánchez^{1*}**

¹ *Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida
Tecnológico s/n, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México. Email:
esau.ruiz@itconkal.edu.mx

² *Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas,
Carretera a Delta s/n C.P. 21705, Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California,
México.*

**Corresponding author*

SUMMARY

Background. Plant powders are ecological agents for pest management in grains stored by small-scale farmers. **Objective.** This study was conducted to evaluate the effects of plant powders of leaves of basil (*Ocimum basilicum*), spearmint (*Mentha spicata*), wormseed (*Chenopodium ambrosioides*) and rue (*Ruta graveolens*) on the mortality, repellency and infestation of *Zabrotes subfasciatus* in stored grains of *Phaseolus lunatus*. **Methodology.** The plant powders were applied at concentration of 1% (weight/weight) to grain samples stored in plastic containers and subsequently the grains were infested with *Z. subfasciatus* adults. **Results.** The powder of *C. ambrosioides* caused 96% and 100% mortality in *Z. subfasciatus* adults at 2 and 4 days after exposure, respectively. The powder of *C. ambrosioides* caused a decrease in oviposition and progeny production. The powder of *C. ambrosioides* completely prevented the damage to the grain. Plant powders of the other species had minimal repellent effects. **Implication.** Plant powders represent a feasible alternative to manage pest insects of stored grain. **Conclusion.** The powder of *C. ambrosioides* prevents damage by *Z. subfasciatus* in stored grains of *P. lunatus*. **Keywords:** Stored grains pests; Mexican bean weevil; Botanical insecticides.

RESUMEN

Antecedentes. Los polvos vegetales son una alternativa ecológica para el manejo de plagas de granos almacenados en agricultura a pequeña escala. **Objetivo.** Evaluar la actividad de polvos vegetales de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*), hierbabuena (*Mentha spicata*), epazote (*Chenopodium ambrosioides*) y ruda (*Ruta graveolens*) en la mortalidad, repelencia e infestación de *Zabrotes subfasciatus* en granos almacenados de *Phaseolus lunatus*. **Metodología.** Los polvos vegetales se aplicaron a concentración de 1% en peso a granos almacenados en contenedores de plástico, y posteriormente los granos se infestaron con adultos de *Z. subfasciatus*. **Resultados.** El polvo de *C. ambrosioides* causó 96% y 100% de mortalidad en adultos de *Z. subfasciatus* 2 y 4 días después de la exposición, respectivamente. El polvo de *C. ambrosioides* disminuyó la oviposición y producción de progenie de *Z. subfasciatus*. El polvo de *C. ambrosioides* previno completamente el daño a los granos. Los polvos vegetales de las otras especies tuvieron efectos repelentes mínimos. **Implicación.** Los polvos vegetales representan una opción viable para el manejo de plagas de granos almacenados. **Conclusión.** El polvo de *C. ambrosioides* previene los daños por *Z. subfasciatus* en granos almacenados de *P. lunatus*.

Palabras clave: Plaga de granos almacenados; Gorgojo del frijol; Insecticidas botánicos.

INTRODUCCIÓN

El frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.) de origen neotropical se distribuye del sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina, y algunas islas caribeñas,

como Cuba. Las subespecies son *P. lunatus* var. *silvester* (formas silvestres y arvenses) y *P. lunatus* var. *lunatus* (forma domesticada) (Bitocchi *et al.*, 2017). En el Sur-Sureste de México esta especie se cultiva principalmente dentro del sistema de

† Submitted October 7, 2020 – Accepted January 6, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

producción milpa o asociado con el cultivo mecanizado de maíz, incluso este grano es un cultivo emblemático de los agricultores de las comunidades Mayas de la Península de Yucatán (López-Alcocer *et al.*, 2016). El frijol lima tiene un gran valor nutritivo, la cubierta de las semillas tienen mayor contenido de proteínas (21-26%) que la mayoría de los cereales, y presente en alta cantidad del aminoácido lisina (79.7 g kg⁻¹ de proteína) comparado con los cereales (Lourembam *et al.*, 2020). Incluso, la calidad proteica de *P. lunatus* se puede comparar con la de los productos de origen animal (Marrugo-Ligardo *et al.*, 2016).

