

Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

BIOCIDAL EFFECT OF CASTOR (*RICINUS COMMUNIS*) SEED EXTRACT ON *ULOMOIDES DERMESTOIDES* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

EFFECTO BIOCIDA DEL EXTRACTO DE SEMILLAS DE HIGUERILLA (*RICINUS COMMUNIS*) EN *ULOMOIDES DERMESTOIDES* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Camila de la Cruz – Leytón^{1*}; Lizet Romero-Cabello¹;
César Lozano – Lévano¹ & Alejandrina Zavaleta – Rengifo¹

¹ Laboratorio de Biología Aplicada. Empresa NINDECYT. Lima, Perú. c.dlc.leyton@gmail.com / clozano0771@yahoo.com / mirellazavaleta5@gmail.com /

* Corresponding author: c.dlc.leyton@gmail.com

Camila de la Cruz Leytón: <https://orcid.org/0000-0003-4955-0639>
Candy Lizet Romero Cabello: <https://orcid.org/0000-0003-3822-9698>
César Lozano Lévano: <https://orcid.org/0000-0002-5275-538X>
Mirella Zavaleta Rengifo: <https://orcid.org/0000-0002-5822-5910>

ABSTRACT

Ulomoides dermestoides Fairmaire, 1893 (Coleoptera: Tenebrionidae), is a pest of stored grains, affecting the germination and commercial value of the seeds. *Ricinus communis* (Linneo, 1753) (Euphorbiaceae) has compounds with phytotoxic properties such as ricinin (toxic alkaloid), and, ricin (phytotoxic albumin). This research aims to evaluate the biocidal effect of *R. communis* essential oil extracted by maceration and Soxhlet methods on larvae of the last stages and adults of *U. dermestoides*. The experimental design consisted of a control group (C) and three experimental groups E1 (33%), E2 (60%), and E3 (70.4%), with four repetitions per treatment. The evaluation period was 120 hours in 24-hour intervals. The results obtained indicate that treatments E2 and E3 have the greatest biocidal effect on larvae and adults of *U. dermestoides*, recording the highest number of dead individuals within 24 hours of the start of the treatment. We conclude that the essential oil of *R. communis* obtained by the maceration and Soxhlet method has a biocidal effect on larvae of the last stages and adults of *U. dermestoides*.

Keywords: ethanol extraction – mortality – natural insecticide – pest – *Ricinus comunis* – *Ulumoides dermestoides*

RESUMEN

Ulomoides dermestoides Fairmaire, 1893 (Coleoptera: Tenebrionidae), es una plaga de los granos almacenados, que afecta a la germinación y al valor comercial de las semillas. *Ricinus communis* (Linneo, 1753) (Euphorbiaceae) que



posee compuestos con propiedades fitotóxicas como la ricinina (alcaloide tóxico), y, la ricina (albúmina fitotóxica). El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto biocida del aceite esencial de *R. communis* extraído por los métodos de maceración y Soxhlet sobre larvas de los últimos estadios y adultos de *U. dermestoides*. El diseño experimental consistió en un grupo control (C) y tres grupos experimentales E1 (33%), E2 (60%) y E3 (70,4%), con cuatro repeticiones por tratamiento. El periodo de evaluación fue de 120 horas en intervalos de 24 horas. Los resultados obtenidos indican que los tratamientos E2 y E3 tienen el mayor efecto biocida sobre larvas y adultos de *U. dermestoides*, registrando el mayor número de individuos muertos a las 24 h del inicio del tratamiento. Se concluye que el aceite esencial de *R. communis* obtenido por el método de maceración y Soxhlet tiene un efecto biocida sobre larvas de los últimos estadios y adultos de *U. dermestoides*.

