

Eficacia de aceites de plantas en el control de la mosca minadora *Lyriomyza huidobrensis* en haba

Efficacy of plant oils in the control of the leafminer fly *Lyriomyza huidobrensis* in broad bean

Amador A. Valverde - Cadillo^{1*}; Neryeling C. Valverde - Apfata²

¹Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro del Perú. Av. Mariscal Castilla 3809, Huancayo, Perú

²Compañía Minera Chungar S.A.C. Pasco, Perú.

*Autor correspondiente: avalverde@uncp.edu.pe (A. A. Valverde - Cadillo)

ID ORCID de los autores

Amador Valverde:  <https://orcid.org/0000-0001-6009-9821>

Neryeling Valverde:  <https://orcid.org/0000-0002-0252-3548>

RESUMEN

Liriomyza huidobrensis es una plaga invasora de importancia económica en varios cultivos en todo el mundo. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el control y efecto residual de aceites de neem, romero, ajo, eucalipto y muña, en adultos de la mosca minadora de haba, en condiciones de campo. Se utilizó el diseño completamente al azar con 14 tratamientos y tres repeticiones. Las variables independientes fueron los aceites y las dosis; mientras que la variable dependiente el número de adultos vivos de mosca por mata y los días de control después de aplicación. Las evaluaciones después de aplicación de tratamientos se realizaron a dos horas, uno, dos, tres, cinco y siete días, registrándose el número de moscas vivas por mata. Los resultados demostraron una eficacia de más de 60 % para los aceites de neem, romero, ajo y eucalipto hasta dos días de aplicación. El aceite de neem comercial (Fitonim CE) demostró un buen control hasta cinco días después de aplicación. El uso de los aceites de plantas puede ser una herramienta fundamental en programas de manejo integrado de la mosca minadora al reducir la presión de selección de insecticidas sintéticos en el desarrollo de resistencia de la plaga.

Palabras clave: *Lyriomyza huidobrensis*; mosca minadora; haba; eficacia; bioinsecticidas.

ABSTRACT

Liriomyza huidobrensis is an invasive pest of economic importance on various crops worldwide. The objective of this research was to evaluate the control and residual effect of neem, rosemary, garlic, eucalyptus and muña oils on adults of the broad bean leafminer fly under field conditions. A completely randomized design with 14 treatments and three repetitions was used. The independent variables were the oils and the doses; while the dependent variable was the number of live adult flies per kill and the control days after application. The evaluations after application of treatments were carried out at two hours, one, two, three, five and seven days, registering the number of live flies per bush. The results demonstrated an efficacy of more than 60% for neem, rosemary, garlic and eucalyptus oils up to two days of application; commercial neem oil (Fitonim CE) showed good control up to five days after application. The use of plant oils can be a fundamental tool in integrated management programs for the leafminer fly by reducing the selection pressure of synthetic insecticides in the development of pest resistance.

Keywords: *Lyriomyza huidobrensis*; leafminer fly; broad bean; effectiveness; bioinsecticides.

Introducción

El minador de hojas de plantas *Liriomyza huidobrensis* es una plaga de importancia económica de varios cultivos en todo el mundo, en la región andina del Perú es plaga principal del cultivo de haba, altamente polífaga y se ha registrado más de 365 especies de plantas hospederas de 49 familias (Weintraub et al., 2017). Es originaria de América del Sur, pero ha ampliado su área de distribución e invadido varias regiones del universo (Monica et al., 2021; Sadiq et al., 2020). Las hembras adultas causan daños al perforar con su ovopositor las superficies abaxial y adaxial de las hojas para alimentarse y ovopositar; mientras que las larvas minan los tejidos del parénquima de las hojas, lo que puede ocasionar que las hojas se sequen y marchiten (Mugala et al., 2022; Weintraub et al., 2017), convirtiéndose en la plaga económicamente más importantes responsable de severas reducciones en el rendimiento de numerosos cultivos en todo el mundo (Mhatre et al., 2022), afectando gravemente el mantenimiento de la seguridad alimentaria. Para su control, los más utilizados en todo el mundo son los insecticidas sintéticos que a menudo causan la contaminación del ecosistema, la aparición de individuos de genotipos resistentes y la extinción de los enemigos biológicos (Rahardjo et al., 2020). Estos hechos han impulsado el interés en estrategias de control alternativos para esta plaga.

Los insecticidas hechos de productos naturales se están volviendo más comunes como pesticidas para cultivos en los últimos años. Los extractos de plantas y aceites esenciales son más ecológicos y compatibles con los componentes ambientales que los pesticidas sintéticos, muchos de los cuales pueden usarse en el control de plagas y enfermedades de manera segura debido a su capacidad de degradarse en la naturaleza (El Khetabi et al., 2022; Ni et al., 2021). Se han utilizado varios bioensayos de diferentes aceites esenciales y extractos de plantas para demostrar el control potencial de diferentes poblaciones de insectos y ácaros. También se observaron efectos sinérgicos entre estos aceites esenciales (Lahlali et al., 2022). Los pesticidas y aceites botánicos se consideran alternativas adecuadas a los insecticidas químicos en programas de manejo integrado de plagas debido a su compatibilidad ambiental, baja toxicidad para organismos no objetivo y baja estabilidad ambiental (Seyyedi-Sahebari et al., 2021).

