

## Evaluación del aceite esencial de *Lippia alba* para el control del pulgón de la papa (Hemiptera) en el cultivo de lechuga

### Evaluation of *Lippia alba* essential oil for the control of potato aphid (Hemiptera) in lettuce cultivation

#### **Tacaliti, María Silvia\***

Curso de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

#### **Alejandro Ricardo Moreno Kiernan**

Curso de Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

#### **Elisabet Mónica Ricci**

Curso de Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

#### **Cecilia Beatriz Margaría**

Curso de Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

#### **Sonia Zulma Viña**

Curso de Bioquímica y Fitoquímica, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina; Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) CONICET La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina; Comisión de Investigaciones Científicas, Buenos Aires, Argentina

#### **Érica Fernanda Tocho**

Curso de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

#### **Revista de la Facultad de Agronomía**

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

**ISSN:** 1669-9513

**Periodicidad:** Continua

vol. 123, 2024

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

**Recepción:** 17 noviembre 2023

**Aprobación:** 6 febrero 2024

**Publicación:** abril 2024

**URL:** <http://portal.amelica>

**DOI:** <https://doi.org/10.24215/16699513e137>

**Autor de correspondencia:** [maria.tacaliti@agro.unlp.edu.ar](mailto:maria.tacaliti@agro.unlp.edu.ar)

## Resumen

El uso de productos naturales con propiedades bioactivas se está incorporando ampliamente al manejo de plagas en la agricultura como una alternativa sustentable al control químico, que se caracteriza por su impacto negativo sobre el ambiente. Algunos aceites esenciales vegetales, además de su baja toxicidad y residualidad, tienen actividad biocida. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del aceite esencial de *Lippia alba* quimiotipo carvona a distintas concentraciones (1, 10, 100, 1.000 y 10.000 ppm) sobre el pulgón de la papa, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), en el cultivo lechuga (*Lactuca sativa* variedad gallega de invierno). Para ello, se determinó la actividad biocida del aceite aplicado sobre el cuerpo del insecto y se registraron las modificaciones de los parámetros biológicos y demográficos, a través de la construcción de tablas de vida. Los ensayos fueron realizados en condiciones controladas de fotoperiodo (12 h luz: 12 h oscuridad), humedad relativa (60%) y temperatura ( $15^{\circ}\text{C} \pm 2$ ). Se encontró que el aceite esencial de *Lippia alba* no provoca la muerte de los áfidos cuando es aplicado directamente sobre el cuerpo, pero modifica la longevidad, la fecundidad y la supervivencia respecto de los controles. Por ello, se concluye que el aceite esencial podría usarse como un bioinsumo alternativo al control químico tradicional en el manejo del pulgón de la papa, principalmente en las producciones hortícolas con perfil agroecológico.

**Palabras clave:** aceite esencial, pulgón, bioinsumo, lechuga

## Abstract

The use of natural products with bioactive properties is being widely incorporated into pest management in agriculture, as a sustainable alternative to chemical control, which is characterized by its negative impact on the environment. Some plant essential oils, in addition to their low toxicity and residual effects, exhibit biocide activity. The objective of this study was to evaluate the effect of the essential oil of *Lippia alba*, carvone chemotype, at different concentrations (1, 10, 100, 1,000, and 10,000 ppm) on the potato aphid, *Aulacorthum solani*, in lettuce cropping (*Lactuca sativa*, Gallega de Invierno variety). For this purpose, the biocidal activity of the essential oil applied to the insect's body was determined, and the modifications in the biological and demographic parameters were recorded through the construction of life tables. The experiments were conducted under controlled conditions of photoperiod (12 hours of light: 12 hours of darkness), relative humidity (60%), and temperature ( $15^{\circ}\text{C} \pm 2$ ). It was found that the essential oil of *Lippia alba* does not cause the death of aphids when applied directly to their bodies but does affect their longevity, fecundity, and survival compared to the controls. Therefore, it is concluded that the essential oil could be used as an alternative bio-input to traditional chemical control in the management of potato aphids, especially in horticultural productions with an agro ecological profile.

**Key words:** essential oil, aphid, bio input, lettuce

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) ocupa una superficie de más de 5.000 ha en la provincia de Buenos Aires, Argentina, de las cuales 1.350 ha se sitúan en el Cinturón Hortícola del municipio de La Plata (CHP), lo cual convierte a la región en un importante centro productor provincial del cultivo (Censo Hortiflorícola, 2005). Mayoritariamente se cultiva en invernáculos con una dependencia de un gran volumen de plásticos y fitosanitarios, en algunos casos de elevada toxicidad (García, 2011; Sarandón et al., 2013). A futuro, el incremento de la producción de alimentos demandará, entre otras acciones, un manejo de plagas no centrado en el control químico, que contribuya a disminuir los costos productivos y a incrementar la sustentabilidad del sistema (Stout, 2013). El elevado costo operativo, el daño a otros animales y la contaminación ambiental, ha impulsado la búsqueda de alternativas como los extractos naturales y los compuestos derivados del metabolismo secundario vegetal para el control de insectos, que puedan ser incorporados en el marco del Manejo Integrado de Plagas (Sendi y Edadollahi, 2014).

La posibilidad de sustituir a los fitosanitarios por compuestos naturales constituye una eficaz alternativa para el manejo de plagas en la agricultura. Así, los insecticidas botánicos tienen la ventaja de degradarse rápidamente en el ambiente y de ser fácilmente descompuestos por enzimas, lo cual determina la menor persistencia en el ambiente y el menor riesgo de afectar organismos no blanco (Sendi y Edadollahi, 2014). Los extractos vegetales y aceites esenciales (AE) de plantas aromáticas han sido objeto de estudio por ser ricos en sustancias con actividad biocida. Además, estos productos naturales son rápidamente degradados y su toxicidad es baja o nula, por lo cual han llegado a constituirse en una opción promisoriosa para la sustitución de pesticidas sintéticos (Medeiros et al., 2014; Álvarez Sanchez, 2018).