El frijol lima presenta varias plagas en su ciclo de cultivo, pero son también altamente dañinas las plagas de granos almacenados. Entre estas plagas se encuentran el gorgojo mexicano del frijol (*Zabrotes subfasciatus* Boheman) y el gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say). *Zabrotes subfasciatus* se limita a áreas más cálidas y es principalmente una plaga de almacén, mientras que *A. obtectus* es una plaga de áreas más frías que infesta los granos de frijol en campo y almacenamiento (Wong-Corral *et al.*, 2013). En infestaciones severas y sin ningún medio de control, *Z. subfasciatus* puede causar hasta 100% de daño (Rendón-Huerta *et al.*, 2013).

Para contrarrestar el daño por *Z. subfasciatus* en granos almacenados se han usado insecticidas químicos, sin embargo, la residualidad de éstos representan un riesgo para la salud humana (Bernardes *et al.*, 2018). Como alternativa de manejo, se ha sugerido el uso de productos de origen vegetal (extractos, polvos vegetales y aceites esenciales), los cuales tienen efectos en la biología, fisiología y comportamiento de los insectos plagas de granos almacenados (Soujanya *et al.*, 2016). Los polvos vegetales presentan efectos prometedores para el manejo de *Z. subfasciatus* y otras especies de plagas de granos almacenados (Rendón-Huerta *et al.*, 2013). El efecto de los polvos vegetales puede variar dependiendo de las concentraciones y del tiempo de exposición. Rendón-Huerta *et al.* (2013) evaluaron el efecto insecticida de polvos de 11 especies vegetales en concentraciones de 0.1, 0.5 y 1.0% en peso. El mayor porcentaje de mortalidad de *Z. subfasciatus* se observó en los tratamientos de 0.5 y 1.0% de *Chrysactinia mexicana* y *Gliricidia sepium*. Araya y Emaná (2009) evaluaron polvos de hojas y semillas de seis especies vegetales, en proporción de 3.3, 6.6 y 10% en peso. En todos los tratamientos se observó reducción significativa del porcentaje de infestación. Tamiru *et al.* (2016) realizaron combinaciones de polvos de hojas y semillas de diversas especies vegetales en proporciones de 1 y 2% en peso, donde *Chenopodium ambrosioides* con *D. stramonium*, y *Jatropha curcas* con *Schinus molle* mostraron mayor eficacia en el control de *Z. subfasciatus*. Por su parte, Baldin *et al.* (2008)

evaluaron polvos vegetales de 17 especies de plantas. Entre los tratamientos más efectivos para suprimir oviposición y daño al grano fueron el polvo vegetal de *C. ambrosioides*, *Mentha pulegium*, *Ruta graveolens* y *Eucalyptus citriodora*. Otros estudios resaltan el uso de aceites esenciales contra *Z. subfasciatus*. Por ejemplo, Bernardes *et al.* (2018) utilizaron aceites esenciales (50, 100 y 500 µL kg⁻¹) de *C. ambrosioides* L., *Ocimum gratissimum* L. y *Schinus terebinthifolius* Raddi. Los aceites esenciales causaron 100% de mortalidad de adultos de *Z. subfasciatus*. En particular destacó el aceite esencial de *C. ambrosioides* por tener mayor actividad en las tres dosis evaluadas.

Los polvos vegetales tienen un enorme potencial en el manejo de plagas de granos almacenados, debido a su fácil obtención y preparación. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad biológica de polvos de cuatro especies vegetales sobre la supervivencia y características reproductivas de *Z. subfasciatus*, además de evaluar la respuesta al daño en *P. lunatus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de material vegetal y cría de *Zabrotes subfasciatus*

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Plagas Agrícolas del Tecnológico Nacional de México, campus Conkal, ubicado en Conkal, Yucatán. El grano de *P. lunatus* fue proporcionado por productores del Ejido San Benito, en el municipio de Conkal, Yucatán. Una muestra de 5 kg se obtuvo del grano seco, la cual se limpió de manera exhaustiva para eliminar impurezas.

