

TRABAJO CIENTÍFICO

Evaluación de algunos insecticidas sistémicos sobre dos importantes plagas del género *Eucalyptus*

Evaluating some systemic insecticides on two important pests of the genus Eucalyptus

Ansa A.^{1,2,3}; M. Santadino^{1,2,3}; I. Natello¹; G. Barrientos^{1,2}; A. Dettler^{1,2};
P. Sobero y Rojo⁴; C. Coviella^{5,2} y M. Riquelme Virgala^{1,2,3}

Recibido en septiembre de 2019; aceptado en abril de 2020

RESUMEN

La chinche del bronceado, *Thaumastocoris peregrinus*, y la avispa de la agalla, *Leptocybe invasa*, constituyen dos importantes plagas de los eucaliptos en Argentina. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos insecticidas sistémicos sobre estas plagas, en plantas jóvenes de eucalipto. Los ensayos fueron realizados utilizando plantas de *Eucalyptus camaldulensis* regadas con los productos. En un experimento se estudió el efecto de formulados comerciales con acetamiprid, tiametoxam, imidacloprid y acefato, sobre la supervivencia de *T. peregrinus*, hasta 72 días después de la aplicación. En otro ensayo, el acetamiprid y el tiametoxam, fueron evaluados en su capacidad de prevenir el desarrollo de agallas de *L. invasa*. Los mayores niveles de mortalidad de *T. peregrinus* y la máxima residualidad fueron observados en los tratamientos con imidacloprid y tiametoxam, con promedios significativamente superiores al testigo hasta 51 días después de la aplicación. Ninguno de los productos impidió la infestación de *L. invasa*. Sin embargo, el tratamiento con aplicaciones mensuales de acetamiprid alcanzó un nivel de infestación significativamente inferior al control luego de tres aplicaciones. Estos resultados aportan una posible estrategia de manejo para el control de *T. peregrinus* y sugieren la necesidad de nuevos estudios para la prevención de la infestación con *L. invasa* en plantas jóvenes de eucalipto.

Palabras clave: *Leptocybe invasa*, *Thaumastocoris peregrinus*, control químico, sanidad forestal.

ABSTRACT

The bronze bug, *Thaumastocoris peregrinus*, and the gall wasp, *Leptocybe invasa*, are two important *Eucalyptus* pests in Argentina. The objective of this work was to evaluate some systemic insecticides on these pests, on young eucalypt plants. The tests were performed using *Eucalyptus camaldulensis* individuals. The plants were watered with the insecticides by spoon drench. The effect of commercial formulations that include acetamiprid, thiamethoxam, imidacloprid and acephate was evaluated on the survival of *T. peregrinus* up to 72 days after being applied. Acetamiprid and thiamethoxam were also evaluated on their ability to prevent the development of *L. invasa* galls. The highest mortality levels of *T. peregrinus* and the maximum residuality were observed in the plants treated with imidacloprid and thiamethoxam, and it were significantly higher than the control treatment until 51 days after application. None of the products prevented *L. invasa* infestation; however, the monthly applications of acetamiprid reached an infestation level significantly lower than the control after three applications. These results provide a possible management strategy for the control of *T. peregrinus* and suggest the need for new studies for the prevention of *L. invasa* infestation in young eucalyptus plants.

Key words: *Leptocybe invasa*, *Thaumastocoris peregrinus*, chemical control, forest health.

¹ Laboratorio de Zoología Agrícola, Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Ruta 5 y Av. Constitución, Luján (6700), Buenos Aires, Argentina.

² Universidad Nacional de Luján, Programa de Ecología Terrestre, Departamento de Ciencias Básicas e INEDES - CONICET. Ruta 5 y Av. Constitución, Luján (6700), Buenos Aires, Argentina.

³ Cátedra de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, Buenos Aires (C1417DSE), Argentina. E-mail: mriquelme@agro.uba.ar

⁴ Laboratorio de Protección Vegetal, Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Ruta 5 y Av. Constitución, Luján (6700), Buenos Aires, Argentina.

