

## EFFECTO DEL NEEM SOBRE *Phyllocnistis citrella* Y SU PARASITOIDISMO A NIVEL DE INVERNADERO EN MANABÍ, ECUADOR

### Effect of neem on *Phyllocnistis citrella* and its parasitoidism at the greenhouse level in Manabí, Ecuador

Carlos Oswaldo Valarezo Beltrón<sup>1</sup>, Veris Antonio Saldarriaga Lucas<sup>2</sup>, Sergio Miguel Vélez Zambrano<sup>3</sup>, José Lizardo Reyna Bowen<sup>4</sup>, Alberto Julca Otiniano<sup>5</sup>, Alexander Rodríguez Berrío<sup>6</sup>

#### RESUMEN

La exploración de alternativas de control de plagas en los cultivos resulta de mucho interés mundial, el uso de bioplagicidas y su interacción insecto plaga y enemigos naturales. El cultivo de limón reporta diferentes plagas siendo el minador de hojas una plaga de gran interés económico para los citricultores. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidóptera: Gracillariidae) y su parasitoidismo a nivel de invernadero. Los tratamientos evaluados fueron: extracto acuoso de neem; aceite de neem y testigo sin aplicación. El desarrollo se efectuó bajo dos épocas climática: seca y lluviosa, en condiciones controlada en vivero, bajo el diseño completamente al Azar. Las evaluaciones se realizaron a los 10, 15, 20 días luego de la aplicación donde se evaluó la tasa de infestación, mortalidad y parasitoidismo, en la provincia de Manabí, Ecuador con una duración de 2 meses por época. Como resultados principales se obtuvo, que las tasas globales de infestación, mortalidad y parasitoidismo fueron superiores en época de lluvia con (26.6, 7.6 y 4.8 %) respectivamente. La aplicación de los tratamientos con Neem obtuvieron mejor respuesta en cuanto a la infestación en época seca, siendo el extracto acuoso que alcanza los porcentajes más bajo de infestación a los 10 y 15 días después de la aplicación, por otra parte, mientras que en época de lluvia los datos de la mortalidad fueron los que mostraron mejor respuesta con la aplicación de neem con la aplicación del extracto acuoso. En base a los resultados de las aplicaciones de neem sobre *P. citrella* y su parasitoide *A. citricola* se concluye que existe una disminución del insecto plaga y un escaso efecto sobre el parasitoide, cabe mencionar la interacción bioinsecticida-parasitoide-plaga es positiva.

**Palabras clave:** bioplaguicida, infestación, parasitoide, control de plaga, cítricos.

#### ABSTRACT

The exploration of pest control alternatives in crops is of great worldwide interest, the use of biopesticides and their interaction between insect pests and natural enemies. The lemon crop reports different pests, being the leaf miner a pest of great economic interest for citrus growers. The objective of the research was to determine the effect of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoidism at the greenhouse level. The evaluated treatments were: aqueous extract of neem; neem oil and control without application. The development was carried out under two climatic seasons: dry and rainy, under controlled conditions in the nursery, under a completely random design. The evaluations were carried out at 10, 15, 20 days after the application where the rate of infestation, mortality and parasitoidism was evaluated, in the province of Manabí, Ecuador with a duration of 2 months per season. As main results, it was obtained that the global rates of infestation, mortality and parasitoidism were higher in the rainy season with (26.6, 7.6 and 4.8 %) respectively. The application of the treatments with Neem obtained a better response in terms of infestation in the dry season, being the aqueous extract that reached the lowest percentages of infestation at 10 and 15 days after the application, on the other hand, while in the dry season of rain the mortality data were those that showed the best response with the application of neem with the application of the aqueous extract. Based on the results of the neem applications on *P. citrella* and its parasitoid *A. citricola*, it is concluded that there is a decrease in the pest insect and little effect on the parasitoid, it is worth mentioning that the bioinsecticide-parasitoid-plague interaction is positive.