Palabras clave: extracción etanólica – insecticida natural – mortalidad, plaga – *Ricinus communis* – *Ulumoides dermestoides*

INTRODUCCIÓN

Los órdenes de lepidópteros y coleópteros presentan la mayor cantidad de especies de insectos-plaga de importancia económica (Rodríguez-Tolosa *et al.*, 2023). Dentro de este grupo tenemos a *Ulomoides dermestoides* Fairmaire, 1893 (Coleoptera, Tenebrionidae), plaga de granos almacenados como maní, maíz, arroz y sorgo (Rodríguez, 2014; Morillo *et al.*, 2016; Plata *et al.*, 2020). Se alimenta principalmente del endospermo de la semilla y contamina los granos con sus excrementos, a la vez que promueve el enranciamiento por el ácido úrico que producen y el desarrollo de hongos; reduciendo así el valor económico del producto (da Silva & de Barros, 2021; Nikolaou *et al.*, 2021).

El uso intensivo de insecticidas químicos para el control de insectos-plaga genera efectos nocivos sobre la salud humana, los animales, y el medio ambiente, incluido el suelo y las aguas subterráneas (Chirinos *et al.*, 2020; Akbar *et al.*, 2022), debido a su capacidad de acumulación y la prolongada duración de los residuos con su efecto indiscriminado (López, 2022). Por otro lado, los plaguicidas de origen botánico son una opción biodegradable y más sostenible, debido a que sus componentes se descomponen rápidamente, son de baja persistencia y presentan alta especificidad hacia las plagas, siendo esto beneficioso frente a los insectos no objetivo, como los polinizadores (Sogan *et al.*, 2018; Tembo *et al.*, 2018; Do Vale *et al.*, 2018).

Actualmente, ya se han identificado cerca de 2500 especies de 247 familias de plantas con propiedades insecticidas, relacionadas con más de 100 mil metabolitos secundarios (Rafael *et al.*, 2019; Cuello & Mejía, 2023), entre los que se encuentran principalmente los flavonoides, taninos y alcaloides, que le confieren estas propiedades biocidas (Sogan *et al.*, 2018), y que actúan de manera sinérgica,

reduciendo el riesgo a que las plagas generen resistencia (Chaudhari *et al.*, 2021). Entre ellas podemos encontrar a *Ricinus communis* (Linneo, 1753) perteneciente a la familia Euphorbiaceae, este es un arbusto perenne caracterizado por sus hojas con lóbulos dentados palmados, con fruto de tipo cápsula dehiscente espinosa, formado por tres lóculos que en su interior albergan a la semilla (Yeboah *et al.*, 2020).

La composición fitoquímica de *R. communis* presenta alrededor de treinta y un metabolitos secundarios (Hussein *et al.*, 2016) como alcaloides, terpenoides, flavonoides, derivados del ácido benzoico, cumarinas, tocoferoles y ácidos grasos (Sotelo-Leyva *et al.*, 2020). También presenta ricinina (alcaloide tóxico), con un grupo ciano en su estructura, que le confiere propiedades tóxicas; ricina (albúmina fitotóxica), que forma parte del grupo de proteínas inactivadoras de ribosomas y de la síntesis de proteínas (García *et al.*, 2016) y ácido cianhídrico, molécula potencialmente tóxica que interfiere en la captación correcta del oxígeno y causa la muerte celular (Ramos, 2015).

Esta investigación tuvo como propósito la evaluación del efecto biocida del aceite esencial de *R. communis* obtenido por dos métodos de extracción, sobre larvas y adultos de *U. dermestoides*, con la finalidad de aportar conocimiento acerca de las propiedades insecticidas de *R. communis* como una alternativa sostenible de origen vegetal en el control de insectos-plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación fue realizado en el Laboratorio de Biología Aplicada de la empresa Nindecyt, ubicada en el distrito de Los Olivos –Lima, Perú, entre los meses de

junio y octubre del 2021. La muestra empleada de *U. dermestoides* fue de 400 larvas en los últimos instares y 400 individuos adultos, de una población de 1000 individuos criados, bajo las mismas condiciones, en la empresa. Mientras que para la obtención de aceite de *R. communis*, se utilizó 1 kg de semillas de higuierilla, recolectados en la rivera del Río Chancay, a la altura del Puente Rojo de La Huaca, en el distrito de Huaral, provincia de Huaral, Lima, Perú.