Los insecticidas botánicos pueden provocar la muerte de los insectos a través de diferentes mecanismos de acción siendo el más importante la muerte por asfixia por obstrucción de los espiráculos respiratorios, o por deshidratación cuando se ve afectada su cutícula o cubierta protectora (Mishra et al., 2006).

*Lippia alba* (Mill.) NE Brown (*Verbenaceae*) es una planta aromática nativa de América, ampliamente estudiada por sus cualidades medicinales, antifúngicas, bactericidas, antivirales y citotóxicas. Se ha probado su actividad insecticida en varias especies de insectos, como gorgojos, mosquitos y garrapatas (Ringuelet et al., 2014; Ortega-Cuadros et al., 2020).

El aceite esencial de *L. alba* contiene varios compuestos, en general, uno, dos o tres de ellos se encuentran en grandes concentraciones en el aceite, definiendo el quimiotipo del genotipo de la especie. Según Moore et al. (2014), el quimiotipo se refiere a la variación cualitativa entre fenotipos. La diversidad química a nivel de especie está ampliamente reportada en la literatura (Teles et al., 2012; Caballero Gallardo et al., 2023). Como indican Hennebelle et al. (2006), en *L. alba* se pueden encontrar los siguientes quimiotipos: citral y/o linalool y  $\beta$ -cariofileno (quimiotipo I); tagetenona (quimiotipo II); limoneno/carvona (quimiotipo III); mirceno (quimiotipo IV);  $\gamma$ -terpeneno (quimiotipo V); alcanfor y 1,8-cineol (quimiotipo VI); y estragol (quimiotipo VII). Según Tavares et al. (2005), la mayoría de los compuestos que componen el quimiotipo están influenciados más fuertemente por aspectos genéticos que ambientales.

El cultivo de lechuga es afectado por numerosas plagas, entre las que se destacan los pulgones (Hemiptera: Aphididae) que afectan tanto la calidad y cantidad del producto final obtenido y son vectores de numerosos virus (Andorno et al., 2014). Entre las plagas habituales de la lechuga se registran varias especies de pulgones, destacándose en ocasiones la presencia en invernaderos del cinturón hortícola platense de *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) y *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), siendo escasos en la Argentina los antecedentes sobre ellos (Vasicek et al., 2014). A nivel experimental, la lechuga es comúnmente utilizada en bioensayos como una planta modelo por la marcada sensibilidad a las sustancias fitoquímicas y por su corto período de germinación (Mirmostafae et al., 2020).

El pulgón de la papa *Aulacorthum solani* es una especie de áfidos muy polífaga, que ataca cultivos de pimiento, papa y lechuga, entre otras especies. El principal daño que ocasiona se debe a que inocula toxinas salivares que pueden causar amarillamiento de nervaduras, enrulamiento y deformación de tejidos tiernos y hasta la necrosis de las hojas. Además, *A. solani* se caracteriza por ser vector de enfermedades virales (Vasicek et al., 2014).

La utilización de alternativas menos tóxicas en el marco del Manejo Integrado de Plagas (MIP)

para la actividad hortícola requiere de la disponibilidad de principios activos eficaces para el manejo de la plaga blanco, que además no afecten el crecimiento de las plantas cultivadas. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue determinar la actividad biocida por acción tóxica y los parámetros biológicos del AE extraído a partir de la especie vegetal *Lippia alba* sobre *Aulacorthum solani*, plaga primaria del cultivo de lechuga.

## METODOLOGÍA

Los ensayos se realizaron en el insectario del Curso de Zoología Agrícola y en el laboratorio del Curso de Genética de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (FCAYF-UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina (34,910186 LS; 57,92706 LO).

El aceite esencial utilizado en los ensayos se extrajo a partir de hojas, tallos y flores de plantas de *Lippia alba* quimiotipo "carvona", cultivadas en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la FCAYF-UNLP (34.982982 LS, 57.9964 LO). El método empleado fue una destilación por arrastre con vapor durante 2 h, utilizando un extractor de acero inoxidable con capacidad de 30 L. Las esencias obtenidas se deshidrataron por el agregado de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro y se transfirieron a frascos de vidrio color caramelo que se conservaron en oscuridad y refrigerados hasta el momento de su uso. Se ensayaron concentraciones de 1, 10, 100, 1.000 y 10.000 ppm de dicho aceite (L1, L10, L100, L1000 y L10000), con propilenglicol (5%) como agente emulsionante y agua destilada. El tratamiento testigo (T) consistió en propilenglicol (5%) diluido en agua destilada. En los ensayos de aplicación tóxica se incluyó un insecticida Imidacloprid (I) como control positivo.

Los áfidos fueron colectados en cultivos de lechuga establecidos en la Estación Experimental "Julio Hirschhorn", perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, ubicado en la localidad de Los Hornos, partido de La Plata (-34° 58' 58,0116" LS, -57° 59' 48,5484" LO). Los insectos fueron mantenidos en cuarentena para detectar posibles enfermedades o parasitoidismo. Posteriormente fueron criados sobre cogollos de lechuga colocados en bandejas plásticas transparentes, con ventilación en el extremo superior para permitir la aireación, evitar la fuga y la contaminación con otros insectos. La cría y los ensayos fueron llevados a cabo en una cámara en condiciones controladas de temperatura (15°C ± 2), humedad relativa (60%) y fotoperiodo (12 h luz: 12 h oscuridad).