**Keywords:** biopesticide, infestation, parasitoid, pest control, citrus.

<sup>1</sup>  Docente, Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6476-139X>. <mailto:cvalarezo@espam.edu.ec>

<sup>2</sup> Técnico Docente, Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7706-2520>. [veris.saldarriaga@espam.edu.ec](mailto:veris.saldarriaga@espam.edu.ec)

<sup>3</sup> Docente, Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3785-7457>. [smvelez@espam.edu.ec](mailto:smvelez@espam.edu.ec)

<sup>4</sup> Docente, Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0352-4005>. [jlreyna@espam.edu.ec](mailto:jlreyna@espam.edu.ec)

<sup>5</sup> Docente, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3433-9032>. [ajo@lamolina.edu.pe](mailto:ajo@lamolina.edu.pe)

<sup>6</sup> Docente, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6052-7160>. [orodriber@lamolina.edu.pe](mailto:orodriber@lamolina.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

Según UTEPI (2006) y Agronegocios (2010) en el mundo existen algunas variedades de limón (*Citrus limón*), las mismas que se diferencian por su contenido de zumo, la textura y grosor de su corteza, color y presencia o ausencia de semillas, entre las que se encuentran: Verna, Fino o Primofiori, Eureka y Lisbon. A pesar de su diversidad la más comercializada en el mundo es el limón Tahití o persa (*Citrus latifolia*) y el limón agrio o mexicano (*Citrus aurantifolia*).

La distribución de proveedores de limón verde es liderada por Brasil, México ambos hacia a Europa con un aporte total de 70.3 % (CORPEI-CICO, 2008; INEC, 2016). La producción mundial de limas y limones en el año 2001 fue de 10.9 millones de toneladas, siendo los principales productores fueron México, India, Argentina, España, Estados Unidos, Irán, e Italia. En Ecuador se cultivan el limón Sutil (*Citrus aurantifolia*) y el limón Tahití (*Citrus latifolia*) para el consumo local y la exportación, en el 2021 el Ecuador tenía aproximadamente 5 230 ha plantadas distribuidas mayoritariamente entre las provincias de Manabí, Guayas y Esmeraldas (INEC, 2016; INEC-ESPAC 2021).

La identificación del sistema cítrico como una unidad ecobiológica, obtenemos una planta cuyo desarrollo depende y es mantenido por las condiciones edafoclimáticas, que a su vez sustenta una fauna de invertebrados fitófagos y ciertos microorganismos patógenos; muchos invertebrados carnívoros viven de la fauna de herbívoros como depredadores o parasitoides, y algunos biocidas provocan epizootias en los fitófagos (Beingolea, 1984).

Knapp et al. (1995) señalan que el minador de las hojas de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* es un microlepidóptero, es una de las pocas plagas han tenido una expansión tan grande y han creado tanto desconcierto en un periodo de tiempo relativamente corto. El uso de barreras ha hecho poco para reducir la propagación de esta plaga en todo el mundo, y las razones de su rápida propagación en tan poco tiempo siguen siendo un misterio; varias razones son las que pueden haber permitido a *P. citrella* haya colonizado con facilidad entre ellas: tiene una alta tasa de reproducción, es diversa; se puede transportar fácilmente en plántulas y plantas adultas; es capaz de crecer en una amplia gama de climas y microclimas

(mediterráneo, tropical y subtropical) se desarrolla perfectamente; y posiblemente los adultos de minador tengan una alta facilidad de dispersión. Hoy nadie duda de la enorme movilidad de los minadores de los cítricos y de su capacidad para adaptarse a las diferentes condiciones climáticas. Según lo establecido por Cañarte (2001) desde febrero de 1995 el minador de la hoja de los cítricos (MHC) *P. citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) es un nuevo problema entomológico que debe lidiar la citricultura Ecuatoriana, siendo así que se ha detectado inicialmente en viveros de Manabí y en seis meses después se descubrió que se encontraba en casi todo el Litoral ecuatoriano (Manabí, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas) y, posteriormente, en la región Sierra (Bolívar, Tungurahua, Imbabura, Pichincha, Azuay y Loja) y Oriente (Napo).

Según DGSPV (2008) un biocida puede ser una sustancia química de origen sintético, natural, biológico o físico diseñada para destruir, neutralizar, neutralizar, prevenir el efecto de cualquier organismo considerado nocivo para el ser humano, o controlar según su comportamiento, de acuerdo a su acción se dividen en microbiocidas (bactericidas y fungicidas) y plaguicidas (insecticidas y/o repelentes, acaricidas, nematocidas.).

La importancia del estudio de nuevos bioplagicidas radica en las varias razones principales como: control eficaz de plagas agrícola y minimizar daños causado al ambiente con la contaminación. Las investigaciones y el desarrollo de su aplicación práctica apuntan a la disminución de residuos de plaguicidas de origen químico y su mitigación en la contaminación ambiental además de promover el desarrollo de agricultura sustentable. El desarrollo de estos nuevos bioplagicidas aporta en la modernización de la agricultura y sin duda, va a reemplazar gradualmente a una cantidad de los plaguicidas químicos que no sean amigable con el ambiente (Leng et al., 2011).