Los polvos vegetales se obtuvieron de hojas secas de cuatro especies aromáticas: albahaca (*Ocimum basilicum*), hierbabuena (*Mentha spicata*), epazote (*Chenopodium ambrosioides*) y ruda (*Ruta graveolens*). El material fresco de las especies aromáticas se obtuvo de un cultivo en invernadero establecido en el Campus. Las hojas de las plantas se secaron en una estufa de aire forzado a 40 °C por 8 d. Las hojas secas se molieron en un molino Wiley Thomas Scientific 4 (Thomas Scientific, USA) hasta obtener polvo muy fino, y se almacenó a temperatura ambiente en bolsas de plástico selladas herméticamente.

Para establecer la colonia de *Z. subfasciatus*, se usaron cuatro bolsas de plástico de 30 x 40 cm que contenían 1 kg de grano seco y limpio por bolsa. Las bolsas con grano se infestaron con 20 parejas de adultos de *Z. subfasciatus* y se conservaron en laboratorio a temperatura de 23 a 30 °C. Después de dos semanas, los adultos se retiraron y se permitió el establecimiento de la progenie, con la que se llevó a cabo los ensayos.

Preparación de las unidades experimentales y establecimiento de tratamientos

Para evaluar la efectividad de cada uno de los polvos vegetales, en un frasco de 100 mL se colocaron 100 g de granos de *P. lunatus* y 1 g de polvo vegetal (unidad experimental), lo cual representó una proporción de 1% en peso. El polvo de una especie vegetal se adicionó a los granos dentro de un frasco de plástico, se agitó el contenido durante 1 minuto para lograr dispersión homogénea del polvo vegetal en la muestra de granos. Lo anterior se repitió para cada especie vegetal. Después de 24 h, cada frasco con los granos y polvo vegetal se infestó con 10 machos adultos y 10 hembras adultas de *Z. subfasciatus*. Los frascos se taparon con tela tricot para permitir la aireación del grano.

Cada polvo vegetal representó un tratamiento. Se evaluaron cuatro tratamientos: polvos vegetales de albahaca (*Ocimum basilicum*), hierbabuena (*Mentha spicata*), epazote (*Chenopodium ambrosioides*) y ruda (*Ruta graveolens*). Se incluyó un testigo sin polvo vegetal.

Evaluación de mortalidad, producción de progenie y daño a granos por *Z. subfasciatus*

Las evaluaciones de mortalidad se realizaron a los dos, cuatro, seis y ocho días después de la infestación con *Z. subfasciatus*. En cada frasco (unidad experimental) se evaluó el número de insectos adultos muertos. Los datos se transformaron a porcentaje de mortalidad. Para la producción de progenie se evaluó la oviposición a los 20 días después de la infestación, tomado una muestra al azar de 15 granos de cada frasco y contabilizando el número de huevos observados en los 15 granos. La evaluación de emergencia de adultos se realizó a los 47, 51 y 57 días después de la infestación, para lo cual se contabilizó el número de individuos emergidos en cada frasco. Para determinar el daño de *Z. subfasciatus* a los granos tratados con los polvos vegetales, se tomó una muestra al azar de 30 granos de cada frasco. La muestra se pesó en una balanza electrónica y se registró el peso en gramos. Además, se analizó cada grano de la muestra para determinar si presentaba daños de orificios característicos por alimentación de *Z. subfasciatus*. El dato se registró como porcentaje de granos dañados. Para la evaluación de mortalidad, oviposición, emergencia y granos dañados cada frasco representó una repetición. Los tratamientos (polveros vegetales) se establecieron con cinco repeticiones. Se incluyó un testigo (frascos con 100 g de granos sin polvo vegetal).