Extracción del aceite esencial

Preparación de las semillas

Los frutos de higuierilla recolectados se limpiaron, seleccionaron y separaron por cada lóculo. Se secaron en la estufa a 60°C por 48 h de exposición, para luego retirar la cubierta de cada semilla y triturarlas con un molino manual. La extracción del aceite esencial de *R. communis* se realizó por dos métodos, el método Soxhlet y el método de maceración (Teófilo *et al.*, 2016).

Método Soxhlet

Para el método Soxhlet (Azwanida, 2015) se utilizó etanol como solvente, en una relación 1:3, colocando 100 g de semillas molidas de *R. communis* en un cartucho de papel filtro (20 cm x 15 cm) y 300 mL de etanol en el balón de extracción, durante 2 h.

Método de maceración

Para el método de maceración (Rampadarath & Puchooa, 2016) con una relación 1:2, se colocó 90 g de las semillas trituradas en 180 mL de etanol en un matraz cónico de 250 mL durante 48 h, para luego filtrar el contenido empleando papel filtro.

Extracción del aceite

Luego de la extracción por ambos métodos, se procedió con la evaporación del solvente, se colocó un vaso precipitado de 250 mL con 200 mL de agua sobre una placa calefactora, y sobre este sistema una placa Petri con 30 mL de la solución extraída. Después de la evaporación del solvente, el aceite esencial de ricino fue envasado en frascos ámbar y puesto en refrigeración a 4°C para su conservación.

Modelo experimental

Se adaptó el protocolo de Babarinde *et al.* (2011), empleando tres concentraciones: E₁ (33%), E₂ (60%) y E₃ (70,4%) del aceite esencial obtenido por cada método, diluido en agua destilada, y un grupo control (C). Se realizaron cuatro repeticiones para cada concentración, cada dosis del extracto fue mezclado en 5 g de granos de

avena en envases de plástico de 500 mL. Posteriormente en cada envase se colocaron 10 individuos adultos de *U. dermestoides* y en el otro grupo de envases se agregaron 10 larvas de los últimos estadios, este proceso se replicó para ambos métodos de extracción. La mortalidad fue evaluada a las 24, 48, 72, 96 y 120 h después del tratamiento.

Análisis de datos

La evaluación del efecto biocida se realizó estadísticamente a través de la prueba de análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Tukey a través del software IBM SPSS Statistics versión 23.0; considerando las diferencias significativas entre los grupos experimentales y control.

Aspectos éticos

Los resultados del presente trabajo se utilizaron con fines científicos, declarando que todos los autores cumplieron los aspectos éticos nacionales e internacionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Larvas

Los resultados de la evaluación del efecto biocida sobre larvas de *U. dermestoides* se observan en la figura 1A y 1C, donde se registran, dentro de las primeras 24 h, el mayor número de larvas muertas en todas las repeticiones de los grupos experimentales. Siendo los grupos E₂ y E₃ los que presentaron los mayores porcentajes de mortalidad, con un 33% y 80 %, respectivamente. Mientras que, por su parte, el grupo E₁ y grupo control alcanzaron un porcentaje de mortalidad de 10% y 18% al término de la evaluación de 120 h de exposición.

La prueba Tukey, con el análisis de comparaciones múltiples en el tratamiento del aceite esencial obtenido por el método de maceración en larvas de *U. dermestoides*, indica que existen varianzas significativas entre los grupos experimentales E₃/C (<0,001), E₃/E₁ (<0,001) y E₃/ E₂ (0,007).