Cázares et al. (2014) afirman que las especies vegetales evaluadas como repelentes o insecticidas fueron: Neem (*A. indica* A. Juss), orégano (*Lippia graveolens*) guayaba (*Psidium* sp.), mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) y ajo (*Allium sativum* L.), estos extractos obtenidos de las hojas, y del bulbo en el caso del ajo, donde se evaluaron: epelencia y mortalidad de los psílidos, realizando conteos de los insectos que se encontraban sobre las plantas a uno y dos días después de la aplicación (DDA), el conteo de

insectos muertos se realizó únicamente a los dos DDA.

Un biocida conocido ampliamente a nivel mundial es el derivado de las partes del árbol del Neem (Gómez y García, 2011; Vaillant, 2013). El uso de Neem en el control de plagas ofrece ventajas por poseer varios mecanismos de acción como regulador del crecimiento, antialimentario, repelente, antiovipositor, reductor de la fecundidad e interruptor de la comunicación sexual (Cañarte, 2001). Los componentes químicos del Neem han probado control en al menos 106 especies de insectos-plaga (Cañarte, 2002). Navarrete et al. (2017) afirman que las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de los insectos plaga se disminuyen con aplicaciones de neem.

El conocimiento de los procesos biológicos de insectos plaga, enemigos naturales y bioplagicidas representan una alternativa para el manejo adecuado de las plantaciones, ya que no provocan riesgos para

el ambiente ni para la salud humana o animal, facilitando la conversión de las mismas a la agricultura orgánica certificada, pudiéndose constituir en una mejora de vida para los agricultores de la zona tanto en el aspecto social, económica y ambiental. En cuanto a todas razones antes expuesta el objetivo de la investigación fue determinar el efecto del Neem (*A. indica*) sobre *P. citrella* y su parasitoidismo a nivel de invernadero en Manabí, Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

La investigación realizada fue de carácter experimental la cual se realizó entre el temporal de octubre/2018 y abril/2019, en una finca situada en la localidad de Colón (Longitud: O 80°24'47", Latitud: S 1°6'47") perteneciente al cantón Portoviejo (Ecuador) que se caracteriza por una precipitación media anual 450 mm y una temperatura median anual de 25.5 °C (INAMHI, 2019) (Figura 1).

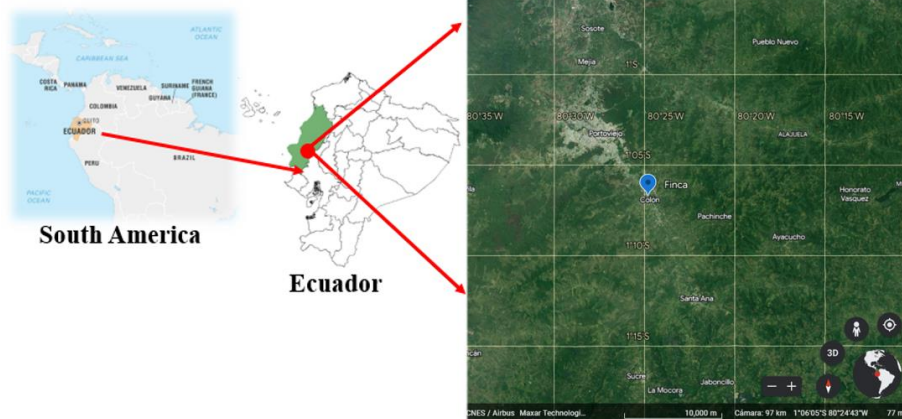


Figura 1. Área de estudio, Parroquia Colón del cantón Portoviejo de la provincia de Manabí Ecuador.

En cuanto a los procedimientos se destaca que dentro de un invernadero se instaló una jaula entomológica de 8 m<sup>3</sup> (2x2x2) cubierta de tela con orificios de ventilación extremadamente estrechas que impedían la entrada y salida de organismos, en su interior se colocaron 150 plantas de limón sutil compradas en un vivero del sector, las plántulas inmediatamente se sometieron al corte apical a una altura de 50 cm estimulando la emisión uniforme de nuevos brotes libres de *P. citrella* (Bautista, 1997). A los 15 días después del corte apical las plantas habían desarrollado brotes de 5 a 8 cm, ideales para

la infestación natural del minador de hoja, después de lo cual se aplicaron los tres tratamientos empleando unas aspersora de mochila con boquilla de cono. Inmediatamente después de la aplicación de los tratamientos las plantas fueron llevadas a la plantación donde se distribuyeron en repeticiones con sus tratamientos por espacio de ocho días, periodo necesario para permitir la oviposición y desarrollo larval del minador. Luego de este tiempo las plantas se trasladaron a jaulas para realizar las evaluaciones finales y suprimir el riesgo de depredación de larvas de minador.

