

MANEJO DEL GORGOJO DE FRIJOL ALMACENADO, CON EXTRACTOS DE PLANTAS ASOCIADAS AL CULTIVO¹

[MANAGEMENT OF STORED BEAN WEEVIL, WITH PLANT EXTRACTS ASSOCIATED WITH THE CROP]

Liliana Perales-Aguilar¹, José Luis Chávez-Servia³, Lucila Perales-Aguilar², Felipe Tafoya², Catarino Perales-Segovia^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes (ITEL), km 18 de la carretera Ags. - SLP, El Llano, Ags., México. CP. 20330. ²Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Ciencias Básicas, Avenida Universidad 940, C.U., Aguascalientes, Ags., México. CP. 20130. ³CIIDIR-IPN, calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oax., México. CP. 71230. [§]Autor para correspondencia: (cperales55@hotmail.com)

RESUMEN

Se analizaron extractos etanólicos y en infusión de las plantas *Cyclospium leptophyllum*, *Tithonia tubaeformis*, *Reseda luteola*, *Salvia microphylla* y *Solanum rostratum* contra el gorgojo del frijol almacenado *Acanthoscelides obtectus*. Con pruebas de olfatometría se seleccionaron los mejores extractos vegetales y un mediante un bioensayo con frascos con frijol, a los que se les aplicaron extractos de las plantas, se determinaron los mejores extractos para el manejo de la plaga. Los resultados del olfatómetro mostraron que la mayor respuesta repelente fue de los extractos de *C. leptophyllum* etanólico (89%), *S. rostratum* y *S. microphylla* en infusión (83%). Los extractos que mostraron mejor respuesta en la mortalidad fueron los extractos etanólicos de *C. leptophyllum* (100%), *S. microphylla* y *S. rostratum* (93.25%), al igual que los extractos en infusión de *C. leptophyllum* y *T. tubaeformis* (93.25%). Todas las plantas arvenses probadas mostraron actividad de repelencia y mortalidad, por lo que se propone su uso para el manejo de la plaga de *A. obtectus* en frijol almacenado, siendo una alternativa con menor impacto ambiental.

Palabras clave: *Acanthoscelides obtectus*, *Cyclospium leptophyllum*, *Solanum rostratum*, *Salvia microphylla*, manejo, arvenses.

ABSTRACT

Ethanollic and infusion extracts of the plants *Cyclospium leptophyllum*, *Tithonia tubaeformis*, *Reseda luteola*, *Salvia microphylla* and *Solanum rostratum* were analyzed. Olfactometry tests were performed to which plant extracts were applied and a bioassay with stored beans, to determine the more effective plant extracts. The olfactometer results showed that the greatest repellent response was from the extracts of *C. leptophyllum* ethanollic (89%), *S. rostratum* and *S. microphylla* in infusion (83%). The extracts that showed the best response in mortality were the ethanol extracts of *C. leptophyllum* (100%), *S. microphylla* and *S. rostratum* (93.25%), as well as the infusion extracts of *C. leptophyllum* and *T. tubaeformis* (93.25%). All tested weed plants showed repellency and mortality activity, so their use is proposed for the management of the *A. obtectus* pest in stored beans, being an alternative with less environment impact.

¹ Recibido: 07-septiembre-2020
Aceptado: 22-diciembre-2020

Index words: *Acanthoscelides obtectus*, *Cyclospermum leptophyllum*, *Solanum rostratum*, *Salvia microphylla*, management, weed plants.

INTRODUCCIÓN

El frijol, *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae), tiene un gran valor nutricional ya que contiene altos niveles de proteínas y aminoácidos esenciales, así como propiedades antioxidantes, antes y después del procedimiento de cocción (Landi *et al.*, 2017). Su consumo y producción han aumentado en los últimos años, ya que se estimaba en 17 millones de toneladas en el 2016. En México, ocupa la cuarta posición en importancia por su superficie de cultivo, después del maíz, pastos y sorgo (Banco de México, 2016). El almacenamiento es una de las etapas de producción más expuesta a las plagas, debido a esto los rendimientos anuales de la producción de frijol pueden sufrir pérdidas del 40%, si no se tratan los depósitos infectados (Savković *et al.*, 2019).

