

Nota técnica

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE *Schinus molle* SOBRE *Premnotrypes vorax* EN PAPA¹

Isabel Cristina López^{2/*}, Verónica Elizabeth Rivera*, Ángel Wilfrido Yáñez*,
Jorge Rodrigo Artieda*, Gabriela Elevación Villacres*

Palabras clave: Actividad insecticida; concentración; extracto; mortalidad; metabolito.

Keywords: Insecticide activity; concentration; extract; mortality; metabolite.

Recibido: 17/04/17

Aceptado: 13/07/17

RESUMEN

El molle (*Schinus molle*) es una anacardiácea nativa del sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. El ciclo biológico del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*) tarda entre 134 a 280 días y el daño es producido por el adulto al alimentarse de las hojas del tercio medio e inferior de la planta y por las larvas que atacan los tubérculos, los cuales pueden ocasionar la pérdida total de la cosecha. Se evaluó el porcentaje de inhibición de eclosión de huevos y de mortalidad de larvas y adultos del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*) por efecto de la aplicación de diferentes dosis del extracto acuoso del molle (*Schinus molle* L.) bajo condiciones de laboratorio. El extracto de molle fue obtenido por el método de destilación por arrastre de vapor, aplicado por inmersión a los diferentes estados de desarrollo de la plaga y su efecto fue evaluado 24, 48 y 72 horas después de la aplicación. Los resultados mostraron que el extracto acuoso de *S. molle* provocó 50% de mortalidad en adultos a las 24 horas a concentración

ABSTRACT

Evaluation of insecticide activity of *Schinus molle* on *Premnotrypes vorax* in potato. Molle (*Schinus molle*) is an anacardiaceae plant native to southern Brazil, Paraguay, Uruguay, Peru, Bolivia, Chile and Argentina. Biological cycle of the Andean potato weevil (*Premnotrypes vorax*) lasts about 134 to 280 days and damage is inflicted by adults when they feed on leaves from the middle and lower third of the plant and for the larvae when they feed on tubers, which may cause total crop loss. Egg hatching inhibition and mortality of larvae and adults of Andean potato weevil (*Premnotrypes vorax*) was evaluated by applying different doses of molle aqueous extract (*Schinus molle* L.) under laboratory conditions. Molle extract was obtained by steam distillation and it was applied by immersing the different pest development stages and its effect was evaluated 24, 48 and 72 hours after application. Results showed that aqueous extract of *S. molle* at 5% concentration caused 50% mortality in adults at 24 h, while a concentration of 10% produced 25%

¹ Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

² Autora para correspondencia. Correo electrónico: ic.lopez@uta.edu.ec

* Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador.

del 5%, mientras que a una concentración del 10% produjo 25% de mortalidad a las 48 h. Adicionalmente, se observó 25% de inhibición de la eclosión de los huevos con la aplicación de extracto al 10% a las 24 h después de la aplicación. A pesar de que los valores de mortalidad producidos por la aplicación del extracto acuoso no superaron el 50% en adultos, su uso podría ser considerado como una alternativa en el manejo de poblaciones del gusano blanco. Sin embargo, su efecto y su compatibilidad con otros métodos de control deben ser validados bajo condiciones de campo de manera que se pueda ofrecer como una alternativa para pequeños y medianos productores.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el número de familias dedicadas a la producción de papa es aproximadamente 42 000 de las 66 000 hectáreas dedicadas al cultivo de papa, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC 2002) reporta una producción promedio de 480 000 toneladas y un rendimiento por hectárea de 7,7 toneladas. En esta producción se vinculan aproximadamente 88 mil productores, de los cuales el 75% son pequeños productores, 23% medianos productores, grandes productores un 2% (El Agro 2014).

El gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) está incluido entre las especies plaga que afectan el cultivo de papa, cuyas larvas se alimentan de los tubérculos y los adultos del follaje (Andrade y Bonilla 2010). Dado que las larvas son capaces de producir pérdidas entre 20 y 50% e incluso ocasionar una pérdida total, los productores generalmente recurren al control químico, principalmente del grupo de los organofosforados y carbamatos (Niño *et al.* 2000). El uso de estos productos químicos incrementa los costos de producción del cultivo, crea resistencia a los insecticidas y provoca impactos negativos en el ambiente afectando la salud de los productores y consumidores (Cruz y Pickering 2006). Estos antecedentes motivan la búsqueda de métodos

mortality at 48 h. Additionally, 25% inhibition of egg hatching was observed with the use of 10% concentration extract at 24 h after application. Although mortality rates produced by application of aqueous extract did not surpass 50% in adults, its use could be considered as a tangible alternative in management of populations of Andean potato weevil. However, its effect and compatibility with other control methods must be validated under field conditions so that it can be offered as an alternative for small and medium farmers.

alternativos que sean seguros y eficaces, como por ejemplo el uso de extractos de plantas. Varios investigadores han desarrollado extractos botánicos que han demostrado ser eficaces para el control de plagas a bajo costo y con bajo riesgo para la humanidad (Hincapié *et al.* 2008).

Schinus molle L., contiene en sus hojas flavonoides (quercetina, rutina, quercitrina e isoquercitrina), pigmentos antocianídicos, triterpenos, β -sitosterol, taninos, ácido gálico, ácido protocatéquico, glucosa, fructosa y aceite esencial (0,5%) (Orozco 2013). Además, los ácidos linolénico, linoleico, lignocérico y esteárico aislados de aceites esenciales obtenidos de frutos, corteza y semillas contienen entre su composición α -bergamotranseno, bourboneno, α y δ -cadineno, α y γ -calacoreno, calameno, canfeno, carvacrol, β -cariofileno, γ -copaeno, croweacina, γ -cubebeno, p-cimeno, butirato de geraniol, hexanoato de nerol, α y β -felandreno, α y β -pineno, α -terpineol, γ -terpineno, α y γ -muuroleno además de cianidina-3-galactósido, cianidina-3-rutinósido y peonidina-3-glucósido que han demostrado tener efecto tóxico y repelente sobre algunos insectos (Alonso 2008, Villavicencio *et al.* 2010).

Estudios previos han confirmado el efecto tóxico y de repelencia de los extractos de

molle, *Schinus molle* L., sobre el escarabajo de la hoja del olmo, *Xanthogaleruca luteola* Muller (Coleoptera: Chrysomelidae), donde el extracto de hojas inhibió completamente la alimentación (100%) (Huerta *et al.* 2010). Adicionalmente, se comprobó en laboratorio que el aceite esencial de hojas de *S. molle* y *Tagetes terniflora* produjeron actividad de volteo dependiente del tiempo de exposición en *Pediculus humanus capitis* (Gutierrez *et al.* 2009). Según Orozco (2013), el molle contiene mayor cantidad de metabolitos secundarios entre ellos los terpenos, los cuales le confieren actividad insecticida.

En consideración a lo antes expuesto, en el presente estudio se evaluó la efectividad del extracto de molle como alternativa de control para el gusano blanco bajo condiciones de laboratorio, con el fin de propiciar una agricultura limpia, al asegurar la calidad del tubérculo como alimento, y de esta manera, garantizar productos sanos, para mejorar la calidad de vida de productores y consumidores de papa conjuntamente con la conservación del medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

Se evaluó el efecto del molle (*Schinus molle*) sobre la tasa de eclosión de huevos y la mortalidad de larvas y adultos de *P. vorax* bajo condiciones de laboratorio (temperatura promedio $18^{\circ}\text{C}\pm 1,7$; humedad relativa promedio $64\pm 5,7$). El ensayo fue conducido en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador.

Obtención del extracto

Para la preparación del extracto se utilizaron hojas de plantas de molle de un año de edad (aproximadamente de 3 m de altura), estas plantas fueron colectadas en etapa de floración crecidas a orillas del río Ambato (Aguaján)

(-1.2769716S, -78.71124L, 2597 msnm) entre noviembre y diciembre de 2016. El material vegetal fue llevado al laboratorio envuelto en fundas plásticas oscuras para evitar la incidencia de los rayos de luz. Posteriormente, las muestras fueron desinfectadas con agua e hipoclorito de sodio al 2% para la eliminación de impurezas (Carballo *et al.* 2002). El material vegetal fue enviado y depositado en el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales Herbario Nacional del Ecuador para su correcta identificación.

