



Avances en Investigación Agropecuaria
ISSN: 0188-7890
revaia@ucol.mx
Universidad de Colima
México

Bioensayos para potenciar extractos vegetales y controlar insectos-plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Vera Delgado, Hebert Edison; Vera Baque, Cristian Gonzalo; Bello Moreira, Ítalo Pedro; Tipán Alcívar, Juan Carlos; Mendoza García, Gregorio Evaristo; Avellan Chancay, Mariana Del Carmen
Bioensayos para potenciar extractos vegetales y controlar insectos-plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 20, núm. 3, 2016

Universidad de Colima, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83754344002>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Bioensayos para potenciar extractos vegetales y controlar insectos-plagas del tomate (*Licopersicum esculentum* Mill)

Bioassays to promote plants extracts and to control tomato pest insect (*Licopersicum esculentum* Mill)

Hebert Edison Vera Delgado
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Facultad de
Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83754344002>

Cristian Gonzalo Vera Baque
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Facultad de
Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Ítalo Pedro Bello Moreira
SENESCYT. REGINV-16-01697, Ecuador
b.moreira112681@gmail.com

Juan Carlos Tipán Alcívar
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Facultad de
Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Gregorio Evaristo Mendoza García
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Facultad de
Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Mariana Del Carmen Avellan Chancay
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Facultad de
Ciencias Agropecuarias, Ecuador

RESUMEN:

Las plantas con propiedades bioplaguicidas son alternativas de uso a los agroquímicos convencionales, por sus efectos detrimentales diversos. Para este estudio, fueron sembradas plantas nativas; para extracción de ingredientes activos, se utilizaron semillas maduras, mediante el método de maceración con el solvente hidroalcohol etílico (50% + 50%) en ambiente anaeróbico (galón de vidrio oscuro) durante 72 horas. Para la mejora, se agregaron 30 gotas (por litro), de otros compuestos vegetales —reportados como sinérgicos— al aceite de ajonjolí (*Sesamum indicum*), emulsificante a lecitina de soya (Glicine max), conservante de frutos de marañón (*Anacardium occidentale*), y como adherente al piñón (*Jatropha curcas*). Los resultados de los bioensayos sobre larvas del segundo instar de *Spodoptera sunia*, mostraron mortalidades (Abbott) superiores, con un rango de 30 a 40% en comparación con los extractos no mejorados; además, la fecha de caducidad de los extractos envasados en botellas plásticas se incrementó hasta 90 días en ambiente normal sin refrigeración. Respecto del cultivo de tomate orgánico, los extractos botánicos mejorados controlaron gran parte de las plagas ($P < 0.05$), excepto a *Prodidiplosis longifila*, destacando los extractos de jaboncillo (*Sapindus saponaria*) y la mezcla de ají (*Capsicum frutescens*) más ajo (*Allium sativum*) con rendimientos de frutos de 45,500 y 45,416 kg/ha, respectivamente. Se observó presencia del parasitoide *Aphidius* spp en ninfas de *Aphis* spp como control biológico natural en 15%, y de los depredadores de larvas de los benéficos *Cicloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, e himenópteros del género *polistes* y *sinoeca* en menor porcentaje no cuantificado, pero estimado en 2%.

PALABRAS CLAVE: Bioinsecticidas botánicos, depredadores, biopreparado, sustancia activa, maceración, sinergia, emulsificantes.

ABSTRACT:

NOTAS DE AUTOR

b.moreira112681@gmail.com (Error 14: El correo no tiene un formato correcto)

Plants with biopesticidal properties are alternatives of use to conventional agrochemicals due to their diverse detrimental effects. For this study, native plants were planted as the beginning of the research, where for the extraction of active ingredients, mature seeds were used, using the maceration method with the solvent hydro-ethyl alcohol (50% + 50%) in anaerobic environment Dark glass) for 72 hours. For the improvement was added per liter, 30 drops of other vegetable compounds reported as synergistic to sesame oil (*Sesamun indicum*), emulsifier to soy lecithin (Glicine max), preservative cashew nuts (*Anacardium occidentale*), and as adherent To the pinion (*Jatropha curcas*). The results of the bioassays on larvae of the second instar of *Spodoptera sunia* showed higher (Abbott) mortalities between a range of 30 to 40% compared to the unimproved extracts, in addition, the expiration date of the extracts packed in plastic bottles Increased up to 90 days in normal environment without refrigeration. With regard to organic tomato cultivation, the improved botanical extracts controlled most of the pests ($P < 0.05$), except for *Prodiplosis longifila*, with extracts of jaboncillo (*Sapindus saponaria*) and chilli pepper (*Capsicum frutescens*) plus garlic (*Allium sativum*) with fruit yields of 45,500 and 45,416 kg / ha, respectively. The parasite Aphidius spp was observed in Aphis spp nymphs as a natural biological control in 15%, and of the larvae predators of the beneficial *Cicloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, and hymenoptera of the genus polistes and synoecase in a lesser non quantified percentage.