En el tratamiento aplicado a larvas los resultados difieren en el porcentaje de mortalidad, Babarinde *et al.* (2011) obtuvieron el 100% de larvas muertas en el 1 día del tratamiento a dosis de 0,1, 0,2 y 0,3 mL; con respecto a nuestra investigación en los tratamientos E₁, E₂ y E₃ obtuvimos el 15%, 33% y 80% de mortalidad, respectivamente. La diferencia en la actividad biocida de nuestro aceite esencial puede atribuirse a la pureza del solvente usado en la extracción, fue etanol comercial al

96%, mientras que Babarinde *et al.* (2011) emplearon etanol absoluto que debe contener alrededor de 99,5 % de etanol.

Adultos

Los resultados de la evaluación del efecto biocida sobre individuos adultos de *U. dermestoides* se observan en la figura 1B y 1D, donde se registraron el 100% de mortalidad en promedio para el grupo E₂ dentro de las primeras 24 h y el 98% de mortalidad del grupo E₃ a las 48 h. Asimismo, en las repeticiones del grupo control y de la concentración E₁ no se registraron individuos muertos luego de las 120 h de evaluación.

En los tratamientos con aceite esencial extraído por método de maceración en adultos y por método Soxhlet en larvas y adultos, se encontraron diferencias significativas de <0,001, y un F= 19,13 para mortalidad en larvas y F=15,23 para mortalidad en adultos, entre los grupos experimentales E₃/C, E₃/ E₁, E₂/C y E₂/ E₁. De acuerdo con lo señalado indicamos que el efecto biocida por acción del aceite esencial de *R. communis* presenta varianzas significativas entre E₂/ E₃ con respecto al grupo C₁/ E₁. Sin embargo, en los grupos experimentales C₁ y E₁ no se encuentran diferencias significativas.