Evaluación de repelencia sobre insectos adultos

La evaluación de repelencia se realizó como lo describe Mazzonetto y Vendramim (2003). La arena

consistió en tres cajas Petri (60 x 15 mm) (caja central con adultos, caja lateral experimental y caja lateral testigo), conectadas entre ellas en línea por tubos de plástico de 1 cm de diámetro y 3 cm de largo. En la caja Petri central se colocaron 20 adultos de *Z. subfasciatus* y en las laterales 100 g de grano de *P. lunatus*. En una caja Petri lateral el grano se trató con polvo vegetal en concentración de 1% en peso (experimental). En la otra caja lateral se depositó el grano no tratado (testigo).

Cada arena se consideró una repetición y cada tratamiento tuvo tres repeticiones.

El número de adultos presentes se contabilizó en las cajas Petri experimentales y testigos a las 12, 24 y 48 horas de la liberación de los adultos en la caja Petri central. Con los datos se calculó el Índice de Repelencia (IR) como lo describe Mazzonetto y Vendramim (2003), utilizando la siguiente fórmula de Índice de Repelencia, $IR = 2G / (G + P)$, donde G = porcentaje de insectos en el tratamiento, y P = porcentaje de insectos en el testigo. Los valores del índice IR varían de 0 a 2. El criterio utilizado fue el siguiente, el efecto de un polvo vegetal es neutro si $IR = 1$, atrayente si $IR > 1$ y repelente si $IR < 1$.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se usó un diseño completamente al azar para todos los experimentos. Los datos de mortalidad de insectos adultos, número de huevos, emergencia de adultos, repelencia, granos dañados y pérdida de peso de granos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018). La normalidad y la homogeneidad de los datos se verificaron con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, con una probabilidad de error del 5% ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS

Efecto de los polvos vegetales en la mortalidad y producción de progenie de *Z. subfasciatus*

El análisis de mortalidad mostró que el polvo de *C. ambrosioides* tuvo mayor efecto sobre adultos de *Z. subfasciatus*. Se observó 96 y 100% de mortalidad a los 2 y 4 días después de la exposición. El polvo de *R. graveolens* también tuvo efecto significativo, pero más lento, pues causó 90 y 96% de mortalidad a los 6 y 8 días después de la exposición, respectivamente (Tabla 1). Los polvos de *O. basilicum* y *M. spicata* tuvieron baja efectividad, la mortalidad producida por estos polvos vegetales fue de 57 y 59% hasta el día ocho después de la exposición (Tabla 1).

Tabla 1. Efectos de polvos vegetales sobre la mortalidad del gorgojo mexicano (*Z. subfasciatus*) en granos de frijol lima (*P. lunatus*).

Polvo vegetal	% de mortalidad en diferentes tiempos de exposición			
	2 días	4 días	6 días	8 días
Testigo	0 ± 0.0 b	0 ± 0.0 c	15 ± 6.3 c	31 ± 0 7.6 c
<i>Ocimum basilicum</i>	2 ± 2.0 b	12 ± 5.1 c	40 ± 40.2 b	59 ± 7.6 b
<i>Mentha spicata</i>	7 ± 2.5 b	13 ± 4.4 c	40 ± 7.2 b	57 ± 6.8 bc
<i>Ruta graveolens</i>	11 ± 5.6 b	50 ± 5.0 b	90 ± 2.9 a	96 ± 1.9 a
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	96 ± 1.9 a	100 ± 0.0 a		

Medias ± error estándar con letra distinta dentro de las columnas indican diferencia estadística (Tukey, $p < 0.05$).

El análisis del efecto de los polvos vegetales en la producción de progenie mostró que el polvo de *C. ambrosioides* redujo significativamente la oviposición, con valor promedio de 13.6 huevos en 30 granos. Los polvos de *R. graveolens* y *O. basilicum* presentaron actividad intermedia, con valores de 44.8 y 49.8 huevos en 30 granos. El polvo de *M. spicata* no tuvo efecto en la oviposición del insecto (Tabla 2). De igual forma, la emergencia de adultos tuvo la misma tendencia que la oviposición, el polvo de *C. ambrosioides* causó significativamente menor emergencia de adultos, con promedio de 4 adultos por frasco, mientras que los polvos de *R. graveolens* y *O. basilicum* tuvieron efectos intermedios, con 108 y 167 adultos emergidos por frasco. El polvo de *M. spicata* no tuvo efecto en la emergencia de adultos (Tabla 2).