KEYWORDS: Botanical, bioinsecticides, predators, biopreparation, active substance, maceration, synergy, emulsifiers.

INTRODUCCIÓN

La disminución del rendimiento debido a insectos-plagas alcanza entre 20-30% en la mayoría de los cultivos; sin embargo, el incremento exponencial del uso de plaguicidas de síntesis química —con aproximadamente 500 mil toneladas anuales por ingrediente activo a nivel mundial— demuestra un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura (Nava *et al.*, 2012). A su vez, estas prácticas de la actual agricultura intensiva tecnificada, afectan negativamente a los enemigos naturales de las plagas; los que, a su vez, no encuentran las condiciones necesarias para reproducirse; y, de esta manera, colaborar naturalmente en la homeostasis del ecosistema, por efecto adicional de monocultivos.

En el mundo existen aproximadamente 37 millones de hectáreas de agricultura ecológica, lo que representa un 0.90% de la agricultura mundial (The World of Organic Agriculture, 2010).

Los costos ambientales (impacto sobre la vida silvestre, polinizadores, insectos predadores naturales, peces, calidad de agua y suelo) y el costo social (envenenamiento de trabajadores, etcétera), asociados al uso de plaguicidas, alcanza cerca de ocho billones de dólares cada año. La intensificación de diversos cultivos es la causa principal de este aumento, el cual influye con más plaguicidas tóxicos; muchos de los cuales se pueden vincular con problemas de cáncer en la salud humana (Liebman, 1997).

De acuerdo a la OMS, entre 500,000 y un millón de personas se intoxican con plaguicidas químicos anualmente y entre 5,000 y 20,000 pierden la vida. Más del 50% de los que fallecen son trabajadores agrícolas; los demás son envenenamientos por consumo de alimentos contaminados. Entre los dos grupos, la mortalidad alcanza la cantidad de 220 mil muertes al año (Pérez *et al.*, 2012).

Los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una alternativa a los agrotóxicos o plaguicidas químicos, derivados de algunas partes, o ingredientes activos de plantas que han co-evolucionado a la resistencia del ataque de fito-patógenos, produciendo estas sustancias en defensa de sus enemigos naturales; tales como: saponinas, taninos, alcaloides, di y triterpenoides, entre otros (Celis *et al.*, 2008).

El efecto nocivo de extractos de plantas o sus compuestos puros contra los insectos se puede manifestar de diversas maneras, incluyendo la toxicidad, la mortalidad, la inhibición del crecimiento, la supresión del comportamiento reproductivo y la reducción de la fertilidad-fecundidad (BenJanet *et al.*, 2001). Las plantas, en conjunto, producen más de 10,000 sustancias de bajo peso molecular (conocidas como metabolitos secundarios), desarrolladas en el proceso evolutivo que lleva a la selección de especies con mejores defensas contra el ataque de patógenos (Maggi, 2004).

El ser humano depende del consumo directo de las plantas tanto vegetales, cultivos, cereales, como de la obtención de sus productos. Anualmente, una tercera parte de la producción de alimentos se ve destruida por pestes de cultivos y productos almacenados; por lo cual se hace imprescindible el estudio de nuevas vías

de control de plagas. Las plantas, en conjunto, producen más de 100,000 sustancias de bajo peso molecular (conocidas también como metabolitos secundarios). Éstos son, normalmente, no-esenciales para el proceso metabólico básico de la planta. Entre ellos se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, ácidos grasos, etcétera. Semejante diversidad química es consecuencia del proceso evolutivo que ha llevado a la selección de especies con mejores defensas contra el ataque microbiano, o la predación de insectos y animales (Astudillo, 2011).

En el desarrollo de un bioplaguicida se deben estandarizar sus métodos de extracción, y la selección de la especie de planta como primer paso; uno de los métodos claves que se emplean son los bioensayos para estudiar las propiedades biocidas de las diferentes partes de las plantas, la eficacia de extractos, formulaciones y modo de acción de los ingredientes activos (Pérez, 2006). Dentro de las plantas repelentes e insecticidas de importancia se cita también al achiote (*Bixa orellana* L., *Bixaceae*) y piñón (*Jatropha curcas* L., *Euphorbiaceae*).

Hernández (2007) estableció que, de 18 extractos vegetales evaluados sobre el desarrollo de *Colletotrichum gloeosporoides*, sólo los de ajo (*Allium sativum*), acuyo (*Piper auritum*), guayaba (*Psidium guajava*) y eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) redujeron significativamente el crecimiento micelial en 54.30; 48.80; 47.70 y 39.00%, respectivamente. El efecto de diez extractos hidro-alcoholizados de plantas tropicales contra garrapatas adultas (*Boophilus microplus* Canestrini, 1887), fueron probados por Álvarez et al. (2008), quienes reportaron como más promisorio por la mayor mortalidad a *Zizygium aromaticum*, *Morus alba*, *Piper nigrum* y la mezcla de *Allium sativum* más *Z. aromaticum*.