El experimento se realizó en dos épocas, siendo la primera la época de lluvia (marzo-abril) y la segunda la época seca (octubre-noviembre). En cada caso, se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos [T1: extracto acuoso de neem (EAN) (50 g L<sup>-1</sup> de agua), T2: aceite de neem (AN) (10 ml L<sup>-1</sup> de agua), T3: testigo (T) (sin aplicación)] y cinco repeticiones. Para el tratamiento con extracto acuoso se colectaron y molieron 50 gramos de hojas del árbol de neem en un molino artesanal, después se las puso en reposo con agua por 24 horas previo a la aplicación del tratamiento, luego la solución fue cernida por tres ocasiones para evitar el taponamiento de la aspersora de mochila. Respecto al segundo tratamiento se empleó el insecticida comercial Neem-X (concentrado emulsionable) cuyo

ingrediente activo es la azadirachtina obtenida del aceite de semillas de neem.

Después de la aplicación de los tratamientos en 10 plantas por tratamiento se realizaron evaluaciones a los 10, 15 y 20 días, considerando un brote tierno por planta. Siguiendo las recomendaciones de Cañarte (2001).

En cuanto a las variables en estudio se analizaron porcentaje de infestación, mortalidad y parasitoidismo en *P. citrella*, con los datos, se realizó la Prueba de Dunnet con nivel de confianza de 95 y 99 %. A continuación, se detallan las fórmulas para cada una de las mismas en las Ecuaciones 1, 2 y 3 (Castaño, 1996).

$$\text{Infestación (\%)} = \frac{\text{hojas minadas con larvas vivas}}{\text{total de hojas}} \cdot 100 \quad [1]$$

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Número de insectos muertos}}{\text{Población total del insecto}} \cdot 100 \quad [2]$$

$$\text{Parasitoidismo (\%)} = \frac{\text{Número de estados biológicos del parasitoide}}{\text{\# total de estados biológicos (parasitoide+plaga)}} \cdot 100 \quad [3]$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tasa global de infestación, mortalidad y parasitoidismo

A continuación, se detallan los principales hallazgos en Manabí, Ecuador donde se evaluaron bioinsecticidas a base neem contra el minador de la hoja de los cítricos *P. citrella* Stainton y el efecto en sus parasitoides en condiciones contraladas empleando una jaula entomológica en las época seca y lluviosa.

Un análisis global de todos los tratamientos utilizados en la Figura 2, muestra que la frecuencia en la infestación de *P. citrella* en la época de lluvia (26.6 %) fue tres veces superior que en estación seca (8.8 %). En cuanto a la mortalidad, se observó que el periodo de lluvia (7.6 %) fue casi el doble que el periodo seco (1.7 %). Finalmente se puede enriquecer el análisis acotando que existió un amplio dominio de los valores correspondientes a la época lluviosa para todas las tasas tribuidas en gran parte a que el insecto plaga y sus parasitoides se reprodujeron con mayor intensidad.

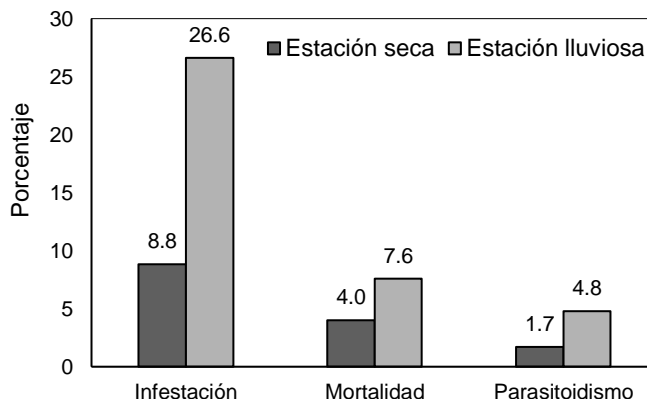


Figura 2. Comparación de infestación, mortalidad y parasitoidismo para *P. citrella* en estación seca y lluviosa, Colón, Portoviejo, Ecuador.