Los metabolitos secundarios derivados de plantas aromáticas no hospedantes son componentes reconocidos del sistema de defensa de las plantas contra los herbívoros. Estos metabolitos incluyen azufre (terpenos y flavonoides) y metabolitos que contienen nitrógeno (alcaloides, glucósidos cianogénicos y aminoácidos no proteicos), que son utilizados por las plantas contra las plagas (War et al., 2020). El uso más común y práctico de los metabolitos secundarios de las plantas es su manejo como insecticidas naturales, es en forma de té o extractos de plantas (Senkal, 2020). Los aceites esenciales derivados de plantas aromáticas no solo repelen insectos sino que también tienen efectos tóxicos contra varias plagas insectiles; sin embargo, se sabe poco sobre sus efectos contra los minadores de hojas (Niu et al., 2022) y mucho menos en condiciones de campo.

En cuanto a los estudios realizados con aceite esenciales de plantas en el control de la plaga en estudio bajo condiciones de campo no se tiene información mayor información, por lo que en esta sección se reporta información de especies relacionadas. Niu et al. (2022) ensayaron aceite esencial extraído de las hojas de romero en el comportamiento y toxicidad del minador *Liriomyza sativae*, concluyendo que el aceite repelió a los adultos y las concentraciones subletales impidieron la oviposición y alimentación; mientras que las hembras adultas fueron más sensibles que los machos a las 24 y 48 horas después del tratamiento y consideran una alternativa a los insecticidas químicos sintéticos debido a su baja toxicidad y alta eficacia en el control del minador. Orou Ouenonn Assouma & Yacoubou (2021) probaron el efecto del aceite de neem contra los minadores de hojas *Liriomyza* spp en campo de tomate y reportan que a 7 días el control fue significativo con

un promedio de 4,21 y 9,36 moscas con neem y el control respectivamente.. [Rahardjo et al. \(2020\)](#) evaluaron extractos de plantas en varias concentraciones para el control del minador de hojas *Liriomyza* spp. en crisantemo; los resultados mostraron que la aplicación de extractos redujo la intensidad de ataque y la incidencia con relación al testigo. [Mujahid et al. \(2020\)](#) analizaron los extractos de *Azadirachta indica* y *Eucllyptus camaldulensis* en condiciones de laboratorio para comprobar su toxicidad aislada y combinada frente a larvas de segundo estadio de *Liriomyza trifolii* en tomate. El estudio concluyó que ambos extractos de plantas (*Azadirachta indica* y *Eucllyptus camaldulensis*) podrían usarse como una estrategia de manejo eficaz para controlar plagas insectiles, especialmente *L trifolii*, en condiciones de laboratorio y de campo.

Aun cuando los productos botánicos con propiedades insecticidas se han estudiado ampliamente, falta una síntesis que se centre específicamente en las preparaciones caseras utilizadas en condiciones reales de campo ([Dougoud et al., 2019](#)). Por lo que no teniendo información de bio insecticidas para el control de la mosca minadora en campo se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el control, la eficacia y efecto residual de los aceites esenciales de ajo, eucalipto, muña, neem y romero en el control de adultos del minador de hojas de haba *Liriomyza huidobrensis*, en condiciones de campo.

2. Materiales y Métodos

2.1 Lugar de investigación

La investigación tuvo lugar en una parcela de la Estación Experimental Agropecuaria El Mantaro de propiedad de la Universidad Nacional del Centro del Perú, El Mantaro-Jauja (12° 03' 19" S, 75° 16' 33" W), bajo condiciones campo.

2.2 Materiales

Como materiales principales se tuvo un campo de haba (*Vicia faba*) en donde se instaló el experimento, la plaga mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) en estado adulto, aspersores manuales de gatillo con boquilla regulable de dos litros de capacidad y los siguientes aceites esenciales de plantas adquiridos de laboratorios comerciales: ajo, eucalipto, muña, neem y romero. Además, en cada dosis de aceite se agregó jabón potásico como emulsificante. También se añadió a los tratamientos dos controles: Cipermetrina, insecticida sintético (Arrivo 25 CE) a la dosis comercial (Control positivo) y agua potable (Control negativo). La composición química de los aceites son las siguientes:

2.2.1 Ajo (*Allium sativum*)

Según [Satyal et al. \(2017\)](#) los principales componentes del aceite extraído por hidrodestilación industrial fueron trisulfuro de dialilo (31,2%), disulfuro de dialilo (25,9%), trisulfuro de metilo de alilo (14,5%), alil metil disulfuro (5,2%), alil (E)-1-propenil disulfuro (4,6%) y dialil sulfuro (3,4%).