En Ecuador, y sobre la misma garrapata, Calero (2011) determinó que el extracto del cordoncillo (*Piper aduncum*), en dilución al 75% y mejorado en sus propiedades insecticidas, controló significativamente al ácaro en aplicaciones tropicales en bovinos.

En Perú, Bobadilla et al. (2005), evaluaron suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus ("guanábanas") sobre larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae), donde el mayor efecto tóxico correspondió a la suspensión de las semillas, con 100% de mortalidad a las 24 horas a 0.5 mg/ml; seguido por las flores, a las 48 horas a 10 mg/ml; y hojas, a las 36 horas a 100 mg/ml.

En México, Carrillo et al. (2012), determinaron que, concentraciones del 50% de árbol de paraíso (*Melia azedarach*) fueron efectivas para el control de ácaros en tomate; y para mosca blanca, la misma concentración del árbol de paraíso e higuerilla, ocasionaron 80% de mortalidad.

Sabillón y Bustamante (1995), probaron los extractos botánicos de paraíso (*Melia azedarach*), neem (*Azadirachta indica*) y en el producto comercial B.t. (*Bermicia tabaci*) a base de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en mosca blanca y *Spodoptera* sp en tomate; donde ninguno de los tratamientos ejerció control de mosca blanca; aunque se observó menor población en plantas aplicadas con neem con mayor productividad e, incluso, protegió de larvas perforadoras del fruto y de enfermedades.

En Ecuador, Neira y Velastegui (2010), en cultivo de rosas de exportación al utilizar 19 extractos vegetales contra *Oidium* sp., *Frankliniella occidentalis* y *Myzus persicae*, elaborados por maceración, decocción e infusión. Para oídio, los porcentajes de efectividad más alto fueron decocción de eneldo (*Anethum graveolens*), macerado de penco (*Agave lechuguilla*) y decocción de menta (*Menta piperita*). Para pulgones (*M. persicae*), los extractos que presentaron los porcentajes de Abbott más altos fueron extractos de ajo y decocción de hierba mora.

En trips (*F. occidentalis*) los dos mejores tratamientos fueron decocción de hierba mora y macerado de menta. En este contexto, los objetivos de esta investigación fueron: coleccionar plantas con propiedades biopesticidas para un banco de germoplasmas, bioensayos para extracción de sus ingredientes activos, mejoramiento de propiedades y fecha de expiración de los extractos envasados e investigación de campo, para el control de insectos-plagas en tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Esta investigación se desarrolló en la Finca Experimental Lodana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, y en los Laboratorios de la sede-matriz, ubicada en la ciudad de Manta (Ecuador), denominada oficialmente como San Pablo de Manta. Es una ciudad ecuatoriana de la provincia de Manabí, la cuarta del país y está situada en la costa del Pacífico 1° 12' 24.84" S, 80° 22' 15.24" W.

Datos climáticos

En Manta, el clima es tropical, cálido, seco, fresco; el cambio climático está supeditado a la presencia de la corriente fría de Humboldt y al fenómeno de “El Niño”.

Temperatura

Tiene una temperatura promedio de 28°C, la que es variable tanto en el verano como en el invierno; en la época de invierno sube a más de 30°C; mientras que en el verano, en determinadas épocas, provoca olas de frío; donde la temperatura baja a 20°C y 22°C por las noches o madrugadas.

Altitud

Es de cinco metros sobre el nivel del mar (5 mnsn).

Áreas de estudios

Se describen a continuación:

- Establecimiento de un banco de germoplasma.
- Métodos para extracción de ingredientes activos (i.a.) bioinsecticidas de semillas.
- Bioensayos para mejoramiento de propiedades y fecha de caducidad de los extractos envasados.
- Ensayo experimental con varios extractos solos o en mezclas y otros insumos orgánicos para controlar insectos-plagas del tomate.

Descripción de metodologías

Banco de germoplasma

El establecimiento del banco de germoplasma se realizó en la Finca Experimental de Lodana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, donde se sembraron especies de plantas que se reportan con propiedades bioplaguicidas en toda la región.

Métodos de extracción de ingredientes activos (i.a.) insecticidas de semillas

Los métodos y solventes experimentados fueron:

Métodos	Solventes
Decocción	Agua
Infusión	Etanol
Maceración	Hidroalcohol etílico (50%+50%)
Purín	Alcohol metílico

La decocción, infusión y purín se realizaron en ambiente natural o condiciones aerobias, utilizando semillas maduras de varias especies de plantas reportadas con propiedades insecticidas; mientras que la maceración se refiere al triturado de semillas en un ambiente anaeróbico (galón o recipiente de vidrio oscuro).