### Tasa de infestación, mortalidad y parasitoidismo en estación seca

El tratamiento con extracto acuoso reportó el valor más bajo en cuanto a porcentaje infestación de *P. citrella* evaluado a los 10 DDA (7.11 la tasa de mortalidad de *P. citrella* (6 %) fue la media con mejores resultados a los 10 DDA, el parasitoidismo en general resultó bajo sobresaliendo la evaluación 20

DDA con (2 %). Siguiendo el orden, se sitúa el T2 (aceite de neem), que obtuvo (21.86 %) a los 10 DDA como tasa de infestación más elevada, a los 15 DDA la mortalidad alcanzó su tope con (9.14 %), el parasitoide *A. citricola* tuvo mayor actividad a los 20 DDA registrando (9.5 %). También, para testigo absoluto sobresalió (10.71 %) de infestación a los 15 DDA, sin embargo, la tasa de mortalidad llegó a su pico con (2.5 %) durante el registro de 20 DDA, la media de parasitoidismo presentó registros extremadamente bajos en las fechas luego de la aplicación alcanzando promedios de cero (Tabla 1).

En cuanto a la confrontación de los tratamientos tomando como media las variables biológicas en diferentes momentos de evaluación durante la época seca, se observó una diferencia significativa en el porcentaje de infestación por *P. citrella* a los 10 DDA en al menos dos medias con p-valor 0.030. En múltiples comparaciones se observó que, a pesar de la aplicación del plaguicida botánico, éste presentó una mayor tasa de infestación con (21.86 %) en comparación el testigo absoluto con (8.66 %) (Tabla 1). Este evento contradice lo reportado por Navarrete et al. (2017) donde afirma que las aplicaciones de Neem redujo las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de los insectos plaga.

Siguiendo con la misma variable porcentaje de infestación a los 15 DDA al menos dos medias también mostraron diferencias significativas con un p-valor 0.030; en este caso las comparaciones múltiples mostraron una diferencia media de (2.45 %) entre el extracto acuoso de Neem y el testigo absoluto cuyo promedio fue (10.71 %) y aceite de Neem con (18.35 %); lo que quiere decir que dicho extracto erradicó más cantidad de especímenes de *P. citrella* (Tabla 1).

En cuanto al parasitoidismo de *P. citrella*, solamente se reportó la presencia de *Ageniaspis citricola* parasitando larvas *P. citrella* en la localidad de Colón tanto en época seca como en la estación lluviosa,

cumpliéndose con la premisa de la especificidad del parasitoidismo establecida por Schmutterer (1997) donde cada fitófago tiene su insecto que lo controla. Los resultados, a los 20 días de evaluación, mostraron diferencias significativas en al menos dos medias con p-valor 0.029, en la comparación múltiple se observó que las diferencias eran entre en aceite de Neem con (28.07 %) y el testigo absoluto con promedio de 0.00 lo que indica que el insecticida natural no interfirió en la actividad y ciclo biológico del parasitoide debido a su mayor actividad (Tabla 1). Respecto a la mortalidad de *P. citrella* durante la época seca no hubo diferencias estadísticas en las tres evaluaciones, pero sí en cuanto a los promedios quedando en evidencia que los tratamientos con los bioplaguicidas en conjunto con el parasitoidismo sobresalieron por eliminar de mejor manera al fitófago minador.

Un hecho importante a destacar en cuanto a la infestación correspondiente en la tabla 1 fue que T2 obtuvo valores superiores que el T1 y T3 a los 10 y 15 DDA (21.86 y 18.35 %), esto debido a que el brote evaluado presentó un área foliar extensa, lo que se tradujo en mayor cantidad de área para ovipositar por parte del adulto de *P. citrella* desencadenando luego de la eclosión de mayor número de larvas pertenecientes al minador, pero en la evaluación 20 DDA la situación cambia y T2 (1.75 %) sobresalió por ser el tratamiento con menores tasa de infestación en relación al resto de tratamientos debido a que los parasitoides al encontrar hospedantes en las primeras evaluaciones correspondientes a porcentaje de parasitoidismo (0.57 y 1.62 %) se reprodujeron y se alimentaron de las larvas de *P. citrella* provocando su muerte y por consiguiente reduciendo la infestación del insecto plaga en mención y elevando la tasa de parasitoidismo (9.5 %) a los 20 DDA. En cuanto a este evento relacionado con la tasa parasitoidismo, se contrapone a Schmutterer (1990) y Brechelt y Fernández (1995) quienes señalaron que el parasitoide también se veía afectado cuando absorbía azadirachtina de su hospedante.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos sobre *P. citrella* y su parasitoidismo en estación seca, Colón, Portoviejo, Ecuador.