En la totalidad de los ensayos que involucraron semillas y plantines de lechuga (*Lectuca sativa*), se utilizó la variedad "gallega de invierno", obtenida en los comercios locales del CHP, por presentar *Aulacorthum solani* niveles elevados de reproducción y multiplicación sobre ésta (Vasicek et al., 2002).

### EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA POR APLICACIÓN TÓXICA SOBRE AULACORTHUM SOLANI

Para evaluar la actividad insecticida del AE por acción directa sobre el pulgón, se aplicó una gota de 0,4 ml de las concentraciones L10, L100 y L1000 del AE sobre el abdomen del áfido con la ayuda de una micropipeta Hamilton de punta roma. En este caso, no se probó la concentración L1 por haberse encontrado una respuesta nula en ensayos preliminares. En el momento de aplicar las soluciones sobre el cuerpo del insecto, dado su pequeño tamaño y gran movilidad, se trabajó en condiciones de baja luminosidad y fuera del haz de luz blanca emitido por una fuente artificial de 40 watts, para inmovilizarlos y lograr una correcta aplicación de la gota de solución.

En este ensayo se incluyó una concentración elevada de 10.000 ppm (L10000) para asegurar la mortalidad del insecto. Se usó como control positivo una cantidad equivalente del insecticida Imidacloprid (I), producto comúnmente utilizado en el control de áfidos, que actúa de manera sistémica por ingestión y contacto (marca Gleba, suspensión concentrada, preparado según las indicaciones del marbete). Como control negativo (C) se aplicó igual volumen de agua. Se hicieron 10 repeticiones por cada tratamiento y se usaron cajas de Petri como unidades experimentales en las cuales se colocaron un disco de lechuga (3 cm de diámetro) con un pulgón adulto por caja. A las 24 h y 48 h se computó el número de individuos vivos y muertos sobre los discos vegetales y se determinó la Mortalidad Corregida (MC), según la siguiente fórmula:

$$MC = (M_{tr} - M_{te}) \times 100 / 100 - M_{te}$$

siendo:

$M_{tr}$  la mortalidad debida al tratamiento y  $M_{te}$  la mortalidad en el testigo, en ambos casos expresada en porcentaje (Abbot, 1925). Además, se registraron las conductas alimenticias y de movilidad de los áfidos en los diferentes tratamientos.

#### DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y DEMOGRÁFICOS DE *AULACORTHUM SOLANI* MEDIANTE EL ANÁLISIS DE TABLAS DE VIDA

El ensayo fue realizado en un sistema de hidroponía colocando una planta de lechuga en una maceta plástica, de 4 cm de diámetro x 5 cm de altura y una tapa transparente de 7 cm de altura, con una malla porosa en el extremo superior para facilitar la ventilación (Figura 1). Sobre cada planta en el estado de segunda hoja se colocó una hembra adulta partenogenética y al momento de iniciar la parición se dejó una sola ninfa por cada planta, retirándose la hembra adulta y el resto de su prole. De esta manera, se obtuvieron cohortes de 20 individuos de la misma edad. Al inicio del estado adulto (cuarta muda), se asperjó cada uno de los tratamientos sobre el cuerpo de cada individuo. Para este ensayo se trabajó con las concentraciones L1, L10 y L100 del AE. Diariamente las ninfas nacidas fueron retiradas, permaneciendo solo la hembra adulta.

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa JLIFETABLE (La Rossa, 2015), que aplica el método "Jackknife" para el cálculo de los estimadores, intervalos de confianza al 95% y los correspondientes errores estándar, con los cuales es posible efectuar comparaciones entre las cohortes. En el caso de no haberse cumplido los supuestos de normalidad y homocedasticidad exigidos para la aplicación de pruebas paramétricas, se procedió a la transformación logarítmica de los datos. Para la realización de todas las pruebas estadísticas se utilizó el programa Statistica (StatSoft 2011).

Los parámetros biológicos registrados fueron: el período ninfal, definido como el tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta la cuarta muda; el período pre-reproductivo, desde la cuarta muda hasta la parición de la primera ninfa; el período reproductivo, considerado como el tiempo que transcurre desde la parición de la primera hasta la última ninfa; el período posreproductivo, desde la última parición hasta la muerte del áfido (La Rossa et al., 2000). A partir de estos valores se calculó la longevidad de las hembras adultas, medida como la duración total de la vida, y la fecundidad o número de ninfas paridas por una hembra en toda su vida. Estos valores fueron comparados mediante ANOVA y test de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

A partir de la confección de tablas de vida se estimaron los siguientes parámetros demográficos: supervivencia específica por edad ( $l_x$ ); tasa intrínseca de crecimiento natural ( $r_m$ ) (número de prole por hembra y por unidad de tiempo); tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) (número de hembras recién nacidas por hembra, por generación); tiempo generacional corregido ( $T_c$ ) (tiempo promedio que transcurre entre dos generaciones); tasa finita de incremento ( $\lambda$ ) (número de veces que la población se multiplica sobre sí misma por unidad de tiempo) y tiempo de duplicación ( $D$ ) (tiempo requerido por la población para duplicarse en número) (La Rossa y Kahn, 2003).