Las hojas de molle fueron sometidas a secado en estufa a 45°C durante 48 horas, hasta obtener un peso constante y, posteriormente, trituradas en un molino eléctrico. Para la obtención del extracto, se utilizó el método de destilación por arrastre de vapor en hidrosol, además, se obtuvo el aceite esencial. Se consiguió un extracto de molle al 20% (20 g por 100 ml de agua destilada). A partir de esta concentración fueron preparadas diluciones de 5, 10 y 15% (Iannacone y Lamas 2003) y fue usada agua como control. Estas concentraciones fueron seleccionadas con los criterios de Iannacone y Alvarino (2010). Finalmente, la composición fitoquímica del extracto de molle fue determinado cualitativamente. Además, se realizó el análisis cromatográfico del extracto hexánico de molle. La extracción de la muestra se realizó por maceración con agitación mecánica por 24 h (10 g de muestra en 50 ml de hexano), la cual fue posteriormente filtrada y evaporada mediante roto vaporación. La identificación de los principales constituyentes se ejecutó por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM), la muestra fue diluida con la relación: 10 mg muestra en 1 ml de hexano para el correspondiente análisis que fue realizado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador.

Efecto del extracto de molle sobre la eclosión de huevos, mortalidad de larvas y adultos de *Premnotrypes vorax*

Para la obtención de huevos, larvas y adultos del gusano blanco fueron instaladas trampas que consistieron en colocar follaje de papa en

terrenos recién cosechados en el sector Benigno Vela de la parroquia Santa Rosa, Tungurahua. Cada trampa fue distanciada a 10 m y el material vegetal fue renovado cada 10 días. De esta forma, fueron colectados aproximadamente 100 adultos hembras y machos. Para obtener los huevos con los cuales fue iniciado el ensayo, los machos y hembras adultos colectados en campo fueron colocados en envases plásticos (15 x 22 cm) que tenían una tapa previamente perforada y este orificio era cubierto con tela organdí para permitir ventilación. Cada envase fue internamente recubierto con papel toalla humedecido y sobre este fueron colocados trozos de papa y follaje, los cuales eran cambiados a frecuencia interdiaria. Una vez obtenidos los huevos, estos fueron colectados con un pincel número 0 y divididos en 3 grupos: el primer grupo fue usado para evaluar el efecto sobre la eclosión. El segundo grupo fue transferido a cajas Petri con papel toalla humedecido hasta la eclosión del primer instar larval y el tercer grupo fue dejado hasta la obtención de adultos para el ensayo de mortalidad.

En relación con la fase de huevo, el efecto del extracto de molle fue determinado a partir de 5 huevos embrionados (aproximadamente 3 días antes de su eclosión), los cuales fueron sumergidos en cada una de las concentraciones evaluadas durante 20 minutos. Se determinó el porcentaje de eclosión a las 24, 48 y 72 h después de la aplicación.

Para la determinación de la mortalidad de larvas, con ayuda de un pincel 5 larvas (L1) fueron transferidas a nuevas cajas Petri provistas con trozos de papas que habían sido sumergidas durante 20 minutos en las concentraciones respectivas del extracto (Valencia y Bohorques 1994). Se evaluó la tasa de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación. La mortalidad causada por la aplicación del extracto de molle sobre los adultos fue evaluada en frascos de plástico (4 x 4 cm), en los cuales se colocaron 5 adultos de *P. vorax* (10 días de emergidos) con trozos de papa fresca y hojas previamente sumergidos en cada una de las concentraciones (5, 10 y 15%) del extracto durante 20 minutos.

Se usaron trozos de papa y hojas sin ningún tipo de aplicación como control. De manera similar, se determinó el porcentaje de mortalidad en adultos a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación. Los ensayos fueron realizados en un cuarto oscuro, ya que los principios activos del extracto son fotosensibles a la luz UV-B, la cual provoca una alteración externa a los metabolitos secundarios de la planta (Kuklinski 2000).