2.2.2 Eucalipto (*Eucalyptus* spp.)

De acuerdo a [Sebei et al. \(2015\)](#), el rendimiento de los aceites esenciales osciló entre 1,2% y 3% (p/p) para las diferentes especies de *Eucalyptus*. Todos los aceites esenciales contienen α -pineno, 1,8-cineol y pinocarveol-trans. El 1,8-cineol fue el compuesto mayoritario en todas las especies (49,07 a 83,59%).

2.2.3 Muña (*Minthostachys mollis*)

Los principales componentes del aceite esencial de muña de acuerdo a [Benites et al. 2018](#)) fueron: mentona (13,2 %), pulegona (12,4 %), cis-dihidrocarvona (9,8 %) y el acetato de carvacrol (8,8 %) .

2.2.4 Neem (*Azadirachta indica*)

[Usman et al \(2014\)](#) mencionan que el resultado de cromatografía de gases y el espectrómetro de masas muestra que la composición del aceite de neem fue 40,41 % de ácido oleico, 27,65 % de ácido esteárico, 25,36 % de ácido palmítico, 3,90 % de octanal, 1,23 % de ácido elaídico, 0,97 % de lactona y 0,48 % de estearato de metilo. .

2.2.4 Romero (*Rosmarinus officinalis*)

[Jiang et al. \(2011\)](#) reportan que la composición del aceite esencial de romero analizado por cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS), reveló 22 componentes, que constituyen el 97,41% del aceite. Los constituyentes mayoritarios fueron 1,8-cineol (26,54 %) y α -pineno (20,14 %).

2.3 Variables en estudio

2.3.1 Variables independientes. Los aceites procedentes de diferentes especies de plantas en estudio y las dosis o tratamientos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Tratamientos utilizados para el control de adultos de *Lyriomyza huidobrensis*

Nº.	Dosis de aceites y emulsificante
1	Aceite de ajo 0,3%+ 20 g/l de jabón potásico
2	Aceite de eucalipto 0,3%+ 20 g/l de jabón potásico
3	Aceite de muña 0,3%+ 20 g/l de jabón potásico
4	Aceite de nem 0,3%+ 20 g/l de jabón potásico
5	Aceite de romero 0,3%+ 20 g/l de jabón potásico
6	Aceite de ajo 0,6%+ 20 g/l de jabón potásico
7	Aceite de eucalipto 0,6,% + 20 g/l de jabón potásico
8	Aceite de muña 0,6%+ 20 g/l de jabón potásico
9	Aceite de nem 0,6%+ 20 g/l de jabón potásico
10	Aceite de romero 0,6%+ 20 g/l de jabón potásico
11	Aceite de neem producto comercial (Fitonim CE)
12	Cipermetrina 25 CE, producto comercial (Control positivo)
13	Agua potable (Control negativo)
14	Jabón potásico 20 g/l de agua (Emulsificante)

2.3.1 Variables dependientes. Número de adultos vivos de mosca minadora por mata de haba y días de control después de la aplicación de los tratamientos.

2.4 Diseño experimental

Para esta investigación se utilizó el diseño completamente al azar con 14 tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental o parcela tuvo 4 metros de largo por 2,70 metros de ancho, haciendo un área de 10,8 m². Cada parcela estuvo conformada por tres surcos de haba en etapa de floración.

La población lo constituyeron todos los adultos de mosca minadora *L. huidobrensis* presentes en el campo experimental; mientras que la muestra las moscas posados en los tres sucos de cada parcela.

2.5 Aplicación de los tratamientos

Para cada uno de los tratamientos en estudio se preparó una suspensión añadiendo la dosis correspondiente del aceite y el emulsificante en un vaso de precipitado de 2 l con agua potable, el cual fue homogenizado con una varilla de agitación. Luego se transfirió en el aspersor de gatillo. La aplicación de los aceites y los controles se ejecutó previa evaluación de la plaga, mediante aspersores manuales de gatillo, uno para cada bio insecticida. Se pulverizó todas las plantas de haba de cada parcela con el tratamiento correspondiente, cubriendo en forma uniforme toda la superficie de las plantas.

2.6 Evaluación

Las evaluaciones pretratamiento se realizaron varios días antes con la finalidad de determinar la densidad poblacional, iniciándose la aplicación de los tratamientos con más de 11 adultos de mosca minadora por mata. Después de la aplicación de los bio insecticidas las evaluaciones se realizaron a dos horas después de aplicación, a un día después de aplicación (DDA), a dos (DDA), a tres días (DDA), a cinco (DDA) y a siete (DDA). Las evaluaciones se realizaron al medio día y consistió en contabilizar el número de adultos posados en cinco matas o golpes del surco central de la cada parcela, para luego determinar el promedio de moscas vivas por mata.