Para cada solvente se efectuó una prueba por separado. En recipiente con tapa de rosca, cada 24 horas, se evacuaron los gases generados con la apertura parcial de la tapa-rosca y en forma rápida, para no permitir el ingreso de oxígeno (por cuanto podría afectar la extracción); labor que se realizó hasta las 72 horas, tiempo final que se consideró para la extracción de activo de las semillas, luego se filtró y se obtuvo la solución madre al 100 por ciento.

Bioensayos

La aplicación consistió en valorar la eficacia de los extractos mejorados en sus propiedades, más un tratamiento no mejorado, adicionando 5, 15 y 30 gotas por litro de la solución madre de otros extractos vegetales con propiedad: sinérgica (aceite de ajonjolí, *Sesamun indicum*), emulsificante (Lecitina, de soya, *Glicine max*), conservante (marañón, *Anacardium occidentale*) y fijadora (piñón, *Jatropha curcas*).

Las soluciones madres de los extractos mejorados se envasaron en recipientes plásticos de color oscuro, que correspondieron a: ají (*Capsicum frutescens*), ajo (*Allium sativus*), neem (*Azadirachta indica*), jazmín (*Melia azadarach*), mamey (*Mammea americana*) y jaboncillo (*Sapindus saponaria*) evaluadas las concentraciones al 1% con prueba de eficacia cada tres meses por 360 días; se utilizó como insecto indicador larvas del segundo instar de *Spodoptera sunia* en aplicaciones tópicas sobre 10 larvas ubicadas en plato Petri con su respectivo alimento (foliolos de tomate), donde se evaluó mortalidad a las 24, 48 y 72 horas de aplicados los tratamientos; las mismas se ajustaron en porcentaje de eficacia por la fórmula de Abbott, con un total de 72 unidades experimentales.

La implementación de los bioensayos cada tres meses permitió, también, conocer la fecha de expiración o caducidad de los extractos mejorados y no mejorados envasados en condiciones naturales, sin refrigeración (Vera, 2006).

Ensayo experimental de campo

Una vez conocidos los resultados de los bioensayos, se diseñó un experimento a nivel de campo en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), donde se probaron los extractos mejorados destacados solos y en mezclas al 2% de concentración, para valorar eficacia en los insectos-plagas relevantes: moscas blancas (*Bemisia spp.*), pulgones (*Aphis spp.*) y negrita (*Prodiplosis longifila*).

En el delineamiento experimental se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), unifactorial, de 16 tratamientos incluidos dos testigos, en cuatro repeticiones; y para comparación de promedios en tratamientos, la prueba de significación Tukey, al 5% de probabilidad.

CUADRO 1
Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	63
Tratamientos	15
Repeticiones	3
Error experimental	45

elaboración propia.

Registro de datos

- No. de aplicaciones realizadas.
- Presencia de parasitoides, depredadores y entomopatógenos.
- Conteos cada siete días de poblaciones de insectos-plagas.

Datos analizados estadísticamente

Para las aplicaciones de los tratamientos se consideraron los económicos para cada plaga, datos que se registraron contando insectos vivos, antes y después, en el envés de tres ramas de tomate/tratamiento. Estas poblaciones fueron analizadas estadísticamente.

RESULTADOS

Resultados de bioensayos

De los resultados de los bioensayos que se realizaron durante un año-calendario y con frecuencia trimestral, se infieren —como tratamientos promisorios— los extractos de: jaboncillo, mamey y jazmín en orden de importancia y la dosis del 1% podría incrementarse, según los estadios larvales más avanzados, así como el incremento poblacional de insectos plagas y tipos de cultivos a nivel de campo. Asimismo, es determinante el mejoramiento de las propiedades insecticidas, si se compara con el porcentaje de mortalidad obtenido en los tratamientos testigos, sin aditamento alguno, que reportan menos eficacia (cuadro 2).

Los más altos porcentajes de mortalidad se obtuvieron al añadir por litro de extracto o solución madre: 30 gotas de aceite de ajonjolí, como sinérgico; 30 gotas de lecitina de soya, como emulsificante; 30 gotas de extracto de marañón, como preservante; y 30 gotas de extracto del fruto de piñón, como fijador o adherente. En este contexto, los resultados en los seis extractos mejorados son altamente significativos al ($P < 0.01$); lo cual avala su comportamiento como sustancias mejoradas para el control de insectos plagas.

En el cuadro 2, también se observa que la fecha de caducidad o expiración de los extractos envasados y mejorados, es de hasta 90 días y al medio ambiente donde se mantienen sin alteración alguna ($P < 0.01$); pero posterior a esta fecha comienza su degradación, reflejada en menor eficacia.