El ensayo fue conducido en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de medias según Tukey ($p < 0,05$) por medio del programa estadístico Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis cromatográfico se logró identificar compuestos como sesquiterpenos: Bicycloelemene, trans-caryophyllene, bicyclogermacrene, 6-epi-shyobunol, gamma-muuroleone, cyclohexene 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-(s)-, 4,10(14)-muuroladien-8.beta.-ol; triterpenos: norolean-12-ene, beta.-amyryn y ácidos grasos saturados: 9, 12, 15-octadecatrienoic acid.

Se observó el efecto de las diferentes dosis del extracto acuoso de *S. molle* sobre la eclosión de huevos y la mortalidad de larvas y adultos de *P. vorax* (Figuras 1-3). En relación con el efecto sobre la eclosión de huevos, este alcanzó valores entre 70 y 85% de inhibición, el cual fue el máximo valor observado con el extracto al 15% (Figura 1). Sin embargo, el mayor efecto fue observado a las 24 h cuando se alcanzó inhibición entre 45 y 50% del total de huevos, el cual tendió a disminuir a las 48 y 72 h cuando se observaron porcentajes de inhibición entre 20-25% a las 48 h y 10-15% a las 72 h. El extracto de molle provocó un efecto mecánico en los huevos de *P. vorax*, esto se debe a que los metabolitos secundarios presentes en el extracto, como los terpenos, evitan la eclosión de los huevos (Yang *et al.* 2009). Según Iannacone y Alvarino (2010), el extracto acuoso de molle provoca el 61 y 50% de inhibición en la eclosión de huevos de *Ceraeochrysa*

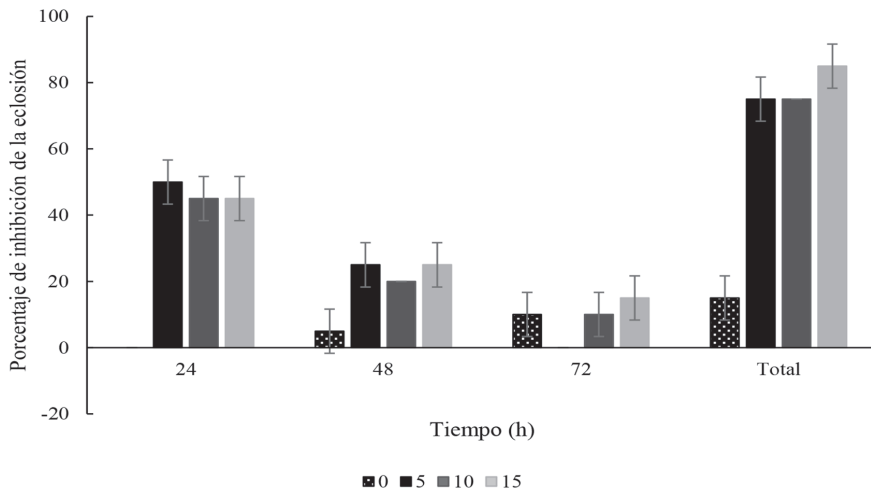


Fig. 1. Porcentaje de inhibición de eclosión de huevos de *Premnotrypes vorax* por aplicación de diferentes dosis del extracto de molle.

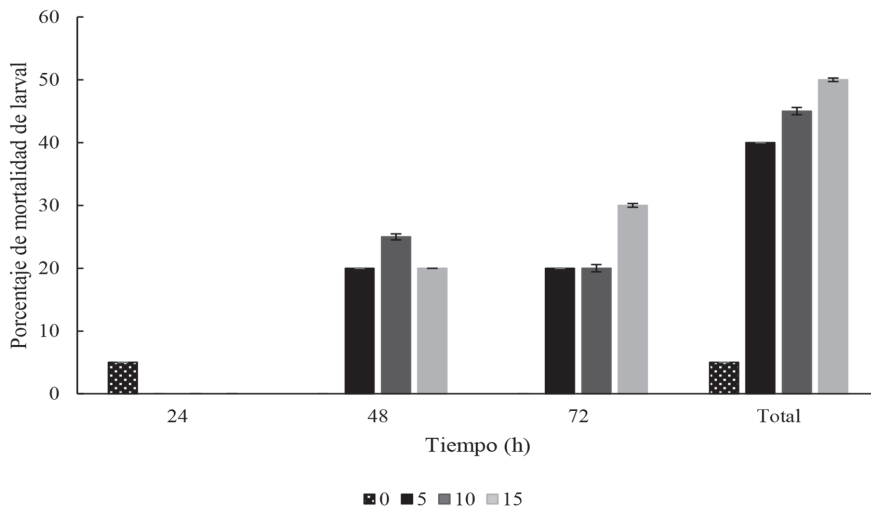


Fig. 2. Porcentaje de mortalidad en larvas de *Premnotrypes vorax* por aplicación de diferentes dosis del extracto de molle.