Tabla 2. Efectos de polvos vegetales en el número de huevos en 30 granos y número de adultos de *Z. subfasciatus* emergidos por frasco de 100 mL que contenía 100 g de grano de *P. lunatus*.

Tratamiento	Número de huevos en 30 granos	Número de adultos emergidos por frasco
Testigo	70.4 ± 5.5 c	303.0 ± 42.1 c
<i>Ocimum basilicum</i>	49.8 ± 4.7 b	167.4 ± 23.4 b
<i>Mentha spicata</i>	56.6 ± 2.8 bc	207.2 ± 21.1 bc
<i>Ruta graveolens</i>	44.8 ± 3.7 b	108.8 ± 16.2 b
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	13.6 ± 2.7 a	4 ± 1.51 a

Medias ± error estándar con letra distinta dentro de las columnas indican diferencia estadística (Tukey, $p < 0.05$).

Efecto de los polvos vegetales en daño a granos por *Z. subfasciatus*

En los granos tratados con polvo de *C. ambrosioides* no se observó daño por *Z. subfasciatus*. Las muestras tratadas con polvo de *R. graveolens* tuvieron 88% de

granos dañados, mientras que el resto las muestras tratadas con los otros polvos tuvieron 95% de granos dañados (Tabla 3). Así mismo, los granos tratados con el polvo de *C. ambrosioides* tuvieron mayor peso que los granos del resto de los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Daño por *Z. subfasciatus* y peso de 30 granos de *P. lunatus* tratados con polvos vegetales.

Tratamiento	% de granos dañados	Peso de granos (g)
Testigo	100 ± 0 c	8.42 ± 0.20 b
<i>Ocimum basilicum</i>	100 ± 0 c	8.33 ± 0.13 b
<i>Ruta graveolens</i>	88 ± 3.74 b	8.33 ± 0.14 b
<i>Mentha spicata</i>	96 ± 4 bc	8.45 ± 0.20 b
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0 ± 0 a	9.27 ± 0.16 a

Medias ± error estándar con letra distinta dentro de las columnas indican diferencia estadística (Tukey, $p < 0.05$).

Repelencia de *Z. subfasciatus* por efecto de los polvos vegetales

Los polvos vegetales evaluados tuvieron ligeros efectos repelentes, con valores de IR que van de 0.67 a 0.88, 0.38 a 0.51 y 0.31 a 0.67 a las 12, 24 y 48 h después de la exposición, respectivamente. No se observó diferencia significativa entre tratamientos en ningún periodo de evaluación (Tabla 4). A pesar de ello, se observó una tendencia de valores menores de IR por efecto de los polvos de *C. ambrosioides* (IR de 0.38 a las 24 horas de exposición) y *M. spicata* (IR de 0.31 a las 48 horas de exposición).

DISCUSIÓN

Los polvos vegetales tienen un gran potencial para el manejo de plagas de granos almacenados. El polvo vegetal actúa por ingestión, como barrera física o por contacto a través del integumento, donde puede bloquear los espiráculos y dificultar la respiración. El

efecto de los polvos vegetales incluye reducción en tasa de oviposición, supresión de producción de progenie y efectos letales directos, todo lo cual se traduce en reducción de infestación y disminución de daño (Tapondjou *et al.*, 2002; Araya y Emaná, 2009; Soujanya *et al.*, 2016).

En este estudio el polvo más efectivo fue el de *C. ambrosioides*, seguido del polvo de *R. graveolens*. El polvo de *C. ambrosioides* causó mortalidad alta de adultos, número menor de huevos ovipositados en los granos y supresión de emergencia de adultos. Lo anterior permitió que los granos no fueran dañados y que el peso de tales se conservará durante el almacenamiento. El efecto de *C. ambrosioides* fue documentado previamente por Araya y Emaná (2009), quienes encontraron que los polvos vegetales produjeron altos porcentajes de mortalidad de *Z. subfasciatus* en el frijol común *Phaseolus vulgaris* desde las 24 h de exposición.