CUADRO 2

Tratamientos de los bioensayos y grado de eficacia.									
Cuadro 2									
Tratamientos									
Insecticidas botánicos mejorados									
GOTAS/Litro									
30 días									
PE. y M *									
90 días									
PE. y M *									
180 días									
PE. y M *									
360 días									
PE. y M *									
Porcentaje de mortalidad (Abbott) **									
A.A.									
L.S.									
E.M.									
E.P.									
PE. y M *									
30 días									
PE. y M *									
90 días									
PE. y M *									
180 días									
PE. y M *									
360 días									
PE. y M *									
1. Aji (1%)									
TESTIGO SOLO Aji									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO Ajo									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO JAZMIN (1%)									
+ 5									
+ 5									
+ 15									
+ 30									
TESTIGO SOLO N.E.E.M									
+ 5									
+ 5									

CUADRO 2B

Tratamientos							
Insecticidas botánicos mejorados							
GOTAS/Litro							
A.A.	L.S.	E.M.	E.P.	PE. y M *	30 días	90 días	180 días
Porcentaje de mortalidad (Abbott) **							
360 días							
5. MAMEY							
(1 %)	+30	+30	+30	+30	100.00	100.00	18.75
	+15	+15	+15	+15	100.00	100.00	0.00
	+5	+5	+5	+5	100.00	100.00	3.00
TESTIGO SOLO MAMEY							
	+30	+30	+30	+30	100.00	90.00	80.00
	+15	+15	+15	+15	100.00	100.00	75.00
	+5	+5	+5	+5	75.00	100.00	44.43
6. JABONCILLO							
(1 %)	+30	+30	+30	+30	100.00	100.00	0.00
	+15	+15	+15	+15	100.00	100.00	50.00
	+5	+5	+5	+5	75.00	100.00	50.00
TESTIGO SOLO JABONCILLO							
	+30	+30	+30	+30	100.00	100.00	62.50
	+15	+15	+15	+15	100.00	100.00	60.00
	+5	+5	+5	+5	80.00	90.00	60.00

* Posterior al envasado y mejorado.
 ** Insecto indicador: Larvas de segundo instar, *Spodoptera sumia*, destollador del tomate.
 A.A = Aceite de ajonjolí
 L.S = Lecitina de soya
 E.M = Extracto de marañón
 E.P = Extracto de piñón
 PE. y M = Posterior al envasado mejorado

Viene de la página 24

Resultados en cultivo de tomate a campo abierto

Los resultados de los bioensayos fueron trasladados al campo en cultivo de tomate, con los extractos solos y en mezclas en dosis del 2%, y complementados con aplicaciones de humus en tipo vermicompost (*Eisenia foetida*); específicamente, para el control de insectos-plagas: mosca blanca (*Bemisia spp.*), pulgones (*Aphis spp.*) y negrita (*Prodiplosis longifila*), aplicando riegos iniciales con regadera, con el fin de reducir adultos de los insectos por efecto del control mecánico por ser muy sensibles; y, al parecer, retardaron fumigaciones convencionales hasta 50 días del trasplante, en verano (cuadro 3).

Los resultados obtenidos en campo abierto mostraron una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$); los mejores valores fueron para los tratamientos con extractos botánicos mejorados, solos y en mezcla, respecto del testigo (cuadro 3).

En total, se realizaron tres aplicaciones de los tratamientos en estudio complementadas por una aplicación general para la “negrita”, con alta significación estadística y aceptables coeficientes de variación; se destaca el extracto jaboncillo al 2% con 80 gramos de vermicompost; ya que controla, eficientemente, a: mosca blanca, pulgones y, relativamente, negrita. Ají controla satisfactoriamente a pulgones.

Con relación al peso de frutos, los mayores rendimientos corresponden —en orden de importancia a los tratamientos—: AJÍ + NEEM; AJÍ + AJO; AJO + NEEM; AJÍ y JABONCILLO, con 47.708; 45.416; 43.458; 43.291 y 42.500 kg/ha-1, respectivamente. Sin embargo, los tratamientos que presentan una mejor tasa de retorno marginal son JABONCILLO y la mezcla de AJÍ + AJO.