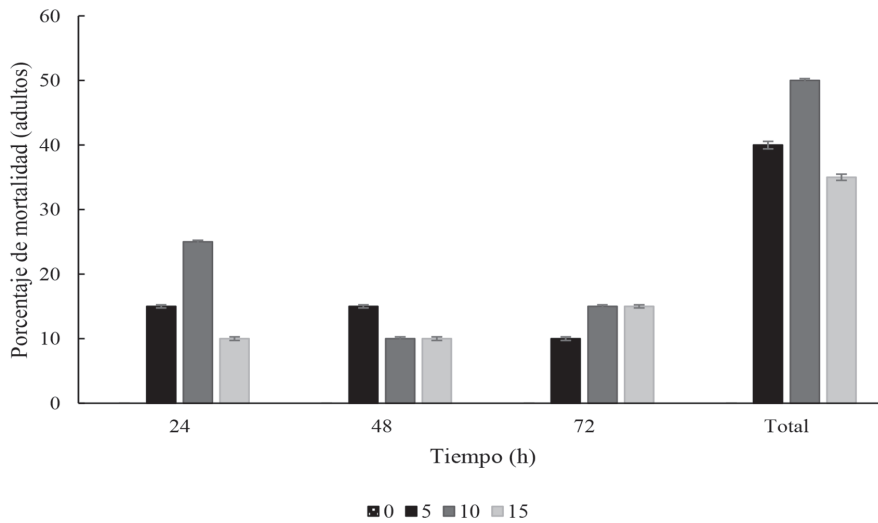


Fig. 3. Porcentaje de mortalidad en adultos de *Premnotrypes vorax* por aplicación de diferentes dosis del extracto de molle.

cincta y *Chrysoperla asoralis*, respectivamente a las 48 h después de la aplicación.

De acuerdo con Wilmalaratne *et al.* (1996), el extracto de *S. molle* contiene taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas esferoidales, esteroides, terpenos, gomas, resinas y aceites esenciales, estos últimos incluyen 20 o más compuestos diferentes, los cuales pueden actuar sinérgica y antagónicamente para ocasionar mortalidades variables sobre varias clases de insectos. El efecto del extracto acuoso de molle sobre los huevos disminuyó al pasar el tiempo de exposición, debido probablemente a la degradación que sufren los compuestos activos por acción de la luz solar (Ibáñez y Zoppolo 2008).

Además, en relación con el efecto sobre la mortalidad de larvas, este alcanzó valores entre 40 y 50% de mortalidad, el cual fue el máximo valor observado con el extracto al 15% (Figura 2). El extracto de molle provoca una alteración considerable del sistema nervioso o neuromuscular en las larvas (Coats *et al.* 1991, Kostyukovsky *et al.* 2002, Waliwitiya *et al.* 2010). Aunque en el presente estudio no se evaluó el efecto antialimentario en larvas, Capelo (2014) determinaron

que las larvas de *P. vorax* no se alimentan durante las primeras 24 horas después de eclosionadas. Esto pudiera explicar el hecho de que no se observó mortalidad por efecto del extracto. Extractos acuosos al 10% de molle no causaron efectos significativos en la mortalidad larvaria y de la pupa de *Chrysoperla externa*, mientras que en *C. cincta* y *C. asoralis* mostraron una mayor sensibilidad, pues el extracto acuoso al 10% a 48 h de exposición produjeron 75% y 20,1% de mortalidad larvaria, respectivamente (Iannacone y Lamas 2003).