2.5 Análisis de datos

Para la interpretación de los datos obtenidos en cada variable y establecer el nivel de significación, se realizó la verificación de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilks y la prueba de homogeneidad de varianza de Levene. Igualmente, se realizó el ANOVA y las comparaciones múltiples de Tukey, mediante el soft ware IBM SPSS Statistic 25. Para determinar la eficacia de los aceites se utilizó la fórmula de Abbott para insectos vivos:

$$\text{Grado de eficacia en \%} = \frac{C - T}{C} \times 100$$

Siendo C= Individuos vivos en el control (testigo)

T= Individuos vivos en los tratamientos

Resultados y discusión

3.1 Control de adultos de mosca minadora con bioinsecticidas

Los resultados del análisis de varianza para el número promedio de moscas vivas de *Lyriomyza huidobrensis* por mata de haba antes y después de la aplicación de los tratamientos se muestra en la Tabla 2. Para la evaluación antes de la aplicación de los tratamientos el ANOVA al 95 % de confianza indica que no hubo diferencias significativas en la población de mosca minadora entre las diferentes parcelas donde se aplicaron los tratamientos en estudio; siendo el promedio general 11,43 mosca por mata, lo que quiere decir que estuvo muy por encima del nivel de daño económico para la plaga en estudio.

En la Tabla 2 también se muestra el análisis de varianza para el número promedio de moscas vivas de *L. huidobrensis* por mata de haba después de la aplicación de los tratamientos. Tanto a dos horas, un día, dos días, tres días, cinco días y siete días, en el

ANOVA se observa que hay significación estadística ($P < 0,05$), lo que significa que por lo menos hubo diferencia entre los promedios de dos tratamientos. En la parte inferior de la tabla también se puede observar los promedios generales y los coeficientes de variación de Pearson (C.V.) que en todas las evaluaciones fue menor de 30, por lo que se asume la homogeneidad de los datos. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se procedió a realizar la comparación múltiple de promedios de Tukey que se muestran en las Tablas 3 y Tabla 4.

Tabla 2

Cuadrado medio del análisis de varianza para el número promedio de moscas vivas de *Lyriomyza huidobrensis* por mata de haba antes y después de la aplicación de los tratamientos

F.V.	G.L.	Antes	Después de aplicación de los tratamientos					
			Dos horas	Un día	Dos días	Tres días	Cinco días	Siete días
Tratamientos	13	0,586	45,45*	38,00*	36,80*	28,83*	19,41*	7,15*
Error	28	0,667	0,524	0,524	0,57	0,429	0,59	0,81
Total	41							
Promedio		11,43	3,24	4,07	5,52	7,93	11,79	12,90
C.V. %		7,14	22,34	17,78	13,68	8,25	6,54	6,97

*Significativo ($P < 0,05$)

A dos horas de aplicación de los tratamientos, todos los aceites a las dos dosis ensayadas y el testigo positivo cipermetrina ejercieron un control de la mosca minadora no existiendo diferencias estadísticas entre ellos, pero si con respecto al testigo negativo agua potable y jabón potásico en que se registró el mayor número de moscas vivas por mata. Esto quiere decir que el jabón potásico que se añadió a todos los aceites como emulsionante, solo fue un aditivo que ayudó a que el aceite y el agua se mezclen o se hagan miscibles permitiendo una arpersión eficiente de los acieites sobre las plantas de haba y no tuvo ningún efecto insecticida.

Aun día de aplicación de los tratamientos, los que registraron un menor número de adultos vivos de mosca minadora fueron la cipermetrina (Testigo positivo), Fitonim (Aceite de neem comercial), los aceites a la dosis alta (Neem. ajo, romero, eucalipto) y ajo a dosis baja (Tabla 3), no habiendo diferencias estadísticas entre ellos. La cipermetrina es un insecticida piretroide recomendado y ampliamente utilizado para el control de adultos de la mosca minadora, inclusive en mezcla con otros insecticidas sintéticos tal como reportan [Kotak et al. \(2020\)](#) en que la mezcla con profenofós fue la más eficiente en el control de *Liriomyza trifolii*, por lo que se utilizó como testigo positivo en este experimento. El Fitonim es aceite de neem de formulación comercial, pero en la etiqueta de recomendaciones del producto no se menciona su uso en moscas minadoras, por lo que hay investigaciones aisladas a nivel de género y no de *L. huidobrensis*, siendo también una razón por lo que se ha incluido en este estudio. Así, [Orou Ouennon & Yacoubou \(2021\)](#) estudiaron la eficacia del aceite de neem en el control de *L. sativae* mencionando que el control fue significativo.