Las principales plagas del frijol durante su almacenamiento son los insectos coleópteros conocidos como gorgojos del frijol, *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) (Rodríguez, 2018). La especie *Z. subfasciatus*, infesta granos sanos, los cubren de huevos y las larvas hacen perforaciones al alimentarse, lo cual causa la disminución del peso del grano y la cantidad de nutrientes (Cárdenas *et al.*, 2019). Mientras que *Acanthoscelides obtectus*, posee características fisiológicas como su adaptabilidad (Fogang *et al.*, 2012), ya que puede desarrollarse en temperaturas entre los 11 y 36 °C, aunque su tasa de desarrollo óptima es de aproximadamente 30 °C (Soares *et al.*, 2015). Se alimenta comúnmente de *P. vulgaris*, pero son capaces de asegurar la supervivencia de sus poblaciones en especies alternativas como el garbanzo, *Cicer arietinum* L. (Fabaceae) (Vuts *et al.*, 2018; Savković *et al.*, 2019). Su capacidad reproductiva es alta, y pueden alcanzar grandes poblaciones en períodos cortos (Baldin *et al.*, 2017). Debido a esto es una de las plagas más graves del frijol almacenado, ocasionando pérdidas de entre un 30 a 40% de la semilla (Duan *et al.*, 2017), reduciendo su calidad y tasa de germinación (Wille *et al.*, 2019).

La práctica más frecuente para el control de *A. obtectus* es mediante el uso de insecticidas sintéticos, como son los organofosforados y piretroides, al igual que fumigantes con fosfina (Baldin *et al.*, 2017). Algunos de sus efectos adversos son la rápida evolución de la resistencia a los insecticidas, la contaminación de los ecosistemas y el efecto en la salud humana (Lazarević *et al.*, 2018). Por lo que es de vital importancia buscar alternativas menos perjudiciales como el uso de agentes de control biológico y trampas con feromonas (Soares *et al.*, 2015). Estudios recientes que se han enfocado a controlar la plaga del gorgojo con el uso de herramientas con menor impacto ambiental y en la salud, incluyen el uso de polvos inertes (Lazarević *et al.*, 2018), tierra de diatomeas (Wille *et al.*, 2019), compuestos orgánicos volátiles (Rodríguez-González *et al.*, 2018) y el uso de ingeniería genética (Baldin *et al.*, 2017; Jiménez *et al.*, 2017). El polvo de alúmina mostró una alta eficacia insecticida debido a su capacidad de adsorber lípidos cuticulares del gorgojo con una toxicidad limitada para los humanos (Lazarević *et al.*, 2018).

La tierra de diatomeas tuvo buenos valores en mortalidad y disminución del número de insectos en la progenie (Wille *et al.*, 2019). Se ha demostrado que los genotipos de frijol resistentes identificados pueden usarse en programas de mejoramiento para desarrollar líneas comunes de frijol con resistencia a *A. obtectus* (Baldin *et al.*, 2017), como es el caso de la especie *Phaseolus acutifolius*, la cual tiene resistencia a la plaga, por lo que se podría transferir este rasgo resistente a

variedades comerciales de forma barata y segura (Jiménez *et al.*, 2017). Los compuestos orgánicos volátiles fúngicos, en especial las emisiones de terpenos, inhiben el crecimiento de otros organismos en su entorno inmediato, también se ha demostrado que la presencia de estos compuestos en las plantas puede repeler insectos dañinos o atraer insectos benéficos para el biocontrol de las plagas (Rodríguez-González *et al.*, 2018).