Respecto al efecto del extracto de *S. molle* sobre adultos de *P. vorax*, este alcanzó valores comprendidos entre 35 y 50% de mortalidad para ser el máximo valor observado con el extracto al 10% (Figura 3). El mayor efecto que se obtuvo fue a menor tiempo de exposición, es decir, a las 24 horas alcanzó un porcentaje máximo de mortalidad del 25%. Aparte del efecto sobre el sistema nervioso del insecto, los terpenos también han sido reportados como factores de anti-retroalimentación (Nerio *et al.* 2010, Vigan 2010). En adultos de *Trichogramma pintoi* se presentó 28,9% de mortalidad al molle acuoso al 10%

(Iannacone y Lamas 2003). Estos autores también observaron niveles de mortalidad de 41,1% en *Orius insidiosus*. En cambio, no observaron efectos significativos sobre el adulto de *Telenomus remus* y *Copidosoma koehleri* (Iannacone y Lamas 2003).

Los resultados obtenidos con adultos pueden estar influenciados por varios factores como la edad, así como la variación en las condiciones ambientales, provocándoles estrés por el aislamiento.

Los resultados obtenidos indican en general un efecto menor del extracto acuoso de *S.*

molle sobre la mortalidad de larvas de *P. vorax* que el resto de tratamientos en comparación con los aceites esenciales de tzinsu (*Tagetes minuta*), quichia (*Tagetes terniflora*) y zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*), los cuales mostraron mayor efecto insecticida por contacto e inhibición de la alimentación verificándose un 50% de mortalidad en larvas de *P. vorax* (Baldeón 2012).

La baja tasa de mortalidad observada por efecto de la aplicación de extracto de molle pudiera ser explicada por la baja concentración de algunos metabolitos secundarios, tales como los terpenos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización cualitativa del extracto acuoso de *S. molle*.

Metabolito	Extracto Acuoso	Método
Aceites y grasas	++	Sudan
Alcaloides	++	Dragendorff
Alcaloides	++	Wagner
Lactonas y cumarinas	++	Baljet
Triterpenos y/o esteroides	+	Liebermann-Burchard
Catequinas	-	Catequinas
Resinas	+	Resinas
Azúcares reductores	+	Fehling
Saponinas	++	Espuma
Taninos	+	FeCl ₃
Antraquinonas	-	Borntrager
Flavonoides	+++	Shinoda
Flavonoides	+	Antocianidinas
Mucílagos	-	Mucílagos
Principios Amargos	-	Principio Amargo

De acuerdo con los resultados obtenidos del tamizaje fitoquímico al extracto y aceite esencial de molle, el aceite esencial posee en mayor cantidad los terpenos, considerados como responsables de la actividad insecticida que posee el molle (Alonso 2004). En tal

sentido, dado que los aceites esenciales concentran mayor cantidad de estos metabolitos secundarios, se recomienda realizar ensayos de laboratorio y campo con el aceite esencial de molle sobre *P. vorax* para obtener información de su eficacia insecticida.