Variables biológicas	Tratamientos			p-valor	
	T1 (extracto acuoso de Neem)	T2 (aceite de Neem)	T3 (testigo)		
10 días DDA	Infestación (%)	7.11	21.86 a	8.66	0.030*
	Mortalidad (%)	6.00	0.85	0.90	0.123
	Parasitoidismo (%)	0.00	0.57	0.33	0.404
15 días DDA	Infestación (%)	2.45 a	18.35	10.71	0.030*
	Mortalidad (%)	4.00	9.14	2.00	0.200
	Parasitoidismo (%)	1.00	1.62	0.57	0.716
20 días DDA	Infestación (%)	2.83	1.75	5.82	0.374
	Mortalidad (%)	4.00	6.80	2.50	0.523
	Parasitoidismo (%)	2.00	9.50 a	0.00	0.029*

Letras diferentes, dentro de las filas, señala diferencias estadísticas entre tratamientos; \* = nivel de significancia al 5 %.

### Tasa de infestación, mortalidad y parasitoidismo en estación lluviosa

En cuanto a las medias de las variables analizadas de la Tabla 2 se estableció que el extracto acuoso alcanzó 32.76 %, valor mayor en cuanto a infestación a los 20 DDA, la mortalidad de *P. citrella* con 18.87 % fue la media con mejores resultados a los 15 DDA, el parasitoidismo en general resultó bajo sobresaliendo la evaluación 20 DDA con 10.29 %. En secuencia, el tratamiento con aceite de Neem que obtuvo 41.08 % a los 20 DDA como tasa de infestación más elevada, a los 20 DDA la mortalidad obtuvo el valor más alto con 13.5 %, el parasitoide *A. citricola* tuvo mayor actividad a los 20 DDA registrando 7.65 %. También, para testigo absoluto sobresalió en 38.15 % de infestación a los 15 DDA, sin embargo, la tasa de mortalidad llegó a su pico con 4 % durante el registro de 20 DDA, la media de parasitoidismo presentó registros promedio con rango de 2 a 7 % distinguiéndose 20 DDA con 7.52 %.

En cuanto a la época de lluvia, se observó diferencias significativas en al menos dos medias en la infestación de *P. citrella* a los 15 días de evaluación con p-valor 0.027, donde las pruebas múltiples mostraron la diferencia entre aceite de Neem (15.66 %) con respecto al testigo absoluto (38.15 %); es decir que existió un mejor control sobre la población de *P. citrella* por parte del aceite (Tabla 2). Situación que respalda Cañarte (2001) al establecer que para porcentaje de infestación usando Neem sobre MHC se alcanzó con aceite de Neem (18.41 %) comparado con (47.49 %) el testigo, además coincidiendo con Zhang et al. (1994) donde afirman que se puede lograr tasas de infestaciones inferiores al 10 % con la aplicación semanal de aceite de Neem

en concentración de 1.4 % mientras el testigo un 97 %.

Asimismo, en la anterior evaluación se observó diferencias en el promedio de mortalidad con p-valor 0.004, las mismas se dieron entre el extracto acuoso de neem (18.87 %) comparado con el testigo absoluto (2.40 %) y aceite de Neem, dicha situación sirvió para establecer que los individuos de *P. citrella* resultaron más susceptibles a ese tipo de presentación botánica (Tabla 2).

Al efectuar las observaciones a los 20 DDA se determinó diferencias estadísticas para la mortalidad con p-valor 0.048, éstas fueron entre extracto acuoso de Neem (18.71 %) y testigo absoluto (4 %), lo que confirma que las muertes de la *P. citrella* fueron más efectivas en el tratamiento extracto acuoso, situación se ve respaldada por (Bautista, 1997 y Cañarte, 1998) quienes afirman tasas de mortalidad entre (70 y 80 %) en evaluaciones a los tres y 12 DDA. No se presentaron diferencias significativas en parasitoidismo en ninguna de las tres fechas de evaluación (Tabla 2). Sin embargo, la respuesta del testigo siempre fue menor que el extracto y aceite, hallazgo que es contrario a lo establecido por los profesionales Hoelmer y Yokomi (1990) y Cañarte (2001) donde se indica que el Neem interfiere con la longevidad parasítica y la emergencia de estos organismos al presentar el testigo sin aspersiones tasas más elevadas de actividad del insecto parasitoide (50-65 %).