Por lo regular las plantas combaten los ataques patogénicos con estrategias estructurales o barreras físicas que impiden la penetración y propagación del patógeno dentro de la planta. Además, las células y los tejidos vegetales sintetizan y acumulan barreras bioquímicas que son tóxicas para el patógeno, creando condiciones inhibitorias para su desarrollo, debido a los metabolitos secundarios presentes en la planta, los cuales se pueden obtener mediante extracción con solventes orgánicos neutros o ácidos (Céspedes *et al.*, 2016). Recientemente han aumentado los estudios sobre el uso de plantas para controlar plagas, en el caso de *A. obtectus* se han usado especies como *Calceolaria integrifolia* (Calceolariaceae) (Céspedes *et al.*, 2016); la albahaca, *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) y la citronela, *Cymbopogon winterianus* (Poaceae) (Rodríguez-González *et al.*, 2015). En donde se encontró que los extractos de *C. integrifolia* mostraron actividad fumigante, repelente y bioinsecticida de contacto contra el gorgojo (Céspedes *et al.*, 2016). Por su parte, *O. basilicum* y *C. winterianus* mostraron capacidad insecticida y potencial con sustancias activas contra *A. obtectus* (Rodríguez-González *et al.*, 2015). Otro tipo de plantas son las plantas arvenses, las cuales crecen en lugares no deseados, pero que también poseen metabolitos que pueden llegar a ser de gran valor industrial (Corneo *et al.*, 2019).

Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar extractos etanólicos e infusiones de cinco diferentes plantas arvenses nativas del estado de Aguascalientes, *Cyclosporum leptophyllum*, *Tithonia tubaeformis*, *Reseda luteola*, *Salvia microphylla* y *Solanum rostratum*, preparados de manera artesanal, para el manejo de *A. obtectus* en frijol almacenado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 17 plantas asociadas al agroecosistema frijol, de las cuales se utilizaron siete para la prueba de olfatometría: cilantro de zopilote, *Cyclosporum leptophyllum* (Apiaceae); polocote, *Tithonia tubaeformis* (Asteraceae); acelguilla, *Reseda luteola* (Resedaceae); mirto de monte, *Salvia microphylla* (Lamiaceae); mancamula, *Solanum rostratum* (Solanaceae); hierba carnícera, *Erigeron bonariensis* (Asteraceae); y neem, *Azadirachta indica* (Meliaceae). De estas se seleccionaron las primeras cinco para la realización del bioensayo, ya que fueron las que tuvieron valores superiores al 60% de repelencia en la prueba de olfatometría.

Preparación de extractos etanólicos

Se cortaron en pequeños trozos de cada una de las plantas arvenses completas. Después se colocaron 500 g del material vegetal en un recipiente de vidrio y se le puso un litro de etanol al 96%, se dejó reposar por 72 horas. Esta solución base con etanol se coló y el líquido restante se aforó a un litro con etanol al 96%. Por último, se hicieron diluciones de la solución base al 50%, colocando 6 mL de cada extracto en frascos de vidrio y se aforó a un litro de etanol, se almacenaron a 24 °C. La concentración final fue de 3 g L⁻¹ (3000 ppm).

Preparación de extractos en infusión

Se colocaron 500 g del material vegetal en trozos en un litro de agua, se colocó en un recipiente y se hirvió por 10 minutos, posteriormente, se coló y se aforó a 1 litro de agua. Por último, se hicieron diluciones de la solución base al 50%, colocando seis mL de cada extracto en frascos de vidrio en un litro de agua, se almacenaron a 4° C para su posterior uso, a una concentración de 3 g L⁻¹ (3000 ppm).

Cría de *Acanthoscelides obtectus*

El material biológico fue proporcionado por el Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes (ITEL). Se seleccionaron los gorgojos vivos y se les colocó en un frasco de vidrio con una tela mosquitera para permitir el acceso de oxígeno. Se dejaron 24 h sin alimento, previo a la primera aplicación, en condiciones de temperatura de 22.5 ± 2.5° C y humedad relativa de 25 - 30%.