Cabe señalar que en ese estudio las concentraciones de polvo usadas fueron 3.3 a 10% (% en peso de las muestras de grano), las cuales son mayores que las del presente trabajo, 1%. Por su parte, Baldin *et al.* (2008) también documentaron el efecto del polvo al 3% de *C. ambrosioides* en la disminución del daño de *Z. subfasciatus* en *P. vulgaris*. El efecto de productos derivados de *C. ambrosioides* como repelente de *Z. subfasciatus* ya se había documentado en otro estudio, pero a través del uso de sus aceites esenciales (50, 100 y 500 $\mu\text{L kg}^{-1}$) y en granos de *P. vulgaris* (Bernardes *et al.* 2018). El efecto del polvo de *C. ambrosioides*, sin embargo, no se había evaluado en *Z. subfasciatus*. El potencial del polvo de *C. ambrosioides* está documentado en otras especies de plagas de granos almacenados. Por ejemplo, Gómez *et al.* (2016) encontraron 100% de mortalidad de *Sitophilus zeamais* a las 24 h de exposición con polvo de *C. ambrosioides* en dosis de 2 y 3%. Tapondjou *et al.* (2002) reportaron 100% de inhibición de la oviposición y producción nula de progenie en *Callosobruchus chinensis*, *Callosobruchus maculatus* y *Acanthoscelides obtectus* por exposición a polvos de *C. ambrosioides* en dosis de 0.4%. Estos resultados coinciden con los datos del presente estudio, donde se observó efectos

significativos de los polvos de *C. ambrosioides* en la mortalidad y supresión de producción de progenie de *Z. subfasciatus*, así como en el daño que esta plaga ocasiona al grano.

Los efectos tóxicos de *C. ambrosioides* generalmente se atribuye al ascaridol, un peróxido terpénico que se presenta en 1% en peso fresco (Kasali *et al.*, 2006). Otros componentes tóxicos contra insectos reportados en *C. ambrosioides* incluyen α -terpineno (37.7%), *p*-cimeno (16.7%), isoascaridol (2.5%) y limoneno (1.9%) (Pandey *et al.*, 2014; Shah y Kant, 2017). Algunos de estos compuestos se reportan con alta actividad insecticida en especies de plagas de productos almacenados (Chu *et al.*, 2011). Es importante también mencionar que la mortalidad de insectos adultos por los polvos vegetales, no sólo se atribuye a la acción tóxica de los metabolitos contenidos en ellos, sino también podría deberse a la acción física de los mismos, ya que las partículas pueden bloquear los espiráculos y causar la muerte por asfixia. Inclusive, se ha demostrado que existe una relación directa entre el tamaño de partícula de los polvos vegetales y la mortalidad de insectos en granos almacenados (Ileke y Bulus, 2012). Los polvos vegetales también pueden causar abrasión de la cutícula de los insectos y conducir a pérdida de agua, deshidratación y muerte de éstos (Araya y Emaná, 2009).

En un escenario real del uso de polvos vegetales para el manejo de plagas de granos almacenados, una de las limitantes es la disponibilidad de material vegetal. Otro aspecto por considerar sería disponer del equipo para triturar y obtener partículas de tamaños muy finos en la elaboración del polvo vegetal. Este factor influye en la distribución uniforme de los polvos en la superficie de los granos, donde tamaños de partícula menores significa aumento en la posibilidad de hacer contacto con los insectos (Ofuya y Dawodu, 2002; Adedire *et al.*, 2011; Ileke y Bulus, 2012). El acceso al material vegetal y la necesidad de triturarlo podrían entonces limitar la adopción del uso de polvos vegetales como estrategia de manejo de plagas en granos almacenados. Sin embargo, si se toman en cuenta con anticipación estas posibles limitantes y se planifica la obtención y

Tabla 4. Índice de repelencia de *Z. subfasciatus* en granos de *P. lunatus* tratados con polvos vegetales.