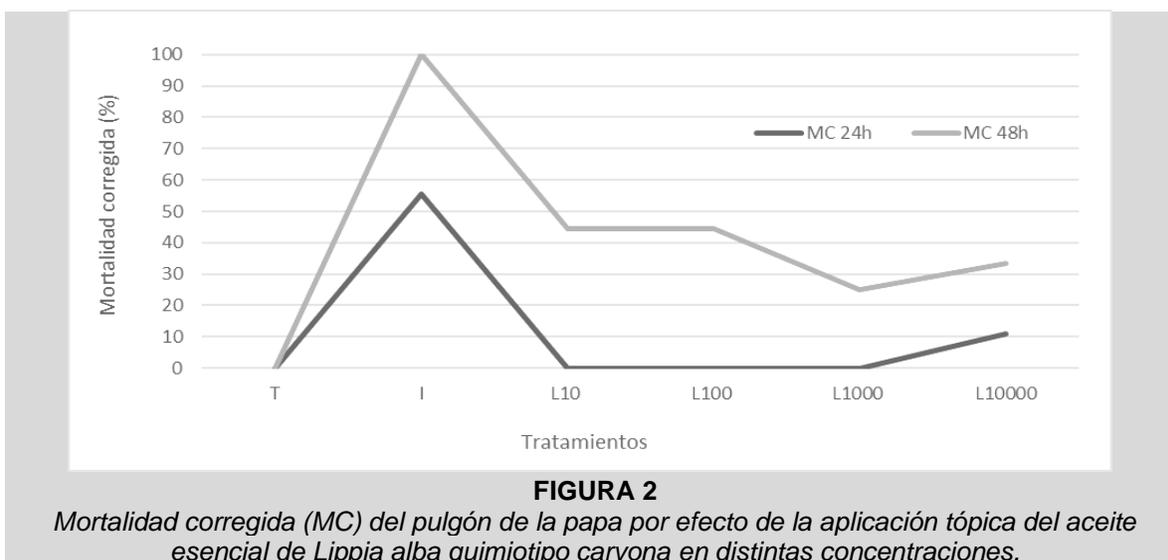
**FIGURA 1**

Sistema de hidroponía utilizado para la determinación de parámetros biológicos y demográficos de *Aulacorthum solani* (Kaltenbach).

## RESULTADOS

### EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOCIDA POR APLICACIÓN TÓPICA SOBRE *AULACORTHUM SOLANI*

La MC del pulgón de la papa fue nula a las 24 h desde la aplicación tópica en todos los tratamientos con el AE excepto para la concentración L10000, en cuyo caso fue del 11%. A las 48 h, la MC se incrementó por efecto del AE para todas las concentraciones, aunque no superaron el 50% de mortalidad en ninguno de los casos. Además, no se observó una respuesta diferencial entre los tratamientos con el AE. El control positivo (I) provocó el 55% de mortalidad a las 24 h y el 100% de mortalidad a las 48 h (Figura 2).



A partir de las observaciones cualitativas del comportamiento de los áfidos, efectuadas durante el desarrollo de los ensayos, se pudo detectar que los insectos se vieron afectados por los tratamientos recibidos, tratando de huir de los envases que los contenían y, luego, inmovilizándose aún con el estímulo externo de las cerdas de un pincel sobre su cuerpo. Por lo tanto, aunque no se haya constatado la mortalidad por efecto de la aplicación tópica del AE, se observó un cambio de conducta irreversible a través de su incapacidad de movilidad propia, lo cual podría provocar la muerte por inanición.

Con respecto a la relativa inmovilidad de los individuos observada en los tratamientos tópicos con AE, Pascual-Villalobos et al., (2017) evaluaron la aplicación de carvona, cetona monoterpénica componente mayoritario del AE de *L. alba* empleado en el presente trabajo, e informaron, contrariamente, que este compuesto provocó una mayor movilidad de pulgones de la especie *Rhopalosiphum padi*, que permanecieron vivos, con bajas cifras de mortalidad, móviles, pero que no se asentaron en las hojas. Tanto la inmovilidad como la falta de asentamiento podrían favorecer el control de plagas ya que los pulgones estarían más expuestos a tratamientos químicos o enemigos naturales y por tanto dedicarían menos tiempo a reproducirse.

### DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y DEMOGRÁFICOS DE *AULACORTHUM SOLANI* MEDIANTE EL ANÁLISIS DE TABLAS DE VIDA

A partir del análisis de los resultados, se observaron diferencias entre los distintos tratamientos en los períodos evaluados. Los valores calculados muestran que no hubo un claro efecto de L1,

L10 y L100 del AE en los períodos ninfal, prerreproductivo y reproductivo respecto del T (Tabla 1). Sin embargo, los tratamientos L10 y L100 acortaron significativamente el período posreproductivo respecto del testigo. Esto se vio reflejado en la menor duración del período adulto y en la reducción de la longevidad del insecto por efecto de estas mismas concentraciones. Además, la fecundidad del pulgón mostró diferencias significativas con los tratamientos L1, L10 y L100 respecto del testigo (Tabla 1). Por lo tanto, si bien las pariciones no se interrumpieron como consecuencia de las aspersiones, el número total de ninfas paridas por cada hembra disminuyó a lo largo de su vida, con un valor máximo de reducción del 64% en la fecundidad para el tratamiento con L100.