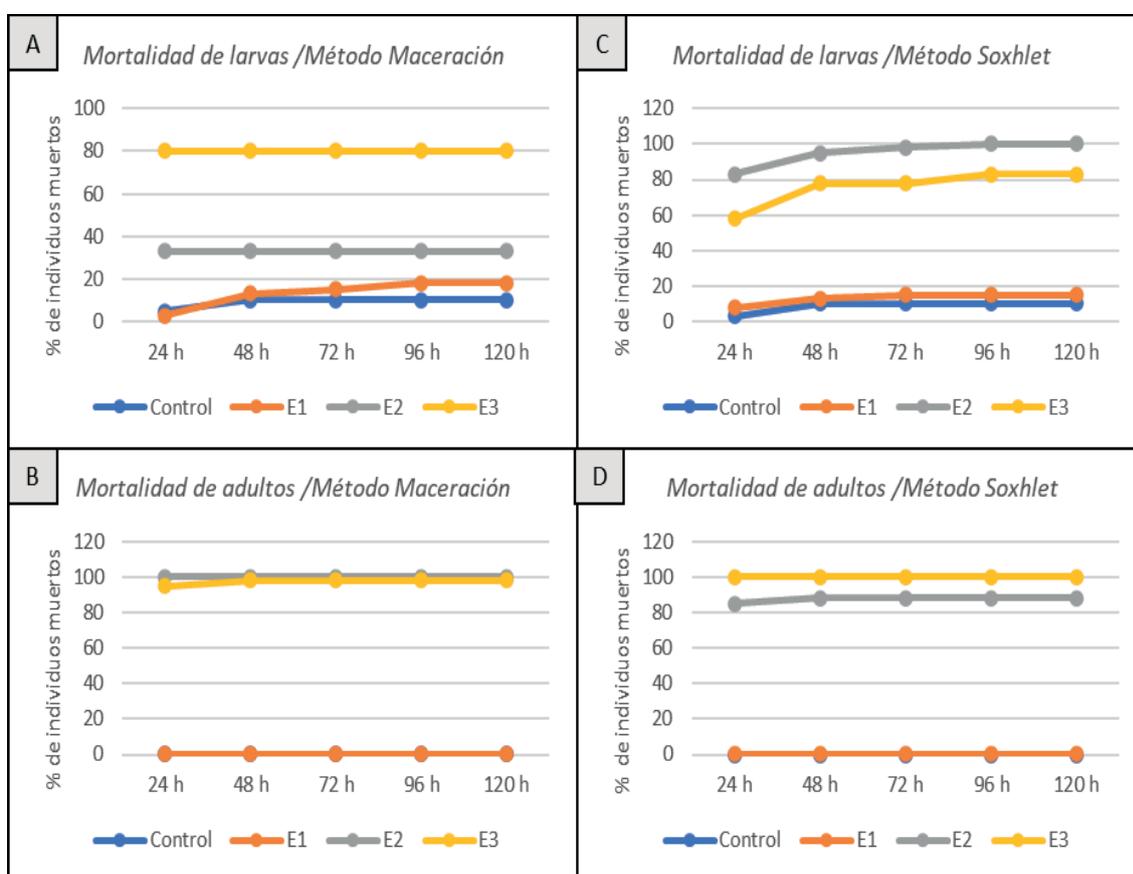


Figura 1. Mortalidad de la larva y adultos de *U. dermestoides* por extracto de higuera *versus* método de maceración y Soxhlet.

Los resultados obtenidos de la evaluación del efecto biocida del extracto de semillas de higuera por ambos métodos de extracción indican que el mayor número de individuos muertos en el estadio larval y adultos de *U. dermestoides* se da en los tratamientos E₂ (60%) y E₃ (71%); esto se debe a que son las concentraciones más elevadas.

De acuerdo con los resultados de la prueba ANOVA, con un valor <0,001(sig.), indican que existen diferencias

significativas entre el grupo control (C) y los grupos experimentales E₁, E₂ y E₃ frente al aceite de *R. communis* obtenido por los métodos de maceración y Soxhlet.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que las dos etapas (larvas y adultos) son susceptibles a los tratamientos E₂ y E₃ del aceite esencial de higuera obtenido por el método de maceración y Soxhlet, registrando el mayor número de individuos muertos dentro de las 24 h de iniciado el tratamiento. Estos

resultados se contrastan con los obtenidos por Babarinde *et al.* (2011), quienes emplearon dosis de 0,3 y 0,5 mL del extracto de higuierilla a *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797); y con Mendoza *et al.* (2016) que usaron dosis de 0,1 g y 0,2 g de aceite de higuierilla a un coleóptero tipo plaga de almacén, y obtuvieron 100% de mortalidad las primeras 24 h del tratamiento.

Alejos & Valverde (2020) compararon las hojas de *Azadirachta indica* A. Juss., 1830 y *R. comunis* y su efecto en *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), teniendo como resultados que la mayor concentración de ellos (4L/20L_{H2O}) de ambas plantas tuvo un mayor y más eficaz efecto biocida, resultados que concuerdan con esta investigación. Paladines-Salvador (2020) comprobó el efecto biocida del extracto tanto de hojas como de flores de *R. comunis* en larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus in Hasselquist, 1762), resultando que la dosis de 1,52 mL de flores y 2,93 mL de hojas de higuierilla tuvieron una mortalidad de 50% y 90%, respectivamente. Estos resultados se contrastan con la investigación de Perez *et al.* (2020) que aplicaron una dosis de 0,12, 0,25 y 0,5 mL de *R. comunis* sobre individuos de *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764), obteniendo el 60% de mortalidad tanto de larvas como de adultos, siendo uno de los más bajos comparados con otros extractos vegetales en dicha investigación.