Cuadro 3

Tratamientos con extractos vegetales y vermicompost en el control de los principales insectos-plagas del cultivo de tomate.									
Código	Insecticidas botánicos			Dosis	(g/planta)			Negrita	
A1	Ajr	2	40	1.66bc	1.25c	2.35b		X	
B2	Ajo	2	40	1.90bc	1.50bc	2.38b		X	
C3	Nem	2	40	1.85bc	1.61bc	2.97b		X	
D4	Ajr + Ajo	2 + 2	80	1.77bc	1.34bc	2.08b		X	
E5	Ajo + Nem	2 + 2	80	1.91bc	1.35bc	1.91b		X	
F6	Ajr + Nem	2 + 2	80	1.78bc	1.32bc	2.34b		X	
G7	Ajr + Ajo + Nem	2 + 2 + 2	120	1.88bc	1.41bc	2.00b		X	
H8	Jazmín	2	40	1.92bc	1.43bc	2.19b		X	
I9	Malme	2	40	1.75bc	1.35bc	2.41b		X	
J10	Jaboncillo	2	40	1.64c	1.22c	1.94b		X	
K11	Jazmín + Malme	2 + 2	80	1.84bc	1.36bc	2.51ab		X	
L12	Malme + Jaboncillo	2 + 2	80	1.91bc	1.40bc	2.23b		X	
M13	Jazmín + Jaboncillo	2 + 2	80	1.80bc	1.29bc	2.27b		X	
N14	Jazmín + Malme + Jaboncillo	2 + 2 + 2	120	1.75bc	1.27c	2.42b		X	
TC15	Testigo convencional	Insec. Conv.	Fert. Sint.	2.03b	1.46bc	2.47b		X	
TA16	Testigo absoluto	Sin aplicación	80 g	2.53*	2.15a	3.25a		X	
				Nivel de significación Tukey al 5%					
				Coefficiente de variación (%)					
				Probabilidad					
				0.0001	0.0001	0.0001			
				**	**	**			
				7.4	10.8	0.0001			

En cuanto a los resultados que tienen que ver con la eficacia de extractos mejorados para el control de insectos-plagas por caja Petri/ 10 insectos indicadores, larvas de segundo instar, *Spodoptera sunia*, desfoliador del tomate; los tratamientos con relación al testigo absoluto y en orden de control son: el tratamiento J10 = Jaboncillo 1.64 insectos; E5=Ajo+Neem 1.72; D4=Ají + Ajo 1.73; A1= Ají 1.75; G7= Ají +Ajo+Neem 1.76; M13=Jazmín + Jaboncillo 1.79; N14= Jazmín + Mamey + Jaboncillo 1.81; F16= Ají + Neem 1.81; I9= Mamey 1.84; H8= Jazmín 1.85; L12= Mamey + Jaboncillo 1.85; K11=Jazmín + Mamey 1.90; B2= Ajo 1.93; TC15= 1.99; C3=Neem 2.14; TA16= Testigo absoluto 2.64.

Se destaca, en cuanto a presentar el menor número de insectos vivos, el tratamiento J10 a base de Jaboncillo, E5 que corresponde a la mezcla de ajo + neem y D4 mezcla de ají + ajo, respectivamente (figura 1).

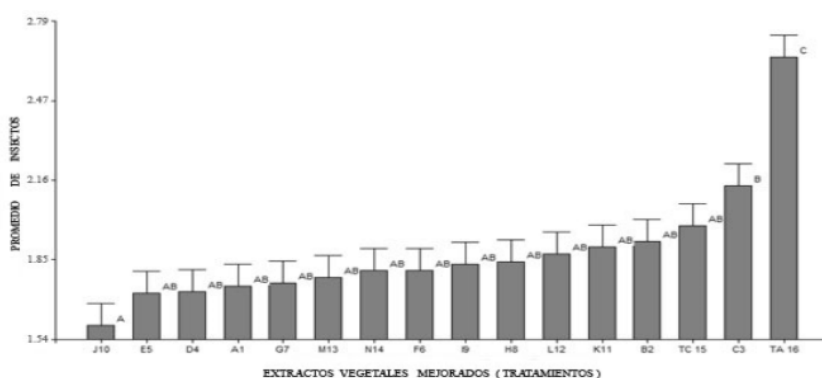


FIGURA 1

Eficacia de extractos en el control de insectos-plagas por caja Petri/ 10 insectos indicadores larvas de segundo instar, *Spodoptera sunia*, desfoliador del tomate.

A1= Ají; B2= Ajo; C3=Neem; D4= Ají +Ajo; E5= Ajo+ Neem; F6= Ají + Neem; G7= Ají + Ajo + Neem; H8= Jazmín; I9= Mamey; J10= Jaboncillo; K11= Jazmín + Mamey; L12= Mamey + Jaboncillo; M13= Jazmín + Jaboncillo; N14= Jazmín + Mamey + Jaboncillo; TC15= Testigo Convencional; TA16= Testigo Absoluto.

DISCUSIÓN

Implementación del banco de germoplasma

Las especies de plantas con propiedades bioplaguicidas fueron colectadas de diferentes lugares de la Provincia de Manabí, para sembrarse en el banco de germoplasma; el número colectado es limitado, pues quedan aún muchas otras especies; ya que existen, al menos, 2,000 especies de plantas con propiedades biopesticidas (Sabillon y Bustamante, 1995); y que, según Celis et al. (2008), el mayor número de especies involucra la familia piperácea.