Bioensayos con el olfatómetro

Para el bioensayo los gorgojos se introdujeron individualmente en el área central de la base del tubo Y de un olfatómetro (Vástago de 4 cm, brazos de 12 cm), conectado a una bomba de vacío Barnant Co. Modelo 400-3901, en cada uno de los brazos se colocó un tubo de plástico transparente de 15 cm con un matraz de 50 mL en el extremo, instalado en un laboratorio oscuro, con condiciones de temperatura de 22.5 ± 2.5° C y humedad relativa de 25 - 30%.

Para evaluar los efectos de las señales olfativas de forma individual, se depositaron 2 mL de los extractos en un papel filtro de 3 cm² y se introdujo en uno de los matraces, como control para extractos en alcohol se usó etanol al 50% con agua destilada y para extractos en infusión se usó agua destilada. Se registró el comportamiento de movilidad de los gorgojos durante 5 min, se anotó el tiempo y la elección del insecto. Se realizaron las repeticiones necesarias hasta tener 18 respuestas con cada extracto, renovando cada extracto después de cuatro repeticiones, todos los componentes del olfatómetro se lavaron con etanol al 70% y con agua destilada para evitar cualquier efecto potencial de las señales olfativas residuales.

Experimento con frijol almacenado

Se seleccionaron los granos de frijol que estuvieran en mejor estado y que no presentaran alguna cavidad en su superficie. Se pesaron y se colocaron 100 g en frascos transparentes de plástico con tapa. Después, se colocaron diez gorgojos vivos en cada uno de los frascos, donde la unidad experimental fue un frasco de 100 mL, en un diseño completamente al azar con 11 tratamientos, cinco extractos en alcohol, cinco en infusión y un testigo al que solo se le aplicó agua. De las diluciones realizadas se tomaron 5 µl de cada una y se hicieron tres aplicaciones, una cada tres días, con atomizador a los frascos con frijol y gorgojos, se registraron los frascos cada semana y cuando la mortalidad en uno de los tratamientos llegó al 100% (4 semanas), se registraron los datos de todos los tratamientos para realizar los análisis estadísticos, con los datos obtenidos y con los datos corregidos de acuerdo a la fórmula de mortalidad de Abbott (Abbott, 1925).

El análisis de los datos se realizó usando el paquete estadístico y software, SAS University Edition versión 1.12. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias significativas entre tratamientos, así como una prueba de comparación de medias usando el método

de Tukey ($p > 0.05$), para conocer el mejor tratamiento para los dos tipos de extractos usados en el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la prueba de olfatometría se muestran en la Figura 1, la mayor respuesta repelente fue de los extractos de *C. leptophyllum* en extracto etanólico (89%), *S. rostratum* y *S. microphylla* en extracto en infusión (83%), así como *R. luteola* en extracto etanólico (80%). Mientras que los extractos que mostraron mayor atracción fueron los de *C. leptophyllum* en infusión (83%), y *S. rostratum* etanólico (78%).