Se concluye que el aceite esencial de las semillas de *R. communis*, extraído por maceración o Soxhlet, presentan acción biocida en las larvas y adultos de *U. dermestoides*. Así mismo, los tratamientos E₂ y E₃ con aceite esencial de *R. communis* extraído por ambos métodos, son los que presentan mayor porcentaje de mortalidad de larvas y adultos de los gorgojos evaluados. En las primeras 24 h de evaluación se registró el mayor número de individuos muertos para todos los grupos experimentales.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

CCL = Camila de la Cruz Leytón

LRC = Lizeth Romero Cabello

CLL = César Lozano Lévano

AZR = Alejandrina Zavaleta Rengifo

Conceptualization: CCL, LRC, AZR

Data curation: CCL, CLL

Formal Analysis: CCL, CLL

Funding acquisition: CLL

Investigation: CCL, LRC, AZR

Methodology: CCL, LRC, AZR

Project administration: CLL, CCL

Resources: CLL, LRC

Software: CLL, LRC

Supervision: CLL, CCL

Validation: CLL, CCL, AZR

Visualization: CCL, CLL, AZR, LRC

Writing – original draft: LRC, CLL, LRC, CCL

Writing – review & editing: CCL, CLL, AZR

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbar, R., Khan, I.A., Alajmi, R.A., Ali, A., Faheem, B., Usman, A., Ahmed, A.M., El-Shazly, M., Farid, A., Giesy, J.P., & Aboul-Soud, M.A.M. (2022). Evaluation of insecticidal potentials of five plant extracts against the stored grain pest, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Insects*, 13, 1047.
- Alejos G.L., & Valverde, R.A. (2020). Comportamiento de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en relación a los efectos del biocida Neem (*Azadirachta indica*) e Higuierilla (*Ricinus communis*) en Monzón, Perú. *Revista Investigación Agraria*, 2, 64-71.
- Azwanida, N.N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4, 3.
- Babarinde, S.A., Oyegoke, O.O., & Adekunle, A.E. (2011). Larvicidal and insecticidal properties of *Ricinus communis* seed extracts obtained by different methods against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Archives of phytopathology and plant protection*, 44, 451-459.
- Chaudhari, A. K., Singh, V. K., Kedia, A., Das, S., & Dubey, N. K. (2021). Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: Prospects and retrospects. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 18918-18940.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta-Bravo, S., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21, 84-99.