Extracción de Ingredientes Activos (i.a.) y eficacia de bioensayos

Se realizaron pruebas piloto mediante variables de respuestas en bioensayos de laboratorio, utilizando — como insecto indicador— larvas del segundo instar del defoliador *Spodoptera sunia* insecto-plaga del tomate. Se ensayaron las extracciones de ingredientes activos de diferentes órganos de las plantas; pero éstos existen en mayor concentración en las semillas. Los resultados determinaron como mejor método de extracción del ingrediente activo: la maceración con el solvente hidroalcohol (50% + 50%) a temperatura ambiente, cuyos resultados son iguales a los reportados por Rodríguez et al. (2012).

Bajo estas y otras consideraciones, el método de maceración con hidroalcohol es un proceso confiable que no altera la composición química de los materiales al evitarse el calor. Los métodos de infusión y decocción deben ser empleados cuando se tenga la certeza de que las sustancias activas no son termosensibles; resultados que coinciden a lo establecido por Castillo (1999), quien indica que los insecticidas botánicos o extractos se

pueden mejorar si se adicionan adherentes y/o tensoactivos de origen vegetal; los primeros, evitan lavados y escurrimientos al ser aplicados, y los tensoactivos favorecen la penetración de los ingredientes activos.

Como adherente, se puede utilizar el jugo de sábila (*Aloe vera*) y piñón (*Jatropha curcas*); mientras que como tensoactivos, el henequén (*Agave fourcroydes*) y el jaboncillo (*Sapindus saponaria*) (cuadro 4).

Respecto del envasado del extracto botánico mejorado, fue preferible el uso de un recipiente plástico de color oscuro, con tapa-rosca, por tratarse de una descomposición anaerobia (sin oxígeno), más aun si se usan solventes orgánicos que pueden evaporarse; el envase de vidrio no es apropiado, ya que aumenta el calor y la degradación del extracto. Probablemente, ésta podría ser aumentada de ser estos llenados y sellados al vacío por tratarse de una descomposición anaerobia y ser almacenados en ambientes bajo temperaturas controladas (cuartos fríos).

CUADRO 4
Propiedades de sustancias para mejoramiento de extractos.

Sinérgico	Gotas del aceite de ajonjolí (<i>Sesamun indicum</i>)	Utilizado para potenciar bombas empleadas en la Segunda Guerra Mundial. Sinérgico del Piretro y la Rotenonas.
Emulsificante. Puente entre el agua y aceite	Gotas de lecitina de soya (<i>Glicine max</i>)	Lecitina de soya, emulsificante de gran acción. Los ácidos grasos esenciales facilitan la solubilización y al emulsionarla favorecen a la movilización.
Preservante	Gotas del extracto del fruto del marañón (<i>Anacardium occidentales</i>)	Preservante natural, utilizado en agroindustria para enlatados como Pickes, evitando microorganismos nocivos.
Adherente o fijador	Gotas del fruto del piñón (<i>Jatropha curcas</i>)	Por la saponina, el piñón es un fijador o adherente natural de potencial uso en productos naturales.

elaboración propia.

En campo abierto

En campo abierto todos los extractos solos y en mezclas resultaron con eficacia superior al 60% de mortalidad respecto al testigo convencional para controlar los principales insectos-plagas —excepto en *Prodiplosis longifila*— en donde, para salvar la producción, se aplicó una aspersión del insecticida convencional; por lo que, se infiere que los extractos vegetales deberán ser utilizados diseñando estrategias de control para ir reduciendo el uso de los insecticidas sintéticos convencionales, tal como lo aseveran algunos autores (Rodríguez, 2015; Carrillo *et al.*, 2012). El extracto de jaboncillo destaca por obtener un mejor control.

CONCLUSIONES

Se determinó que el mejor método de extracción de ingredientes activos es la maceración, triturando la semilla e introduciéndola en un recipiente de vidrio oscuro tapa-rosca, conjuntamente con una solución hidroalcohol etílico (50% + 50%) durante 72 horas, en condiciones anaerobias.

El mejoramiento de las propiedades biopesticidas se logra adicionando al filtrado (o solución madre), 30 gotas/litro del sinérgico (aceite de ajonjolí, *Sesamun indicum*), del emulsificante (lecitina de soya, *Glicine*

max), conservante (marañón, *Anacardium occidentale*), y del fijador (piñón *Jatropha curcas*); los cuales incrementan su acción biocontroladora de insecto-plaga hasta un 40%.

Las pruebas de bioensayos realizadas durante un año-calendario con frecuencia trimestral de los extractos envasados en frascos plásticos expuestos al ambiente natural, sin refrigeración, demostraron su estabilidad hasta 90 días como fecha de caducidad.