**TABLA 1**

Parámetros biológicos de *Aulacorthum solani* infestando lechuga variedad gallega de invierno, para los tratamientos con AE de *Lippia alba* quimiotipo *carvona* y testigo. Media [días]  $\pm$  Error estándar de la media Letras iguales en la misma columna indican diferencias no significativas ( $P > 0,05$ ). En todos los casos  $\alpha = 0,05$  y  $n = 40$

	Periodo Ninfal (días)	Periodo Prereproductivo (días)	Periodo Reproductivo (días)	Periodo Posreproductivo (días)	Periodo adulto (días)	Longevidad (días)	Fecundidad (nro. de ninfas)
T	14,7 $\pm 1,27$ a	18,1 $\pm 1,77$ a	26,4 $\pm 3,98$ a	6,8 $\pm 2,13$ a	36,6 $\pm 4$ a	51,3 $\pm 3,14$ a	23,7 $\pm 3,5$ a
L1	16,8 $\pm 1,25$ a	22,1 $\pm 1,38$ b	18,3 $\pm 6,26$ ab	5,2 $\pm 1,67$ ab	28,8 $\pm 7,15$ ab	45,6 $\pm 7,28$ ab	14,7 $\pm 4,85$ b
L10	20,67 $\pm 1,47$ b	25,67 $\pm 1,67$ c	12,44 $\pm 4,31$ b	2,89 $\pm 0,63$ b	20,33 $\pm 4,48$ b	41 $\pm 4,87$ b	10,11 $\pm 3,75$ b
L100	16,78 $\pm 1,31$ a	16,78 $\pm 1,31$ a	16,11 $\pm 2,51$ ab	3,11 $\pm 1,34$ b	19,22 $\pm 2,84$ b	36 $\pm 3,38$ b	8,44 $\pm 2,19$ b

Los parámetros demográficos  $r_m$ ,  $R_0$ ,  $T_c$ ,  $\lambda$  y  $D$  mostraron diferencias significativas para los tratamientos con AE respecto del testigo (Tabla 2).

En cuanto al parámetro  $r_m$ , se observó una disminución significativa por efecto del AE en comparación con el testigo ( $F=5,9233$ ;  $gl=3$ ;  $P<0,01$ ). El descenso en este parámetro fue equivalente para las tres diluciones aplicadas (Tabla 2), lo cual se vio reflejado a través del menor número de individuos originados a partir de cada hembra, por unidad de tiempo.

La tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) mostró diferencias significativas entre el T y las aplicaciones con el AE ( $F=4,2615$ ;  $gl=3$ ;  $P<0,05$ ). Los valores se ubicaron en un intervalo descendente de 24,19 a 7,6 hembras/ hembra/ generación para el T y el tratamiento L100, respectivamente, no habiéndose encontrado diferencias significativas entre L1, L10 y L100. Por el contrario, el tiempo generacional corregido ( $T_c$ ) se incrementó significativamente por efecto del AE ( $F=5,9233$ ;  $gl=3$ ;  $P<0,01$ ). Respecto del T, todos los tratamientos con el AE aumentaron este parámetro en igual proporción (Tabla 2).

La tasa finita de incremento ( $\lambda$ ) reflejó una disminución en el crecimiento poblacional por unidad de tiempo en el caso de los tratamientos con el AE de *Lippia alba* respecto del testigo ( $F=6,06$ ;  $gl=3$ ;  $P<0,01$ ), lo cual está en concordancia con el mayor tiempo de duplicación medio ( $D$ ) respecto del T ( $F=11,1438$ ;  $gl=3$ ;  $P<0,01$ ). Tanto para  $\lambda$  como para  $D$ , las tres soluciones ensayadas del AE no mostraron diferencias significativas entre sí (Tabla 2).

La supervivencia específica por edad ( $l_x$ ) se vio afectada por los tratamientos con el AE, de modo tal que para las tres concentraciones probadas se observó que el inicio de la mortalidad se adelantó respecto del testigo (día 37 para T, día 19 para L1, día 18 para L10 y L100) (Figura 3). Las curvas de supervivencia del pulgón frente a los tratamientos tuvieron una marcada pendiente, provocando la muerte del 50% de la población de insectos al día 32 con L1 y al día 37 para las otras dos diluciones (L10 y L100). El T mostró una mayor supervivencia del pulgón manifestada por la menor pendiente de la curva. Además, en el caso del T el ensayo se dio por terminado sin haberse manifestado la muerte del total de los individuos, razón por la cual la supervivencia no

llegó a ser nula. Por el contrario, aspersiones con L100 del AE acortaron la supervivencia del pulgón en más de 20 días, mientras que con L10 y L1 ppm la acortaron 7 días y 5 días en comparación con T, respectivamente (Figura 3).

**TABLA 2**

Parámetros demográficos de *Aulacorthum solani* infestando lechuga variedad gallega de invierno, para los tratamientos con AE de *Lippia alba* quimiotipo carvona y testigo. Tasa intrínseca de crecimiento natural ( $rm$ ); tasa neta de reproducción ( $R_0$ ); tiempo generacional corregido ( $Tc$ ); tasa finita de incremento ( $\lambda$ ) y tiempo de duplicación ( $D$ ). Media  $\pm$  Error estándar de la media. Letras iguales en la misma columna indican diferencias no significativas ( $P > 0,05$ ). En todos los casos  $\alpha = 0,05$  y  $n = 40$

	$rm$	$R_0$	$Tc$ (días)	$\lambda$	$D$ (días)
T	0,127 $\pm$ 0,0141 a	24,19 $\pm$ 3,51 a	25,04 $\pm$ 1,9679 a	1,135 $\pm$ 0,0159 a	5,40 $\pm$ 0,66 a
L1	0,08 $\pm$ 0,0082 b	14,69 $\pm$ 4 b	34,47 $\pm$ 2,3931 b	1,083 $\pm$ 0,0088 b	8,59 $\pm$ 0,93 b
L10	0,064 $\pm$ 0,0117 b	9,19 $\pm$ 3,49 b	35,95 $\pm$ 2,1077 b	1,066 $\pm$ 0,0124 b	10,35 $\pm$ 2,45 b
L100	0,07 $\pm$ 0,0119 b	7,6 $\pm$ 2,13 b	31,24 $\pm$ 1,9265 b	1,072 $\pm$ 0,0127 b	9,60 $\pm$ 1,95 b