- Cuello, D.F.A., & Mejía, M.K.J. (2023). *Determinación de las propiedades fisicoquímicas del aceite de semilla de campano (Samanea Saman) y análisis proximal de la torta* [Tesis en Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7515>.
- da Silva, A. M., & de Barros, R. P. (2021). Preferência alimentar e a Biologia do besouro do amendoim (*Ulomoides dermestoides*) em arena de criação. *Revista Ambientale*, 13, 51-70.
- Do Vale, J., Sadalla, A., Costa, R., Ferreira, V., López, D., & Duarte, R. (2018). Potencial de inseticidas botánicos no controle de *Ulomoides dermestoides* (coleoptera: tenebrionidae). *Scientia Agraria Paranaensis*, 17, 326–331.
- García, T., García, A., Ramos, S., & López, P. (2016). Evaluación del Rendimiento de Extractos en Hojas de *Ricinus communis* L. *Conciencia Tecnológica*, 52, 12-18.
- Hussein, H., Ubaid, M., & Hameed, H. (2016). Insecticidal Activity of Methanolic Seeds Extract of *Ricinus communis* on Adults of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Brauchidae) and Analysis of its Phytochemical Composition. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8, 1385-1397.
- López, L.D.E. (2022). *Alternativas biológicas para reemplazar los plaguicidas de mayor consumo en el Ecuador* [Tesis de Ingeniería Agroindustrial, Escuela politécnica Nacional, Quito]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23109>
- Mendoza, M., Rodríguez, G., Guevara, L., Andrio, E., Rangel, J., Rivera, G., & Cervantes, F. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7, 1599-1611.
- Morillo, Y., Olivero, J., & Caballero, K. (2016). Life cycle of *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera: Tenebrionidae) under laboratory conditions. *Journal of Stored Products Research*, 69, 272–275.
- Nikolaou, P., Marciniak, P., Adamski, Z., & Ntalli, N. (2021). Controlling stored products' pests with plant secondary metabolites: A review. *Agriculture*, 11, 879.
- Paladines-Salvador, J. (2020). Efecto insecticida *in vitro* del extracto hojas y flores de *Ricinus communis* (Higuerilla) sobre larvas de IV Estadio de *Aedes aegypti*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]
- Pérez, J., Ángel, M., Pérez, I., & Taquillo, F. (2020). *Mirabilis jalapa* L., *Bauhinia divaricata* L., *Ricinus communis* L., *Nicotiana glauca* G. y un insecticida químico contra *ascia monuste* (Linnaeus, 1764) en *Raphanus sativus* L. *Acta Entomológica Mexicana*, 7, 112-118.
- Plata, A., Martínez, L., da Silva, G., Pereira, R., Dos Santos, M., de Souza, W., Zanuncio, J., & Serrão, J. (2020). Insecticidal and repellent activities of *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil and its terpenoids (citral and geranyl acetate) against *Ulomoides dermestoides*. *Crop Protection*, 137, 105299.
- Rafael, M., Terrones, L., Bacilio, J., & Dávila, F. (2019). Determinación de la dosis letal media de los extractos de *Paullinia clavigera* var *bullata* Simpson y *Solanum mammosum* L. para controlar áfidos en condiciones de laboratorio. *Rebiol*, 39, 19-29.
- Ramos, J. (2015). *Obtención de un insecticida biológico a partir de la higuerilla (Ricinus communis), Machala 2014*. [Tesis de pregrado, Universidad técnica de Machacala]. Repositorio Digital de la UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1880>
- Rampadarath, S., Puchooa, D., & Jeewon, R. (2016). *Jatropha curcas* L: Phytochemical, antimicrobial and larvicidal properties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6, 858-865.
- Rodríguez, E. (2014). *Ciclo de vida y morfología de Ulomoides dermestoides (Chevrolat, 1878) (coleoptera: tenebrionidae) en condiciones controladas de temperatura y humedad*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/5955>
- Rodríguez-Tolosa, R., Cifuentes-Vega, R., & Hernández-Fernández, J. (2023). Caracterización de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* como método para predecir la susceptibilidad sobre insectos lepidópteros, dípteros y coleópteros plaga de la agricultura. *Mutis*, 13, 1-34.
- Sogan, N., Kapoor, N., Singh, H., Kala, S., Nayak, A., & Nagpal, B. N. (2018). Larvicidal activity of

- Ricinus communis* extract against mosquitoes. *Journal of vector borne diseases*, 55, 282-290.
- Sotelo-Leyva, C., Salinas-Sánchez, D., Peña-Chora, G., Trejo-Loyo, A., González-Cortázar, M., & Zamilpa, A. (2020). Insecticidal compounds in *Ricinus communis* L.(Euphorbiaceae) to control *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae). *Florida entomologist*, 103, 91-95.
- Tembo, Y., Mkindi, A., Mkenda, P., Mpumi, N., Mwanauta, R., Stevenson, P. C., Ndakidemi, P.A., & Belmain, S. R. (2018). Pesticidal plant extracts improve yield and reduce insect pests on legume crops without harming beneficial arthropods. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1425.
- Teófilo, C., García, E., Uribe, A., Díaz, S., & García, P. (2016). Evaluación del Rendimiento de Extractos en Hojas de *Ricinus communis* L. *Conciencia tecnológica*, 52, 16-18.
- Yeboah, A., Ying, S., Lu, J., Xie, Y., Amoanimaa-Dede, H., Boateng, K. G. A., Chen, M., & Yin, X. (2020). Castor oil (*Ricinus communis*): a review on the chemical composition and physicochemical properties. *Food Science and Technology*, 41, 399-413.

Received October 2, 2023.

Accepted December 12, 2023.