Tratamiento	Horas después de la exposición		
	12	24	48
<i>Ocimum basilicum</i>	0.66 \pm 0.14 a	0.51 \pm 0.12 a	0.31 \pm 0.07 a
<i>Mentha spicata</i>	0.68 \pm 0.15 a	0.43 \pm 0.08 a	0.50 \pm 0.11 a
<i>Ruta graveolens</i>	0.88 \pm 0.06 a	0.48 \pm 0.5 a	0.67 \pm 0.13 a
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0.67 \pm 0.11 a	0.38 \pm 0.13 a	0.51 \pm 0.12 a

IR: 1 = neutro; IR > 1 atrayente; IR < 1 repelente.

Medias \pm error estándar con letra distinta dentro de las columnas indican diferencia estadística (Tukey, $p < 0.05$).

elaboración de los polvos vegetales de *C. ambrosioides*, el uso de este recurso podría ser una alternativa viable para el manejo de *Z. subfasciatus* en frijol lima en los sistemas de almacenamiento usados por los pequeños productores.

CONCLUSIÓN

La aplicación del polvo de hojas de epazote (*C. ambrosioides*) en concentración de 1% en peso, causó alta mortalidad del gorgojo mexicano de los granos (*Z. subfasciatus*) en el frijol lima (*P. lunatus*). El tratamiento a los granos con polvo de *C. ambrosioides* evitó la oviposición y generación de progenie de *Z. subfasciatus*, y por consiguiente protegió a los granos de daño por las larvas y de la pérdida de peso.

Los polvos vegetales evaluados tuvieron efectos repelentes muy ligeros en las evaluaciones de los índices de repelencias.

El polvo de *C. ambrosioides* exhibe gran potencial como alternativas para controlar *Z. subfasciatus* en granos almacenados de *P. lunatus*.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Esteban de la Cruz y Marcos Cua por el apoyo técnico en el desarrollo de los experimentos.

Financiamiento. El proyecto fue financiado por recursos propios del grupo de trabajo.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta publicación.

Cumplimiento de normas éticas. No aplica.

Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles a solicitud, con el autor de correspondencia esau.ruiz@itconkal.edu.mx

REFERENCIAS

Adedire, C. O., Obembe, O. M., Akinkurolele, R. O., Oduleye, S. O. 2011. Response of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) to extracts of cashew kernels. Journal of Plant Diseases and Protection. 118: 75-79. DOI 10.1007/BF03356385

Araya, G. G., Emaná, E. 2009. Evaluation of botanical plants powders against *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) in stored haricot beans under laboratory condition. African Journal of Agricultural Research. 4: 1073-1079.

Baldin, E. L. L., Pereira, J. M., Dal Pogetto, M. H. F. A., Christovam, R. S., Caetano, A. C. 2008. Efeitos de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenado. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas. 34: 177-185.

Bernardes, W. A., Silva, E. O., Crotti, A. M. E., Baldin, E. L. L. 2018. Bioactivity of selected plant derived essential oils against *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research. 77: 16-19. DOI 10.1016/j.jspr.2018.02.007

Bitocchi, E., Rau, D., Bellucci, E., Rodriguez, M., Murgia, M. L., Gioia, T., Santo, D., Nanni, L., Attene, G., Papa, R. 2017. Beans (*Phaseolus* spp.) as a model for understanding crop evolution. Frontiers in Plant Science 8: 722. DOI 10.3389/fpls.2017.00722

Chu, S. S., Feng Hu, J., Liu, Z. L. 2011. Composition of essential oil of Chinese *Chenopodium ambrosioides* and insecticidal activity against maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Pest Management Science 67: 714-718. DOI 10.1002/ps.2112

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., González, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. P., Robledo, C. D., Balzarini, M. G. 2018. InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Grupo InfoStat, FCA

Gómez, F. C., Ramírez, M. B., Gaona, E. F. 2016. Efecto insecticida del polvo de *Chenopodium ambrosioides* L. y carbonato de calcio en el control de *Sitophilus zeamais* en granos de maíz. Investigación Agraria. 18: 116-120. Disponible en: <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ri/article/view/303>