Se recomienda conservar el extracto en refrigeración a 3°C, debido a la degradación que pueden sufrir estos por efecto del calor, luz, microorganismos (Carrión y García 2010).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias y a la Dirección de Investigación y Desarrollo-DIDE, por el apoyo financiero prestado para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alonso, J. 2004. Tratado de fitofármacos y nutracéuticos. Rosario, Buenos Aires, Argentina, Editorial Corpus. p. 905-911.
- Alonso, J. 2008. Tratado de fitofármacos y nutracéuticos. Rosario, Buenos Aires, Argentina, Editorial Corpus. p. 720-877.
- Andrade, R; Bonilla, P. 2010. El cultivo de papa en Ecuador: insectos plaga-enfermedades - nemátodos y su control químico. Departamento Técnico Nacional Ecuauquímica (en línea). Ecuador. 14 p. Consultado 6 ene. 2017. Disponible en http://www.ecuauquimica.ec/cultivo_papa.html
- Baldeón, X. 2012. Actividad Insecticida de los Aceites Esenciales de *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* Tesis Lic. Riobamba. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 84 p.
- Carballo, C; Alfaro, T; Palazón, Z; Ramos, R; Rodríguez, C; Cabezas, C; Acosta, L; Reyes, M. 2002. Desinfección química de plantas medicinales II: *Plantago lanceolata* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales 7(3):131-134.
- Carrión, A; García, C. 2010. Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. Tesis Lic. Cuenca. Ecuador. Universidad de Cuenca. 109 p.
- Coats, J; Karr, L; Drewes, Ch. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids: in insects and earthworms. Naturally Occurring Pest Bioregulators 449(20):305-316.
- Cruz, A; Pickering, J. 2006. Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years-A review. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 101(4):345-354.
- El Agro, EC. 2014. Productividad de la papa aumentó 9 TM (en línea). Revista ecuatoriana El Agro. Consultado 9 feb. 2017. Disponible en <http://www.revistaelagro.com/2015/04/29/productividad-de-la-papa-aumentoen9tm/>
- Gutierrez, M; Stefanazzi, N; Werdin, J; Benzi, V; Ferrero, A. 2009. Actividad fumigante de aceites esenciales de *Schinus molle* (Anacardiaceae) y *Tagetes terniflora* (Asteraceae) sobre adultos de *Pediculus humanus capitis* (Insecta; Anoplura; Pediculidae). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 8(3):176-179.
- Hincapié, CA; Lopera D; Ceballos M. 2008. Actividad insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* (Anonaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología 34(1):76-82.
- Huerta, A; Chiffelle, I; Puga, K; Azúa, F; Araya, J. 2010. Toxicity and repellence of aqueous and ethanolic extracts from *Schinus molle* on elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola*. Crop Protection 29(10):1118-1123.
- Iannacone, J; Alvarino, L. 2010. Toxicidad de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) a cuatro controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú. Acta Zoológica Mexicana 26(3):603-615.
- Iannacone, J; Lamas, G. 2003. Efectos toxicológicos de extractos de molle (*Schinus molle*) y lantana (*Lantana camara*) sobre *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Trichogramma pintoi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el Perú. Agricultura Técnica 63(4):347-360.
- Ibáñez, F; Zoppolo, R. 2008. Manejo de plagas en Agricultura Orgánica. Boletín de Divulgación. Montevideo-Uruguay 94:13-16.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2002. III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Proyecto SICA. Quito. p. 50-53.
- Kostyukovsky, M; Rafaeli, A; Gileadi, C; Demchenko, N; Shaaya, E. 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. Pest Management Science 58(11):1101-1106.
- Kuklinski, C. 2000. Farmacognosia, estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Barcelona, España, Ediciones Omega. 528 p.
- Nerio, L; Verbel, J; Stashenko, E. 2010. Repellent activity of essential oils: a review. Bioresource Technology 101(1):372-378.
- Niño, L; Acevedo, E; Becerra, F. 2000. Control de adultos del gusano blanco de la papa con trampas de follaje. Fonaiaip Divulga 67:41-43.
- Orozco, M. 2013. Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de molle (*Schinus molle*), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) Linaza (*Linum usitatissimum* L.) en ratones (*Mus*

- musculus*). Tesis Lic.. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 112 p.
- Valencia, V; Bohorques, C. 1994. Oviposición del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología 2(3):165-167. ISSN 0120-0488.
- Vigan, M. 2010. Essential oils: renewal of interest and toxicity. European Journal of Dermatology 20(6):685-692.
- Villavicencio, M; Pérez, B; Gordillo, A. 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. Polibotánica (30):193-238.
- Waliwitiya, R; Belton, P; Nicholson, R; Lowenberger, C. 2010. Effects of the essential oil constituent thymol and other neuroactive chemicals on flight motor activity and wing beat frequency in the blowfly *Phaenicia sericata*. Pest management science 66(3):277-289.
- Wilmalaratne, P; Slessor, K; Borden, J; Chong, L; Abate, T. 1996. Isolation and identification of house fly, *Musca domestica* L., repellents from pepper tree, *Schinus molle* L. Journal of Chemical Ecology 22(1):49-59.
- Yang, Y; Lee, S; Clark, J; Young, J. 2009. Ovicidal and adulticidal activities of *Origanum majorana* essential oil constituents against insecticide-susceptible and pyrethroid/malathion-resistant *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(6):2282-2287.