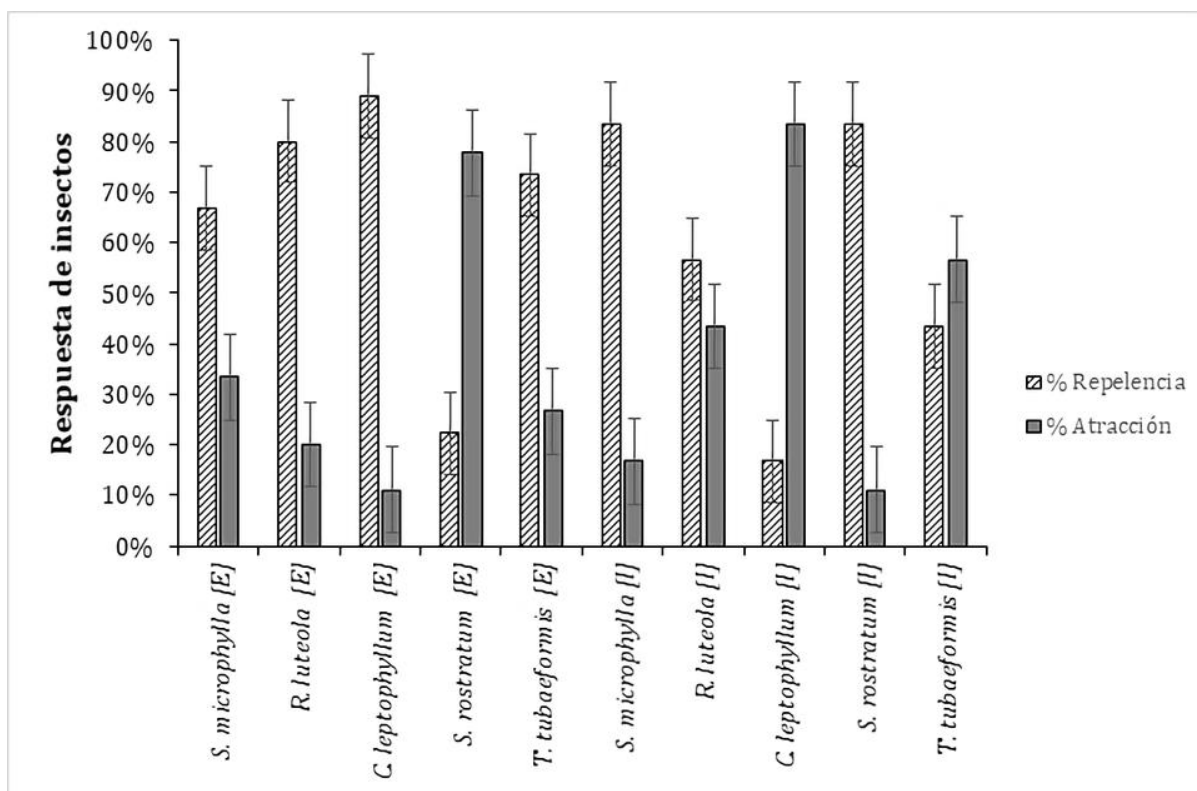


Figura 1. Respuesta del movimiento en el olfatómetro de *A. obtectus* por el efecto de extractos de plantas arvenses. [E] = Etanólico, [I] = Infusión.

De acuerdo con el análisis de varianza se determinó que todos los tratamientos mostraron mortalidad alta del gorgojo. Los resultados de la prueba Tukey se muestran en el Cuadro 1.

Los extractos que mostraron mejor respuesta en la mortalidad fueron los extractos etanólicos de las plantas *C. leptophyllum* (100%), *S. microphylla* y *S. rostratum* (93.25%), al igual que los extractos en infusión de *C. leptophyllum* y *T. tubaeformis* (93.25%). *S. microphylla* en infusión tuvo el valor más bajo de mortalidad (60%), mientras que los demás extractos mostraron una buena respuesta con 80% de mortalidad.

Cuadro 1 Resultados de la prueba de comparación de medias Tukey (5%) de la mortalidad de *A. obtectus* en extractos etanólicos y en infusión de plantas arvenses.

Tratamiento	Mortalidad (%)	Mortalidad corregida (%) (Abbott, 1925)
<i>S. microphylla</i> (E)	97.50 a*	93.25 a
<i>R. luteola</i> (E)	92.50 a	80.00 ab
<i>C. leptophyllum</i> (E)	100.00 a	100.00 a
<i>S. rostratum</i> (E)	97.50 a	93.25 a
<i>T. tubaeiformis</i> (E)	92.50 a	80.00 ab
<i>S. microphylla</i> (I)	85.00 a	60.00 ab
<i>R. luteola</i> (I)	92.50 a	80.00 ab
<i>C. leptophyllum</i> (I)	97.50 a	93.25 a
<i>S. rostratum</i> (I)	92.50 a	80.00 ab
<i>T. tubaeiformis</i> (I)	97.50 a	93.25 a
Testigo (agua)	62.50 b	42.50 b

Promedios con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, $p < 0.05$). [E] = Etanólico, [I] = Infusión.