Ileke, K. D., Bulus, D. S. 2012. Evaluation of contact toxicity and fumigant effect of some medicinal plant and pirimiphos methyl powders against Cowpea Bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Chrysomelidae] in Stored Cowpea Seeds. Journal of Agricultural Science 4: 279-284. DOI 10.5539/jas.v4n4p279

Kasali, A. A., Ekundayo, O., Paul, C., König, W. A., Eshilokun, A.O., Ige, B. 2006. 1,2:3,4-Diepoxyp-menthane and 1,4-Epoxyp-menth2-ene: Rare Monoterpenoids from the Essential Oil of *Chenopodium ambrosioides* L. var *ambrosioides* Leaves. Journal of Essential Oil Research. 18: 13-15. DOI 10.1080/10412905.2006.9699372

- López-Alcocer, J. J., Lépiz-Ildefonso, R., González-Eguiarte, D. R., Rodríguez-Macías, R., López-Alcocer, E. 2016. Variabilidad morfológica de *Phaseolus lunatus* L. silvestre de la región occidente de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 39: 49-58.
- Lourembam, C. B., Devi, G. A. S., Singh, Ch. B. 2020. Lima Bean (*Phaseolus Lunatus* L.) –Health Perspective. *International Journal of Scientific & Technology Research* 9: 5638- 5649
- Marrugo-Ligardo, Y. A., Montero-Castillo, P. M., Duran-Lengua, M. 2016. Evaluación Nutricional de Concentrados Proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*. *Información Tecnológica*. 27: 107-114. DOI 10.4067/S0718-07642016000600011
- Mazzonetto, F., Vendramim, J. D. 2003. Effect of powders from vegetal species on *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in stored bean. *Neotropical Entomology*. 32: 145-149. DOI 10.1590/S1519-566X2003000100022.
- Ofuya, T. I., Dawodu, E. O. 2002. Aspects of insecticidal action of *Piper guineense* Schum and Thonn fruit powders against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Nigerian Journal of Entomology*. 19: 40–50.
- Pandey, A. K., Palni, U. T., Tripathi, N. N. 2014. Repellent activity of some essential oils against two stored product beetles *Callosobruchus chinensis* L. and *C. maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) with reference to *Chenopodium ambrosioides* L. oil for the safety of pigeon pea seeds. *Journal of Food Science and Technology*. 51: 4066-4071. DOI 10.1007/s13197-012-0896-4
- Rendón-Huerta, J. A., Juárez-Flores, B. I., Aguirre-Rivera, J. R., Fuentes, G. Á. 2013. Insecticide effect of wild plant powders on bean weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boheman; Coleoptera: Bruchidae) *in vitro*. *African Journal of Agricultural Research* 8: 971-977. DOI 10.5897/AJAR12.1757
- Shah, H., Khan, A. A. 2017. Phytochemical characterisation of an important medicinal plant, *Chenopodium ambrosioides* Linn. *Natural Product Research* 31:19 2321-2324. DOI 10.1080/14786419.2017.1299722
- Soujanya, P. L., Sekhar, J. C., Kumar, P., Sunil, N., Prasad, Ch. V., Mallavadhani, U. V. 2016. Potentiality of botanical agents for the management of postharvest insects of maize: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 53: 2169-2184. DOI 10.1007/s13197-015-2161-0
- Tamiru, A., Bayih, T., Chimdessa, M. 2016. Synergistic bioefficacy of botanical insecticides against *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) a major storage pest of common bean. *Journal of Fertilizers & Pesticides*. 7: 171. DOI 10.4172/2471-2728.1000171
- Tapondjou, L. A., Adlerb, C., Boudaa, H., Fontemc, D. A. 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*. 38: 395–402 DOI 10.1016/S0022-474X(01)00044-3
- Wong-Corral, F. J., Castañé, C., Riudavets, J. 2013. Lethal effects of CO₂-modified atmospheres for the control of three Bruchidae species. *Journal of Stored Products Research*. 55: 62-67. DOI 10.1016/j.jspr.2013.08.005