A dos días de aplicación, los tratamientos que tuvieron mejor control fueron la cipermetrina (Testigo positivo) y el aceite de neem de formulación comercial (Fitonim) en los que se presentó la menor cantidad de mosca minadora, con diferencia no significativa entre ellos (Tabla 3). En segundo lugar, se ubicaron los aceites esenciales de

neem, ajo, romero, eucalipto a la dosis mayor (0,6 %); igualmente ajo a dosis baja (0,3 %), siendo el rango de 3,33 a 4,33 moscas viva, lo que significa con respecto al testigo agua un control de 65,83 a 73,72 %. En relación a estos aceites esenciales no se tiene información sobre la plaga en estudio; sin embargo, para el neem y ajo, [Dougoud et al. \(2019\)](#) mencionan que tienen propiedades repelentes y antialimentarias y concluyen que existe alguna evidencia que podrían contribuir a reducir las pérdidas en la producción de alimentos. El extracto de ajo fue probado por [Italo Reboucas Rocha et al. \(2020\)](#) para el control de huevos larvas y pupas de *L. trifolii* a una concentración de 2,5 mL/100 mL de agua y mencionan que resultó eficiente en el control de huevos y larvas. En relación al aceite de romero, [Niu et al. \(2022\)](#) reportan que repele adultos de *L. sativae* y modifica su comportamiento. [Mujahid et al. \(2020\)](#) ensayaron extracto de eucalipto y neem para el control de *L. trifolii* en condiciones de laboratorio, concluyendo que estos extractos podrían ser utilizados para el manejo de la plaga en laboratorio y campo.

Tabla 3

Comparación de promedios de moscas vivas de *Lyriomyza huidobrensis* por mata de haba después de dos horas, un día y dos días de aplicación de los tratamientos

Tratamientos	Tiempo después de aplicación		
	Dos horas	Un día	Dos días
Cipermetrina 0,075 % CE	0,67 a	1,00 a	1,00 a
Fitonim 0,15 % CE	1,00 a	1,33 a b	1,67 a
Neem 0,6 %	1,67 a	1,67 a b c	3,33 b
Ajo 0,6 %	1,33 a	2,33 a b c d	4,00 b c
Romero 0,6 %	1,33 a	2,67 a b c d	4,33 b c d
Eucalipto 0,6 %	1,67 a	2,67 a b c d	4,33 b c d
Ajo 0,3%	2,00 a	2,67 a b c d	4,33 b c d
Muña 0,6 %	1,67 a	3,33 b c d	5,67 c d
Eucalipto 0,3	2,00 a	3,33 b c d	5,33 c d
Romero 0,3 %	2,33 a	3,67 c d	5,33 c d
Neem 0,3 %	2,33 a	3,67 c d	5,67 c d
Muña 0,3 %	2,67 a	4,33 d	6,33 e
Jabón potásico	12,67 b	12,67 e	13,33 f
Agua potable	12,00 b	11,67 e	12,67 f

Columnas con promedios de letras iguales no son significativos (Tukey, $P < 0,05$)

A tres días de aplicación, el tratamiento que tuvo mejor control de la mosca minadora también fue cipermetrina seguido por aceite de neem de formulación comercial (Fitonim), con diferencia significativa entre ambos (Tabla 4) y con respecto al testigo significó un control de 87,78 y 73,13 % respectivamente. Mientras que el romero tuvo un control de 58,52 %. En tanto que aceite de neem, romero y ajo a la dosis más alta (0,6 %) y ajo a 0,3

% tuvieron un control de 46,37 %. Los demás tratamientos tuvieron un control menor al 40 %.

A cinco días de aplicación, la cipermetrina (Testigo positivo) fue el de mejor control de la mosca minadora con un 73,78 % de control en relación al testigo negativo (Agua). El fitonim (Formulación comercial CE) bajo su efectividad y ejerció un control inferior a 24 %, al igual que el neem al 0,6 % utilizado en forma de aceite esencial. El aceite de romero al 0,6 % tubo un control de 16,64 %; mientras que los demás tratamientos tuvieron un control menor a 9,5 %.

A siete días de aplicación, el de mejor control aún fue la cipermetrina (Testigo positivo) con un control de 36,85 % en comparación al testigo, disminuyendo considerablemente su acción de control. Los demás tratamientos ensayados tanto a la dosis de 0,6 % y 0,3 %, no tuvieron ningún efecto de control sobre la mosca minadora y se comportaron como el testigo negativo agua (Tabla 4).

Tabla 4

Comparación de promedios de moscas vivas de *Lyriomyza huidobrensis* por mata de haba después de tres, cinco y siete días de aplicación de los tratamientos

Tratamientos	Tiempo después de aplicación		
	Tres días	Cinco días	Siete días
Cipermetrina 0,075 %	1,67 a	3,67 a	8,00 a
Fitonim 0,15 %	3,67 b	10,67 b	12,00 b
Nem 0,6 %	5,67 c	10,67 b	13,33 b
Romero 0,6%	7,33 c d	11,67 b c d	13,33 b
Ajo 0,6 %	7,33 c d	12,67 b c d	13,67 b
Neem 0,3	7,33 c d	12,67 b c d	13,33 b
Eucalipto 0,6%	7,67 d e	12,00 b c d	13,67 b
Ajo 0,3 %	8,00 d e	12,00 b c	14,33 b
Romero 0,3 %	8,33 d e	12,67 b c d	14,33 b
Muña 0,6 %	8,33 d e	12,33 b c d	13,33 b
Eucalipto 0,3 %	8,67 d e	13,33 c d	13,00 b
Muña 3%	9,33 e	12,33 b c d	14,33 b
Agua potable	13,67 f	14,00 d	12,67 b