Estudios recientes muestran un incremento en el uso de plantas para el control de plagas, para el caso de *A. obtectus* se han probado extractos de *Calceolaria integrifolia*, los cuales causaron una mortalidad significativa entre el 40 y 81% en concentraciones iguales a 500 $\mu\text{g cm}^{-2}$ (Cespedes *et al.*, 2016); los valores de mortalidad obtenidos oscilan entre el 60 y 100%, mostrando mayor mortalidad que los extractos de *C. integrifolia*, lo que se puede deber a diferencias en las concentraciones. También se han probado aceites esenciales de *O. basilicum*, y *C. winterianus*, los cuales redujeron significativamente la población de *A. obtectus*, así como las pérdidas de peso del frijol y el número de frijoles dañados. Para ambas plantas se logró el mejor control para la dosis de 120 μl matando a $74.94 \pm 3.19\%$ y $70.25 \pm 4.58\%$, para *O. basilicum* y *C. winterianus* respectivamente, a los 15 días (Rodríguez-González *et al.*, 2015); los extractos de *C. leptophyllum*, *S. rostratum*, *S. microphylla* y *T. tubaeiformis* obtuvieron valores mayores de mortalidad a una dosis menor (5 μl), por lo que representan una alternativa rentable para el control del gorgojo. De igual forma, se han usado aceites esenciales y vegetales de *Zanthoxylum xanthoxyloides* (Rutaceae) contra el gorgojo, los cuales fueron fuertemente repelentes y altamente tóxicos, redujeron en gran medida la reproducción, la pérdida de peso del frijol y no afectaron negativamente la viabilidad de la semilla. El porcentaje promedio de repelencia fue del 92.5% para el aceite esencial a 0.501 mL cm^{-2} y del 90.3% para el aceite vegetal a 3.144 mL cm^{-2} (Fogang *et al.*, 2012); valores mayores a los obtenidos que van del 17 al 89%, lo cual se puede deber a la presencia de otros compuestos en los aceites por el método de extracción utilizado, o a la concentración usada, la cual fue ligeramente mayor en el caso del aceite esencial y menor en el aceite vegetal.

Sobre las plantas arvenses analizadas, no se tiene registro de su actividad contra plagas como *A. obtectus*, pero se ha logrado establecer que presentan metabolitos como alcaloides, glicósidos del sitosterol, diterpenos, triterpenos y compuestos fenólicos (Singh *et al.*, 2013; Del Vitto *et al.*, 2015; Romo-Asunción *et al.*, 2016), que tienen actividades contra ciertos patógenos. Por ejemplo, aceites esenciales de *C. leptophyllum* provocan una fuerte actividad antifúngica contra *Candida albicans* (Saccharomycetaceae) y una actividad moderada contra bacterias Gram-positivas y Gram-