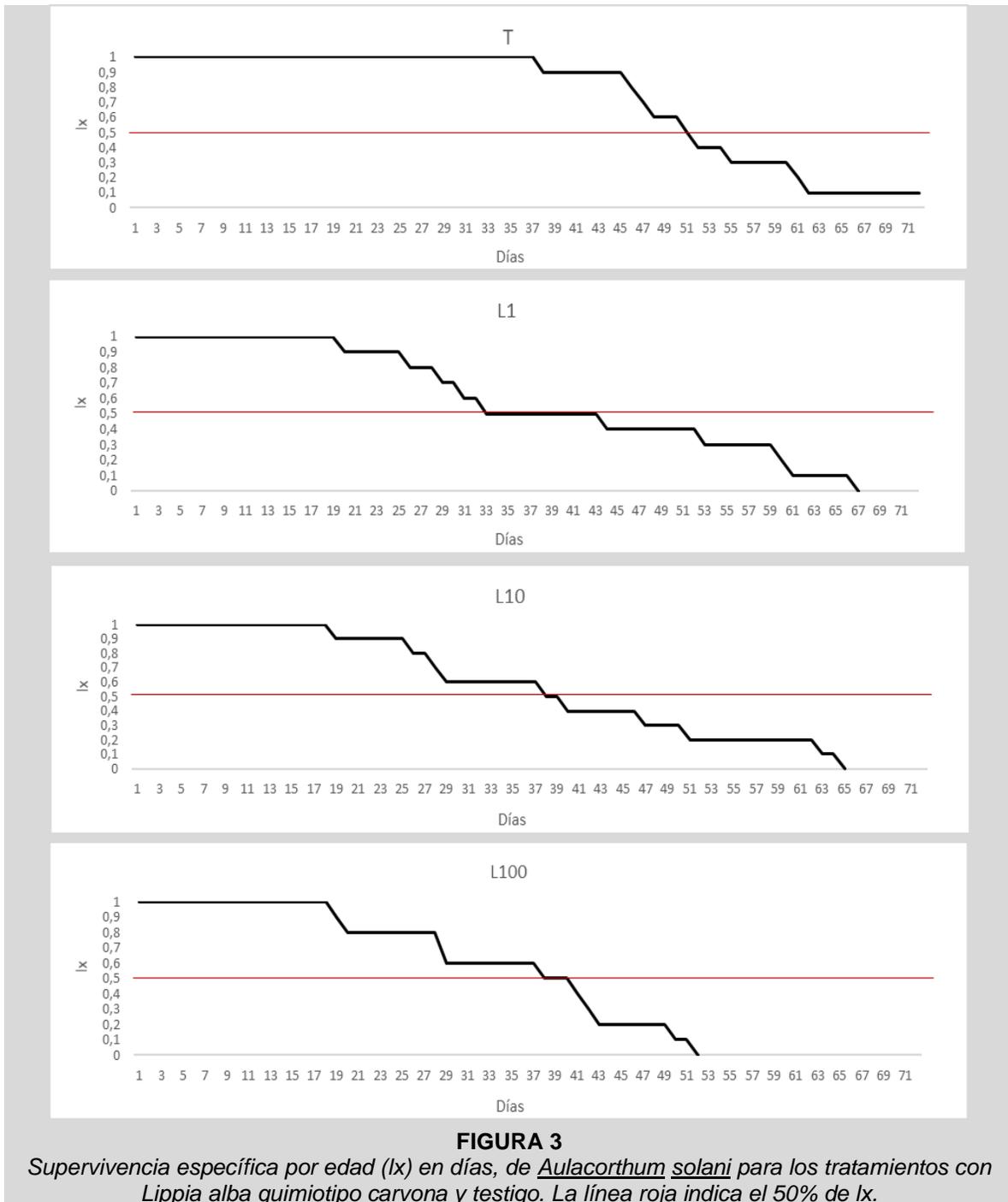
## DISCUSIÓN

Los áfidos constituyen un problema en la producción y el crecimiento de la lechuga debido fundamentalmente a que pueden actuar como vectores de virus, pueden reducir el normal crecimiento de las plantas y afectar su calidad. En este sentido, la búsqueda de herramientas de manejo que promuevan la disminución de la población de los pulgones en el cultivo de lechuga es de utilidad para la producción y comercialización de esta especie.

Una de las características de los AE que puede causar menor toxicidad respecto de los insecticidas sintéticos se debe principalmente a la elevada velocidad de evaporación natural de los primeros y, en consecuencia, a la despreciable persistencia de residuos sobre los insectos (Mishra et al, 2006). Esto explica que las aplicaciones con AE de *Lippia alba* hayan logrado un menor efecto insecticida respecto del Imidacloprid.

Si bien se ha demostrado que el AE de *Lippia alba* tiene poder insecticida moderado sobre *A. solani*, cabe aclarar que no sería factible utilizar concentraciones más elevadas debido principalmente al bajo rendimiento y alto costo para la obtención del AE. Por otro lado, intentar incrementar la mortalidad de los pulgones mediante la aspersión de una solución más concentrada del AE sobre las hojas de lechuga, tendría como consecuencia la lesión del tejido vegetal. Estos daños necróticos pudieron observarse sobre las hojas de lechuga en ensayos preliminares, cuyos datos no fueron presentados en este trabajo pero que fueron considerados para descartar las concentraciones de 50.000 ppm y, en algunos casos la de 10.000 ppm.