En la Tabla 2 se muestra un dato interesante en cuanto a la infestación que el T2 fue el que evidenció menor tasa de infestación a los 10 y 15 DDA (8.32 y 15.66 %) en comparación al T1 y T3, esto se debe a la

formulación industrial mejorada con base en aceite de neem, pero en la evaluación 20 DDA la situación cambió y T2 (41.08 %) sobresalió por una mayor infestación que el resto de tratamientos debido a un leve incremento en el área foliar del brote evaluado lo que desencadenó en un aumento de larvas de *P. citrella*. Además, para todos los tratamientos durante

la evaluación de 20 DDA se notó un aumento importante entre un rango de dos a diez puntos porcentuales para la tasa de parasitoidismo debido a la facilidad para encontrar más hospedantes por haber desaparecido el efecto de los insecticidas botánicos y la consiguiente proliferación de larvas de minador.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre *P. citrella* y su parasitoidismo en estación lluviosa, Colón, Portoviejo, Ecuador.

Variables biológicas	Tratamientos			p-valor	
	T1 (extracto acuoso de Neem)	T2 (aceite de Neem)	T3 (testigo)		
10 días DDA	Infestación (%)	16.54	8.32	23.47	0.091
	Mortalidad (%)	0.00	3.00	2.00	0.439
	Parasitoidismo (%)	1.83	1.53	2.00	0.958
15 días DDA	Infestación (%)	26.65	15.66 a	38.15	0.027*
	Mortalidad (%)	18.87a	5.5	2.4	0.004**
	Parasitoidismo (%)	4,20	4.30	3.96	0.992
20 días DDA	Infestación (%)	32.76	41.08	37.17	0.586
	Mortalidad (%)	18.71a	13.5	4.00	0.048*
	Parasitoidismo (%)	10.29	7.65	7.52	0.822

Letras diferentes, dentro de las filas, señala diferencias estadísticas entre tratamientos; \* = nivel de significancia al 5 %; \*\* = nivel de significancia al 1 %.

Se observó que el control del insecto plaga en la localidad de Colón donde se realizó la aplicación con los tratamientos del insecticida botánico, sin embargo, los datos relacionados con el parasitoidismo no se manifestaron tan contundente en su contabilización a pesar que se mostró levemente promisorio, aspecto respaldado por Mohamed et al. (2014).

El extracto acuso de neem tuvo mayor efecto sobre las poblaciones de *P. citrella* independientemente de la estación climática, a pesar de no tener una consistencia aceitosa que contribuye a disminuir la movilidad de los insectos, hallazgo respaldado por Fundación Natura (1992) donde se señala que en diferentes ensayos se ha usado con éxito la dosis empleada de aceite de Neem en la presente investigación. También se puede acotar que la actividad biológica de los minadores es siempre más intensa en un clima tropical que en climas templado hecho respaldado por Schmutterer (1990) el cual estableció que en presencia de calor constante en zonas ecuatoriales la reproducción del insecto plaga estudiado aumenta en conjunto con su parasitoidismo.

Cabe señalar que el aceite de neem con sus dos tratamientos tuvo una leve influencia en la disminución de la infestación del minador en las hojas de limón debido a sus propiedades insecticidas,

situación respalda por investigaciones en las cuales se afirma que una de las ventajas del uso del neem en el control de plagas es poseer varios mecanismos de acción como regulador del crecimiento, antialimentario, repelente, antiovipositor, reductor de la fecundidad e interruptor de la comunicación sexual comprobando su eficacia contra al menos 106 especies de insectos-plaga (Cañarte, 2002; Cañarte, 2001).

## CONCLUSIONES

Con base en las observaciones del efecto del neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Phyllocnistis citrella* Stainton y su parasitoides (*Ageniaspis citricola*) se determinó que el insecticida de origen botánico y sus dos formulaciones redujeron la población de la plaga en cierta medida, aunque en algunas ocasiones los resultados superaron al testigo absoluto. En lo referente a la relación entre parasitoidismo y las aplicaciones con neem se observó que las poblaciones de *Ageniaspis citricola* no se vieron afectadas por los tratamientos con neem ya que aumentaron con el tiempo pasando de 0 a 9.5 % en época seca y 1.53 a 10.59 % en época de lluvia, por lo tanto, la mortalidad del minador estuvo más relacionada al papel de los parasitoides. Finalmente, se afirmó que los promedios correspondientes a las variables analizadas alcanzaron valores más altos



durante la estación lluviosa.