negativas, como *Staphylococcus aureus* (Staphylococcaceae) y *Erwinia herbicola* (Erwiniaceae) (Singh *et al.*, 2013), es por esto que mostró los valores más altos en porcentaje de repelencia y mortalidad, siendo el mejor tratamiento de todos los analizados. Por su parte, *S. rostratum* también ha mostrado actividad antimicótica, antioxidante y antiinflamatoria (Del Vitto *et al.*, 2015), es por esto que esta planta tuvo buena respuesta en el olfatómetro y en el bioensayo, el extracto etanólico tuvo 93.25% de mortalidad y la infusión 83% de repelencia. Extractos de *S. microphylla* ya han sido analizados por su potencial para controlar larvas del primer estadio del cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae), debido a sus propiedades insecticidas, a concentraciones de 550 ppm, causaron una mortalidad de larvas de 65% y una mortalidad de pupas de 82.5%. (Romo-Asunción *et al.*, 2016), con una concentración de 3000 ppm del extracto etanólico de *S. microphylla* se obtuvo una mortalidad del 93.25% contra *A. obtectus*, por lo que puede ser usado en el manejo de esta plaga. En el caso de *T. tubaeformis* y *R. luteola* se sabe que también sintetizan flavonoides de interés comercial (López-Caamal *et al.*, 2018). Esto sustenta la premisa de que se pueden controlar de manera efectiva algunas plagas y enfermedades, aprovechando recursos que se encuentran en el agroecosistema, con base en procedimientos artesanales accesibles para productores de bajos recursos, ya que las cinco especies de arvenses probadas en este trabajo mostraron gran efectividad, y que preparadas con solventes baratos y accesibles, como el agua y el alcohol, se pueden emplear de manera efectiva para proteger el frijol almacenado contra *A. obtectus*.

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento tanto en porcentaje de mortalidad, como de repelencia, fue el extracto etanólico de *C. leptophyllum*. *S. microphylla* con mejor respuesta en porcentaje de repelencia, pero menor respuesta en mortalidad. Mientras que *S. rostratum* y *T. tubaeformis* también tuvieron buena respuesta en ambas variables. En general, todas las plantas arvenses mostraron buenos resultados para combatir la plaga del gorgojo, por lo que se propone el uso de extractos de plantas arvenses como repelentes y bioinsecticidas de contacto contra plagas de productos almacenados para cultivos de importancia económica.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Baldin, E. L. L., S. Camargo R., E. R. Pannuti, L. and M. Lara, F. 2017. Characterization of resistance to the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 (Coleoptera: Bruchidae) in common bean genotypes. *Arthropod-Plant Interactions* 11: 861–870. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9540-6>
- Banco de México. 2016. Panorama Agroalimentario: Frijol 2016. [Consultado: 25 de noviembre de 2019] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf.
- Céspedes, C. L., L. Luna-García, I. Kubo, R. Salazar J., A. Ariza-Castolo, J. Alarcón, and D. S. Seigler, 2016. *Calceolaria integrifolia* s.l. complex, reduces feeding and growth of *Acanthoscelides obtectus*, and *Epilachna varivestis*. A new source of bioactive compounds against dry bean pests. *Industrial Crops & Products* 89: 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.026>