En lo que respecta a la morfología del insecto, *Aulacorthum solani* posee en su cutícula una película hidrofóbica, por lo cual las gotas de las distintas emulsiones del aceite y de los controles impiden adherirse completamente, aún con el agregado del agente emulsionante propilenglicol. Esta característica propia de la interacción de un aceite con la película que cubre el cuerpo de un insecto (Quesada y Sadof, 2017) pudo haber contribuido a que la mortalidad fuera moderada respecto de la obtenida por la aplicación del insecticida comercial, en cuyo caso fue máxima.



A fin de conocer si el AE modifica los parámetros biológicos y reproductivos del pulgón, se analizaron los resultados obtenidos a partir de las tablas de vida del insecto, las cuales sintetizan las principales características de una población de insectos. A partir de los datos obtenidos, la estimación de los parámetros biológicos y demográficos de los insectos permite conocer la dinámica poblacional y estudiar algunos aspectos de la biología del insecto, tales como el tiempo de desarrollo, la fecundidad y la supervivencia. Así, a partir del potencial de crecimiento expresado

a través de la tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) y de la tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ), es posible evaluar la incidencia de productos naturales o de síntesis sobre la biología de un insecto plaga (Nussenbaum et al., 2016). La determinación de la fertilidad mediante la construcción de tablas de vida es un insumo de interés en el manejo integrado de las plagas (Toapanta et al., 2005), además de ser útiles para determinar la influencia que ejercen factores como la temperatura, hospedero y origen de las poblaciones sobre el desarrollo, supervivencia y fecundidad de las plagas (La Rossa y Kahn, 2003; La Rossa et al., 2017). El efecto del AE de *Lippia alba* sobre los parámetros biológicos del pulgón de la papa se observó a través de la reducción de la longevidad y la fecundidad para las concentraciones L10 y L100.

Las soluciones asperjadas sobre el cuerpo de los áfidos al finalizar el período ninfal afectaron su ciclo de vida, evidenciado a través del acortamiento en días a partir del período posreproductivo, la menor longevidad y la disminución del número de ninfas paridas por hembra en toda su vida. La disminución de  $R_0$  y el aumento de  $T_c$  por efecto del AE, permiten concluir que los tratamientos indujeron un efecto directo sobre *Aulacorthum solani*.

Por otro lado, la supervivencia ( $lx$ ) del pulgón de la papa se vio disminuida por efecto de las aspersiones con el AE de *Lippia alba*, lo cual se reflejó a través de la modificación de la pendiente de la curva (Ricci et al., 2011). Así, se observaron pendientes más marcadas en las curvas de supervivencia en el caso de los tratamientos con el AE, se adelantó la muerte del 50% de los individuos y se acortó la supervivencia total del insecto respecto de los testigos. Este comportamiento está en directa relación con la menor longevidad del insecto causada por los tratamientos con el aceite.

## CONCLUSIONES

Actualmente, la búsqueda de alternativas para el manejo de las plagas en los cultivos ha centrado su atención en sustancias provenientes de fuentes naturales que presenten propiedades bioactivas.

Los resultados obtenidos permiten concluir que el AE de *Lippia alba* quimiotipo carvona no provoca la muerte por contacto de los áfidos en condiciones de confinamiento, aunque modifica los parámetros biológicos y poblacionales del insecto, lo cual convierte a esta sustancia en un bioinsumo interesante para el manejo agroecológico de las producciones hortícolas.

Por lo expuesto, podría afirmarse que el AE de *Lippia alba* quimiotipo carvona no actúa por contacto, sino que induce señales de alerta por medio de las cuales el pulgón de la papa percibe que el medio es inhóspito para su reproducción.

## Agradecimientos

A la secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de La Plata por el financiamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, W.** (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267. <http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Álvarez Sanchez, D., Hurtado Benavidez, A., Chaves Morillo, D. y Andrade Díaz D.** (2018). Actividad biocida del aceite esencial de *Lippia origanoides* H.B.K. (Verbenaceae) sobre *Rhizoctonia solani*: in vitro. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12, n.3. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.780>
- Andorno, A.V., Botto, E.N., La Rossa, F.R. y Möhle, R.** (2014). *Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas*. Ediciones INTA.
- Caballero Gallardo, K., Fuentes Lopez, K., Stashenko, E.E. y Olivero Verbel, J.** (2023). Chemical composition, repellent action, and toxicity of essential oils from *Lippia origanoides*, *Lippia alba* Chemotypes, and *Pogostemon cablin* on adults of *Uromyces dermatitidis* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Insects*, 14, 41. <http://dx.doi.org/10.3390/insects14010041>