Columnas con promedios de letras iguales no son significativos (Tukey, $P < 0,05$)

3.2 Eficacia de control de los biopesticidas en estudio

En la Tabla 5 se presenta el grado de eficacia en porcentaje obtenidos mediante la fórmula de Abbott para insectos vivos. A las dos horas de aplicación de los bioinsecticidas, todos resultaron eficaces en el control de adultos de la mosca minadora. A un día de la aplicación de las aspersiones el control positivo cipermetrina y el aceite de neem comercial (Fitonim) fueron los más eficaz en el control de la mosca minadora. Seguido por aceite de neem, romero, ajo y eucalipto a la dosis mayo (0,6 %), pero todos tuvieron

un control aceptable con más de 62,86 % de eficacia. A los dos días continuaron con una mayor eficacia la permetrina y el aceite de neem comercial; sin embargo, todos los bioinsecticidas tuvieron control aceptable con más de 50 %. A tres días de aplicación continuaron con un mejor control la permetrina y el neem producto comercial y el aceite de romero; mientras que los demás bioinsecticidas decayeron considerablemente en su eficacia de control de la mosca minadora. A cinco días solo tuvieron un buen control la cipermetrina y el neem producto comercial; los demás bioinsecticidas tuvieron una eficacia menor a 31 %. A siete días solamente la cipermetrina tubo una eficacia aceptable.

Tabla 5

Grado de eficacia de los tratamientos utilizados en el control de adultos de *Lyriomyza huidobrensis* a diferentes días de aplicación

Tratamientos	Tiempo después de aplicación					
	Dos horas	Un día	Dos días	Tres días	Cinco días	Siete días
Cipermetrina 0,075 %	94,50	92,10	90,55	87,84	83,35	57,89
Fitonim 0,15 % CE	91,66	89,49	85,77	73,20	67,14	5,21
Nem 0,6 %	88,91	85,76	73,69	58,56	31,00	00,00
Romero 0,6 %	88,91	85,76	65,79	39,01	16,71	00,00
Ajo 0,6 %	88,91	80,01	68,40	41,43	13,40	00,00
Eucalipto 0,6 %	86,16	77,18	63,19	36,60	14,78	00,00
Muña 0,6 %	86,16	71,44	55,29	31,69	11,92	00,00
Ajo 0,3%	83,33	77,18	65,79	46,33	14,28	00,00
Eucalipto 0,03	83,33	77,18	57,89	43,92	14,28	00,00
Romero 0,03 %	80,58	68,61	57,89	39,01	11,92	00,00
Neem 0,03 %	80,58	68,61	55,29	46,33	13,40	00,00
Muña 0,3 %	77,83	62,86	50,00	39,01	13,40	00,00

Columnas con promedios de letras iguales no son significativos (Tukey, $P < 0,05$)

3.3 Eficacia residual de los biopesticidas

En la Figura 1, se puede apreciar el efecto residual de control de los aceites esenciales, neem comercial y de la cipermetrina (Testigo positivo) en el control de la mosca minadora. En general, los aceites de plantas representado por el promedio del control de los aceites de ajo, eucalipto, muña, neem y romero tuvieron un efecto residual de control satisfactorio (60 %) solo hasta el segundo día de su aplicación; a tres días de aplicación el control disminuyó a 42%, al quinto día el control se redujo a menos de 16 % y a 7 días no hubo control, esto quiere decir que son biológicamente inestables. Al respecto, [Lahlali et al. \(2022\)](#) mencionan que tanto los aceites como los extractos de plantas exhiben una solubilidad acuosa pobre y una alta volatilidad en general y se destruyen fácilmente con el pH ambiental, el oxígeno, la luz y las temperaturas moderadas. Mientras que el aceite de neem de formulación comercial en concentrado emulsionable tuvo un control aceptable hasta el quinto día de aplicación (67 %). En tanto que la cipermetrina utilizada como control positivo tuvo un control de 58 % al séptimo día de aplicación. Sin embargo los insecticidas sintéticos como la cipermetrina causan contaminación del ecosistema, eliminación de enemigos biológicos de las plagas, generan el desarrollo de resistencia de la plaga problema y la aparición de nuevas plagas. Aún cuando los aceites derivados de plantas tienen un efecto residual de control muy corto de la mosca minadora en campo, se puede utilizar en programas de manejo integrado de la mosca minadora, sobre todo en infestaciones incipientes para reducir la presión de selección de los insecticidas

tradicionales y no destruir la fauna benéfica. En todo caso, la siguiente tarea es buscar un mecanismo para mejorar su estabilidad en condiciones de campo.