- Cárdenas M., M., M. Lavastida-Pérez, R. Rodríguez-Rojas, E. Pozo-Velázquez y R. Valdés-Herrera. 2019. Incremento poblacional de *Zabrotes subfasciatus* en cultivares de frijol común. *Revista Centro Agrícola* 46: 38–45. [Consultado: 20 de noviembre de 2019] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200038&lng=en&tlng=es.
- Corneo, P. E., A. Pellegrini, L. Cappellin, C. Gessler and I. Pertot. 2013. Weeds influence soil bacterial and fungal communities. *Plant and Soil* 373: 107. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1754-5>
- Del Vitto, L. A. y E. M. Petenatti. 2015. Sobre la presencia de *Solanum rostratum* (Solanaceae) en Sudamérica: una neófita tóxica de gran potencial como maleza. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias* 47: 109–121.
- Duan, C., Z. Zhu, X. Wang, W. Li and S. Bao. 2017. Genetic diversity and differentiation of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) populations in China. *Agricultural and Forest Entomology* 19: 113–121. [10.1111/afe.12187](https://doi.org/10.1111/afe.12187)
- Fogang, H. P. D., H. M. Womeni, G. Piombo, N. Barouh and L. A. Tapondjou. 2012. Bioefficacy of Essential and Vegetable Oils of *Zanthoxylum xanthoxyloides* Seeds against *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Food Protection* 75: 547–555. 10.4315/0362-028X.JFP-11-136
- Jiménez, J. C., M. de la Fuente, B. Ordás, L. E. García-Domínguez and R. A. Malvar. 2017. Resistance categories to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in tepary bean (*Phaseolus acutifolius*), new sources of resistance for dry bean (*Phaseolus vulgaris*) breeding. *Crop Protection* 98: 255–266. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.04.011>
- Lazarević, J., A. Radojković, I. Kostić, S. Krnjajić, J. Mitrović, M. B. Kostić and G. Branković. 2018. Insecticidal impact of alumina powders against *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research* 77: 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.02.006>
- Landi, N., S. Ragucci, M. Fiorentino, V. Guida and A. Di Maro. 2017. Nutritional Values and Metabolic Profile with and without Boiled Treatment of “Gallo Matese” Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.), a Landrace from Southern Italy. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 16: 331–344. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2017.0510>
- López-Caamal, A., E. Tovar-Sánchez and R. Reyes-Chilpa. 2018. Hybridization between *Tithonia tubaeformis* and *T. rotundifolia* (Asteraceae) evidenced by nSSR and secondary metabolites. *Plant Systematics and Evolution* 304: 313–326. 10.1007/s00606-017-1478-8
- Rodríguez, S. A. 2018. Semiochemistry of the Bruchidae species. *Journal of Stored Products Research* 77: 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.04.011>
- Rodríguez-González, A., S. Álvarez-García, O. González-López, P. A. Casquero and F. Da Silva. 2015. Insecticidal properties of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon winterianus* against *Acanthoscelides obtectus*, insect pest of the common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Insects* 10: 151. <https://doi.org/10.3390/insects10050151>
- Rodríguez-González, A., P. A. Casquero, V. Suárez-Villanueva, G. Carro-Huerta, S. Álvarez-García, S. Mayo-Prieto and S. Gutiérrez. 2018. Effect of trichodiene production by *Trichoderma harzianum* on *Acanthoscelides obtectus*. *Journal of Stored Products Research* 77: 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.05.001>
- Romo-Asunción, D., M. A. Ávila-Calderón, M.A. Ramos-López, J. E. Barranco-Florido, S. Rodríguez-Navarro, S. Romero-Gómez and M. A. Rico-Rodríguez. 2016. Juvenomimetic and insecticidal activities of *Senecio salignus* (Asteraceae) and *Salvia microphylla* (Lamiaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *The Florida Entomologist* 99: 345. <https://doi.org/10.1653/024.099.0301>

- Singh, C., S. Singh, C. Pande, G. Tewari, V. Pande and P. Sharma. 2013. Exploration of antimicrobial potential of essential oils of *Cinnamomum glanduliferum*, *Feronia elephantum*, *Bupleurum hamiltonii* and *Cyclosporum leptophyllum* against foodborne pathogens. *Pharmaceutical Biology* 51: 1607–1610. 10.3109/13880209.2013.805234
- Savković, U., M. Đorđević and B. Stojković. 2019. Potential for *Acanthoscelides obtectus* to Adapt to New Hosts Seen in Laboratory Selection Experiments. *Insects* 10: 153. <https://doi.org/10.3390/insects10060153>
- Soares, M. A., E. D. Quintela, G. M. Mascarin and S. P. Arthurs. 2015. Effect of temperature on the development and feeding behavior of *Acanthoscelides obtectus* (Chrysomelidae: Bruchinae) on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Stored Products Research* 61: 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.12.005>
- Vuts, J., C. M. Woodcock, L. König, S. J. Powers, J.A. Pickett, A. Szentesi and M. A. Birkett. 2018. Host shift induces changes in mate choice of the seed predator *Acanthoscelides obtectus* via altered chemical signalling. *PLOS ONE* 13: 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206144>
- Wille, C. L., P.E. Wille, J. M. Da Rosa, M. I. C. Boff and C. R. Franco, C. R. 2019. Efficacy of recovered diatomaceous earth from brewery to control *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus*. *Journal of Stored Products Research* 83: 254–260. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.07.004>