El control de insectos-plaga con los extractos botánicos, solos o en mezcla en tomate a campo abierto, demostraron ser mejores hasta un 60%, respecto del testigo absoluto, con excepción de *Prodiplosis longifila*.

El extracto de jaboncillo al 2% es el más destacado como el de mejor control; aunque dicha planta (*S. saponaria*), en el litoral ecuatoriano está en vías de extinción.

LITERATURA CITADA

- Alfonso, M. (2002). *Los plaguicidas botánicos y su importancia en la agricultura orgánica*. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, (INIFAT), Cuba “La Habana”, Ministerio de la Agricultura 26-30 pp.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*: Primera edición. Red de Información Ambiental para América Latina y el Caribe. México. 250 pp.
- Bobadilla, M.; Zavala, F.; Taramona, L.; Sisniegas, M. y Zavaleta, J. (2005). Evaluación larvica de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus “guanábana” sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Díptera, Culicidae). *Rev. Perú. Biología* 12(1):145-146.
- Calero, A. (2011). *Efecto del cordoncillo* Piper aduncum, para el control de garrapatas en ganado bovino. Tesis para la obtención de título Ing. Agrop. Tercer Nivel Fac. de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.
- Carrillo, J.; Pérez, M.; Ríos, A.; Vásquez, R. y Villegas, Y. (2012). *Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate* (Lycopersicon esculentum) en Oaxaca, México. Disponible en: [www. agroecologia.net/recursos/publicaciones](http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones) (Consultado el 17 de septiembre de 2015).
- Celis, A.; Cardona, J.; Cuca, L.; Delgado, W.; Mendoza, C. y Pachón, M. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores. *Agronomía Colombiana* 26 (1): 97- 106.
- Delgado, E.; García, M.; Ibarra, M.; Luna, C. y Martínez, M. (2012). Propiedades entomotóxicas de los extractos vegetales de *Azadirachta indica*, *Piper auritum* y *Poliveria alliacea* para el control de Spodoptera exigua H. *Revista Chapingo*. 18 (1): 56-57.
- Hernández, A.; Baños, S. y Velásquez, G. (2007). Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortifrutícolas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30 (2): 119-123.
- Maggi, M. (2004). Insecticidas naturales. Disponible en: <http://i-natura.blogspot.com/2012/12/insecticidas-casero-y-ecologico-galan.html> (Consultado el 15 de septiembre de 2015).
- Neira, M. y Velastegui, R. (2011). *Estudio fitofarmacológico de manejo de oidio* (Oidium sp.), trips (Frankliniella occidentalis) y pulgones (Myzus sp.) en rosas de exportación con la utilización de extractos vegetales, Nevado Ecuador S.A. Tesis de pregrado de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, carrera de Ingeniería Bioquímica. Ecuador.
- Pérez, E.; Gutiérrez C.; Báez, J. y Montoya, E. (2012). Bioplaguicidas: Una opción para el control biológico de plagas. *Revista Ra Ximhai*. 8 (3): 17-29.
- Pérez, D. y Iannaccone, O. (2006). Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insectos plaga del Pijuayo Bactris gasipaes Kunth en la Amazonía del Perú. *Agricultura técnica* 66 (1): 21-30.
- Rodríguez, M. (2015). Eficacia de extractos vegetales sobre la garrapata adulta *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* y su oviposición. *Rev. Cubana de Plantas Medicinales* 20 (3): 375-378.
- Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. IICA. San José, Costa Rica. 37 pp.

- Sabillón, A. y Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Revista CEIBA*. 36 (2): 179- 187.
- Hopkins, R.; Andersen, M. y De Jeude, M. (2003). *Agricultura orgánica: una herramienta para el desarrollo rural*. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Editores: Impreso: Multiprint. Turrialba, Costa Rica. pp. 1-109.
- The World of Organic Agriculture. (2010). *Agricultura ecológica*. Disponible en: http://vivosano.org/es_ES/Informaci%C3%B3n-para-tu-salud/Entorno-y-Medio-ambiente/Pesticidas/Agricultura-ecologica.aspx (Consultada el 08 de enero de 2016).
- Universidad de Minnesota (2002). *Insecticidas vegetales*. Disponible en: <http://pmworld.umn.edu/cancelado/spachapters/geelvasp.htm> (Consultado el 20 de mayo de 2008).
- Vera, H. E. (2006). *Manejo agroecológico de la entomofauna del cultivo de tomate (Lycopersicum sculentum Mill). Bioensayo para el envasado artesanal de los biopreparados*. Tesis de Magister en Ciencias, Convenio Universidades: Agrarias del Ecuador y Fructuoso Rodríguez de Cuba.
- Astudillo, C. y Andrade, L. (2011). *Insecticida natural a partir de extractos vegetales*. Concurso Semestral de Emprendimiento Ciencia y Tecnología (CSECT). Informe Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.