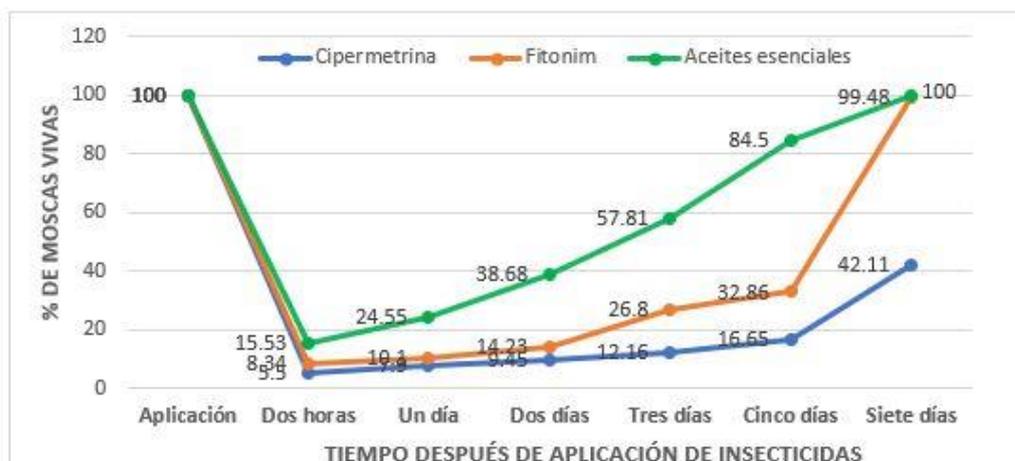


Figura 1. Efecto residual de la cipermetrina y bioinsecticidas en el control de *Liriomyza huidobrensis*

Conclusión

Los resultados obtenidos demuestran una buena eficacia de los aceites esenciales de plantas en condiciones de campo para el control de la mosca minadora. Los aceites de neem, romero, ajo y eucalipto a la dosis de 0,6 % fueron los que ejercieron un mejor control, con una eficacia de más de 60 % hasta dos días de aplicación, por lo que la siguiente tarea es encontrar un mecanismo que mejore su estabilidad para que su efecto de control se prolongue como el del aceite de neem comercial (Fitonim CE) que demostró un buen control de adultos de *Liriomyza huidobrensis* hasta cinco días después de aplicación. Por lo tanto, el uso de los aceites de plantas puede ser una herramienta fundamental en sistemas de manejo integrado de adultos de mosca minadora en cultivo de haba y de esta manera reducir la presión de selección de insecticidas sintéticos en el desarrollo de genotipos resistentes. Debido a su baja toxicidad también reduciría el peligro para las personas, la contaminación ambiental y la destrucción de enemigos biológicos de las plagas.

Referencia Bibliográfica

- Benites, J., Guerrero-Castilla, A., Salas, F., & Martinez, J. (2018). Chemical composition, in vitro cytotoxic and antioxidant activities of the essential oil of Peruvian *Minthostachys mollis*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 17(6), 566-574. <https://core.ac.uk/download/pdf/162596419.pdf>
- Dougoud, J., Toepfer, S., Bateman, M., & Jenner, W. H. (2019). Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 1–22. <https://doi.org/10.1007/S13593-019-0583-1>
- El Khetabi, A., Lahlali, R., Ezrari, S., Radouane, N., Lyousfi, N., Banani, H., Askarne, L., Tahiri, A., El Ghadraoui, L., Belmalha, S., & Barka, E. A. (2022). Role of plant extracts and essential oils in fighting against postharvest fruit pathogens and extending fruit shelf life: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 402–417. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2022.01.009>
- Italo Rebouças Rocha, L., Pratisoli, D., Pacheco Damascena, A., Moreira de Araujo Júnior, L., Romário de Carvalho, J., Akemi Gonçalves Tamashiro, L., & Cristina