- Censo Hortiflorícola de la provincia de Buenos Aires.** (2005). Recuperado en octubre de 2023 de: <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar>
- García, M.** (2011). *Análisis de las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años. El rol de los horticultores bolivianos*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
- Hennebelle, T., Sahpaz, S., Dermont, C., Joseph, H. y Bailleul, F.** (2006). The essential oil of *Lippia alba*: analysis of samples from french overseas departments and review of previous works. *Chemistry and Biodiversity*, 3(10), 1116-25. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200690113>
- La Rossa, F.R.** (19-22 de mayo de 2015). Nuevo programa informático para la construcción de tablas de vida y la estimación de parámetros biológicos y poblacionales en insectos. *Libro de resúmenes IX Congreso Argentino de Entomología* (p. 281). Posadas, Argentina.
- La Rossa, F.R. y Kahn, N.** (2003). Dos programas de computadora para confeccionar tablas de vida de fertilidad y calcular parámetros biológicos y demográficos en áfidos (Homoptera, Aphidoidea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 32, (3), 127-142.
- La Rossa, F.R., Vasicek, A. y Ricci M.E.** (2000). Biología de *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphidoidea) sobre tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 59, 1-4.
- La Rossa, F.R., Albano, G., Vasicek, A. y Mendy M.C.L.** (2017). Effect of host plant on biology and life table parameters of *Sipha Maydis* (Pass) (Hemiptera:Aphididae). *American Journal of Entomology*, 1(1), 19-26. <https://doi.org/10.11648/j.aje.20170101.15>
- Medeiros, H., de Lima, I., Nunes, K., Osorio, L., de Almeida, R., dos Santos, B. Melo, H., Lira, A., Freire, M., Lopes A. y Dantas J.** (2014). Effect of *Lippia origanoides* H.B.K. essential oil in the resistance to aminoglycosides in methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *European Journal of Integrative Medicina*, 6(5), 560-564. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2014.03.011>
- Mirmostafae, S., Azizi, M. y Fujii, Y.** (2020). Study of allelopathic interaction of essential oils from medicinal and aromatic plants on seed germination and seedling growth of lettuce. *Agronomy*, 10, 163; <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10020163>
- Mishra, D., Shukla, A.K., Dubey, A.K., Dixit, A.K. y Singh, K.** (2006). Insecticidal activity of vegetable oils against Mustard aphid, *Lipaphis erysime* Kant, under field conditions. *Journal of Oleo Science*, 55 (5), 227-231. <http://dx.doi.org/10.5650/jos.55.227>
- Moore, B.D., Andrew, R.L., Külheim, C. y Foley, W.J.** (2014). Explaining intraspecific diversity in plant secondary metabolites in an ecological context. *New Phytologist*, 201, 733-750. <https://doi.org/10.1111/nph.12526>
- Nussenbaum, A.L y Lecuona, R.E.** (2016). Parámetros biológicos y poblacionales del picudo del algodónero (*Anthonomus grandis*) criado en condiciones controladas sobre dieta artificial. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*; 5 (8); 77-83.
- Ortega-Cuadros, M., Acosta de Guevara, E.E., Molina Castillo, A.D., Gutiérrez Castañeda, C., Castro Amarís, G. y Tofiño-Rivera, A.P.** (2020). Essential oils biological activity of the shrub *Lippia alba* (Verbenaceae). *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 344-359. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.39153>
- Pascual-Villalobos, M.J., Cantó-Tejero, M., Vallejo, R., Guirao, P., Rodríguez-Rojo, S. y Cocero, M.J.** (2017). Use of nanoemulsions of plant essential oils as aphid repellents. *Industrial Crops and Products*, 110, 45-57. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.019>
- Quesada, C.R. y Sadof, C.S.** (2017). Efficacy of horticultural oil and insecticidal soap against selected armored and soft scales. *Hort Technology*, 27(5), 618-624. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03752-17>
- Ricci, M., Culebra Mason, S., Sgarbi, C., Vasicek, A., Chamorro, A., López, C., Paglioni, A. y La Rossa, R.** (2011). Parámetros biológicos y demográficos de áfidos (Hemiptera: aphididae) en variedades de colza canola (*Brassica napus* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUYO*, 43(2), 91-102.
- Ringuelet J.A., Ocampo R., Henning C., Padín S., Urrutia M.I. y Dal bello G.** (2014). Actividad insecticida del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Brown sobre *Tribolium castaneum* Herbst. en granos de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 9(2), 214-222.
- Sarandón, S.** (2013). *Relevamiento de la utilización de Agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires – Mapa de Situación e incidencias sobre la salud. Subproyecto: Análisis del uso de*

- agroquímicos asociado a las actividades agropecuarias de la provincia de Buenos Aires. Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires
- Sendi J.J. y Ebadollahi, A.** (2014). Biological activities of essential oils on insects. En: J.N Govil y S. Bhattacharya (eds.), *Recent progress in medicinal plants (RPMP): Essential oils–II. Edition: 37, Chapter: 5.* Studium Press
- StatSoft, Inc.** (2011). STATISTICA (Data analysis software system), version 10. Recuperado octubre de 2023 de: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- Stout, M.J.** (2013). Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. *Insect Science*, 20, 263-272. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12011>
- Tavares, E.S., Julião, L.S., Lopes, D., Bizzo, H.R., Lage, C.L.S. y Leitão, S.G.** (2005). Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 15 (1), 1-5. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2005000100002>
- Teles, S., Pereira, J.A., Santos, C.H.B., Menezes, R.V., Malheiro, R., Lucchese, A.M. y Silva, F.** (2012). Geographical origin and drying methodology may affect the essential oil of *Lippia alba* (Mill) NE Brown. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 247-252. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.12.029>
- Toapanta M.A., Schuster D.J. y Stansly P.A.** (2005). Development and life history of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) at constant temperatures. *Environmental Entomology*, 34(5), 999-1008.
- Vasicek, A., La Rossa, R. y Paglioni, A.** (2002). Aspectos biológicos y poblacionales de *Nasonovia ribisnigri* y *Aulacorthum solani* sobre lechuga. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (3), 407-414.
- Vasicek, A., La Rossa, F. y López, M.C.** (2014). Respuesta biológica y demográfica de los áfidos *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) y *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) sobre cuatro cultivares comerciales de lechuga en condiciones de laboratorio. *Revista Agronomía & Ambiente. FA-UBA*, 34(1-2), 17-24.