## Agradecimientos

Se agradece a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, por el financiamiento a través del proyecto línea base para el desarrollo sostenible del sistema de producción limonero en el cantón Portoviejo, al Programa de Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agronegocios. 2010. El limón se adapta incluso a la altitud. Quito, Ecuador. 7p.
- Bautista, M. 1997. Bioecología del minador de la hoja de los cítricos. Tesis de Doctor en ciencias. Colegio de Posgraduados, MX. 80 p.
- Beingolea, O. 1984. Protección Vegetal. Banco Agrario. Lima, Perú. 383 p.
- Brechelt, A; Fernández, C. 1995. El neem, un árbol para la agricultura y el medio ambiente. Experiencia en la República Dominicana. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Loyola. 123 p.
- Cañarte, E. 2002. El neem *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) y su rol en la agricultura rentable del Ecuador. Memorias XIX Reunión Latinoamericana de maíz. Portoviejo, EC. 1 disco compacto, 8 mm.
- Cañarte, E. 2001. El minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en Ecuador. Tesis de maestro en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 135 p.
- Cañarte, E. 1998. El minador de las hojas de los cítricos en el litoral ecuatoriano. Quito, EC. 73 p.
- Castaño, O. 1996. El minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*, Stainton) en XXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Cartagena de Indias. pp. 9-23.
- Cázares, N; Verde, M; López, J; Almeyda, I. 2014. Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*. Revista Colombiana de Entomología 40(1):67-73. ISSN 0120-0488.
- CORPEI – CICO (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador). 2016. Centro de inteligencia Comercial, Perfiles de Producto Perfil de Limones y Limas. Ecuador. 33 p.
- DGSPV (Dirección General de Salud Pública de Valencia). 2008. Vigilancia sanitaria de plaguicidas y biocidas.
- Fundación Natura. 1992. Insecticidas naturales. Quito, EC. 11p.
- Gómez, A; García, R. 2011. Conservación de bienes muebles. Ediciones Boloña, La Habana, CU. 251 p.
- Hoelmer, K; Yokomi, R. 1990. Effects of neem extracts on beneficial insects in a greenhouse culture. Beltsville, MD. 105 p.
- Knapp, JL; Albrigo, LG; Browning, HW; Bullock, RC; Heppner, JB; Hall, DG; Nguyen, N; Peña, JE; Stansly, PA. 1995. Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: current status in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. IFAS. Univ. of Florida, Gainesville, USA.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2016. Resultados Nacionales y Provinciales. Quito, Ecuador. 255p.
- INEC-ESPAC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2021. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC (en línea). Consultado 12 dic. 2022. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2019. Información climatológica años 2018 y 2019. Quito Ecuador. 462 p.
- Leng, P; Zhang, Z; Pan, Zhao, M. 2011. Applications and development trends in biopesticides. African Journal of Biotechnology. 10(86):19864-19873.
- Mohamed, H; Abdegader, H; Abdelrahim, A. 2014. Field evaluation of a newly introduced thiamethoxam insecticide and neem seed water extract against the predator *Hippodamia variegata* in Sudan. International Journal of Agriculture Innovations and Research 3(3):931-935.
- Navarrete, B; Valarezo, O; Cañarte, E; Solórzano, R. 2017. Efecto del neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón *Cucumis melo* L (en línea). La Granja 25(1):2-19. Consultado 02 feb. 2023. Disponible en <http://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.03>
- Schmutterer, H. 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insects pathogens and natural enemies of spider, mites and insects (en línea). Journal Appl. Entomol 121:121-128. Consultado 14 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01381.x>
- Schmutterer, H. 1990. Properties a potencial of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica* (en línea). Annual Review Entomology. 35 (1):271-297. Consultado 15 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1146/annurev.en.35.010190.001415>
- UTEPI (Unidad Técnica de Estudios para la Industria). 2006. Lima y Limón, Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competitividad de la Cadena de Valor y Perspectivas de Mercado. Ecuador. 91 p.
- Vaillant M. 2013. Biodeterioro del patrimonio histórico documental: alternativas para su erradicación y control. Museo de Astronomía y Ciencias Afines, Fundación Casa de Ruí Barbosa, Rio de Janeiro, BR. 139 p.
- Zhang, A; O'Leary, C; Quarles, W. 1994. Chinese for citrus leafminer. IPM Practitioner 16(8):10-13.

Artículo recibido en: 04 de mayo del 2023

Aceptado en: 02 de agosto del 2023