- Oliveira de Freitas Bueno, R. (2020). Plant Extracts and Pesticides for the management of the American Serpentine Leafminer (*Liriomyza trifolii*). *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 7(2), 2456–1908. <https://doi.org/10.22161/ijaers.72.20>
- Jiang, Y., Wu, N., Fu, Y. J., Wang, W., Luo, M., Zhao, C. J., Zu, Y. G., & Liu, X. L. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 32(1), 63–68. <https://doi.org/10.1016/J.ETAP.2011.03.011>
- Kotak, J. N., Rathod, A., Shah, K. D., Acharya, M. F., Kotak, J. N., Acharya, M. F., Rathod, A. R., & Ghelani, M. K. (2020). Bio-efficacy of different insecticides against leaf miner and whitefly on tomato. *International Journal of Chemical Studies*. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4k.9780>
- Lahlali, R., El Hamss, H., Mediouni-Ben Jemâa, J., & Barka, E. A. (2022). The Use of Plant Extracts and Essential Oils as Biopesticides. *Frontiers in Agronomy*, 4, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.921965>
- Mhatre, P. H., Thube, S. H., Navik, O., Venkatasalam, E. P., Sharma, S., Patil, J., Subhash, S., Divya, K. L., Watpade, S., Pandian, T. P., Shah, M. A., & Kumar, M. (2022). Outbreak and Management of Serpentine Leaf Miner, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), on Potato (*Solanum tuberosum* L.) Crop in India. *Potato Research*, 65(4), 809–827. <https://doi.org/10.1007/S11540-022-09549-W/FIGURES/8>
- Monica, S. S., Vinothkumar, B., Krishnamoorthy, S. V., & Rajendran, L. (2021). Evaluation of different traps for the invasive leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* in potato (*Solanum tuberosum*) fields of the Nilgiris district, Tamil Nadu, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 13(4), 1563–1570. <https://doi.org/10.31018/JANS.V13I4.3096>
- Mugala, T., Visser, D., Mugala, A. P. M., & Addison, P. (2022). Review of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) on potatoes in South Africa, with special reference to biological control using entomopathogens and parasitoids. *African Entomology*, 30, 1–10. <https://doi.org/10.17159/2254-8854/2022/A11455>
- Mujahid, A., Khan, H. A., Sarwar, S., Mustafa, J., Khan, H., Qadir, M. S., & Sajid, Z. (2020). Toxicity of Alone and Combine Application of Botanical Extracts against 2nd Instar Larvae of *Liriomyza trifolli* on Tomato, *Lycopersicum esculentum*. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 13(4), 123–128. <https://doi.org/10.21608/EAJBSA.2020.121373>
- Ni, Z. J., Wang, X., Shen, Y., Thakur, K., Han, J., Zhang, J. G., Hu, F., & Wei, Z. J. (2021). Recent updates on the chemistry, bioactivities, mode of action, and industrial applications of plant essential oils. *Trends in Food Science and Technology*, 110, 78–89. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.01.070>
- Niu, D., Liu, Z., Shen, L., Zhou, H., You, M., Isman, M., & You, S. (2022). Repellent and toxic effects of *Salvia rosmarinus* oil against *Liriomyza sativae*. *Annals of Applied Biology*, 181(2), 246-254. <https://doi.org/10.1111/AAB.12775>
- Orou Ouennon Assouma, S. M. S., & Yacoubou, A.M. (2021). Effect of Neem Oil Against Leafminer (*Liriomyza* spp) (Diptera: Agromyzidae) on Field Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Northern Benin Republic. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 27(1), 489–496. <https://doi.org/10.52155/IJPSAT.V27.1.3206>
- Rahardjo, I. B., Marwoto, B., & Budiarto, K. (2020). Efficacy of Selected Plant Extracts to Control Leaf Miner (*Liriomyza* spp.) in Chrysanthemum. *AGRIVITA, Journal of*

- Sadiq, F. H., Al-Nadawi, F. A. M., Mahmood, and Z. T., & Ahmood, Z.T. (2020). The leaf miners *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) : The damage nature and the economic importance : A review. *PLant Archives*, 20 (2), 1173-1175. SSN:0972-5210
- Satyral, P., Craft, J. D., Dosoky, N. S., & Setzer, W. N. (2017). The chemical compositions of the volatile oils of garlic (*Allium sativum*) and wild garlic (*Allium vineale*). *Foods*, 6(8), 1–10. <https://doi.org/10.3390/FOODS6080063>
- Sebei, K., Sakouhi, F., Herchi, W., Khouja, M. L., & Boukhchina, S. (2015). Chemical composition and antibacterial activities of seven *Eucalyptus* species essential oils leaves. *Biological Research*, 48(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-48-7/TABLES/3>
- Şenkal, B. C. (2020). The Role of Secondary Metabolites Obtained from Medicinal and Aromatic Plants in Our Lives. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 1071–1079. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASVOL4ISS4PP1069-1077>
- Seyyedi-Sahebari, F., Shirazi, J., Mohajer, A., & Taghizadeh, M. (2021). Control of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* on oilseed rape using none chemical products in East Azerbaijan province. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 10(2), 63–69. <https://doi.org/10.22034/ARPP.2021.12907>
- Usman J.G., Okonkwo P.C., & S. M. S. (2014). Investigation into the Usage of Solvent for Extracting Neem Oil from Neem Seed for Industrial Application | Usman | Academic Journal of Interdisciplinary Studies. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 3 (5), 40–46.
<https://www.mcser.org/journal/index.php/ajis/article/view/4375>
- War, A. R., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ahmad, T., Nair, R. M., & Sharma, H. C. (2020). Plant Defense and Insect Adaptation with Reference to Secondary Metabolites. *Reference Series in Phytochemistry*, 795–822. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_60/COVER
- Weintraub, P. G., Scheffer, S. J., Visser, D., Valladares, G., Correa, A. S., Shepard, B. M., Rauf, A., Murphy, S. T., Mujica, N., MacVean, C., Kroschel, J., Kishinevsky, M., Joshi, R. C., Johansen, N. S., Hallett, R. H., Civelek, H. S., Chen, B., & Metzler, H. B. (2017). The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally. *Journal of Insect Science*, 17(1), 28–29. <https://doi.org/10.1093/JISESA/IEW121>