⁵ Laboratorio de Ecología, Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Básicas. Ruta 5 y Av. Constitución, Luján (6700), Buenos Aires, Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

Los árboles del género *Eucalyptus* L'Hér, originarios de Oceanía, son cultivados mundialmente debido a que presentan una elevada tasa de crecimiento y gran plasticidad. En Argentina, estos árboles han alcanzado una superficie implantada de 255.000 ha, lo cual representa un 22,8 % de la superficie total destinada a la producción forestal. Las principales especies que se cultivan son *E. camaldulensis* Dehnhardt, *E. globulus* Labillardière, *E. grandis* Hill ex Maiden, *E. tereticornis* Smith, *E. saligna* Smith, *E. viminalis* Labillardière y sus híbridos, con destino a la industria de papel y de madera sólida (UCAR, 2015). Al igual que en el resto del mundo, la expansión del área forestada con eucaliptos en Argentina es acompañada por la colonización de herbívoros nativos de su lugar de origen y específicos del género (Paine *et al.*, 2011), entre los que se destacan la chinche del bronceado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero y Dellapé (Hemiptera, Thaumastocoridae) y la avispa de la agalla, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera, Eulophidae).

Thaumastocoris peregrinus es una especie que causa grandes pérdidas económicas, cuyas explosiones poblacionales han ocasionado serios daños en plantaciones de eucaliptos, evidenciados por una disminución del crecimiento y, en ocasiones, una importante defoliación. Este insecto ha sido registrado alimentándose sobre especies de eucaliptos de interés comercial y ornamental, tales como *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. bicostata* Maiden, Blakely & J.H. Simmonds y *E. maidenii* F. Muell (Noack y Coviella, 2006), y en Argentina, su presencia ha sido confirmada además, sobre *E. viminalis*, *E. tereticornis* y *E. dunnii* Maiden, entre otras, mostrando una marcada preferencia por *E. viminalis* (Santadino, 2019). Es un insecto paurometábolo, cuyos adultos y ninfas se alimentan específicamente succionando células del mesófilo y originando una clorosis puntiforme principalmente en hojas adultas (Santadino *et al.*, 2016). A su vez, cuando las poblaciones aumentan, las fases de desarrollo pueden presentarse en la misma hoja, y debido a su corto ciclo de vida, varias generaciones pueden desarrollarse en un año (Noack y Rose, 2007).

Leptocybe invasa es una especie que induce el desarrollo de agallas en los pecíolos, ramas jóvenes y nervaduras centrales de las hojas, en donde se desarrollan los estados de huevo, larva y pupa (Aquino *et al.*, 2011). Si bien puede afectar numerosas especies y clones, en Argentina *E. camaldulensis*, *E. grandis* y *E. tereticornis* son consideradas las más susceptibles (Eskiviski *et al.*, 2018). En los casos en los que las infestaciones son muy elevadas puede producir la caída prematura de las hojas e incluso la muerte de plantas jóvenes o árboles debilitados (Mendel *et al.*, 2004). Se ha descrito a *L. invasa* como una especie con reproducción telitóquica, aunque en diversas regiones asiáticas se ha detectado la presencia de machos (Zheng *et al.*, 2014). Algunos estudios llevados a cabo en el continente asiático estiman que puede cumplir entre dos y cuatro generaciones anuales superpuestas (Mendel *et al.*, 2004).

El control químico en la producción forestal constituye una estrategia factible casi exclusivamente en la etapa de vivero e implantación, justificado por la mayor susceptibilidad de las plantas jóvenes a los daños ocasionados por las plagas y por los altos costos ambientales y económicos que implicaría este manejo a la escala de monte productivo. En Argentina, el panorama del control químico de *T. peregrinus* y *L. invasa* es completamente diferente. Mientras que para la chinche del eucalipto no existen productos registrados para su control, para la avispa de la agalla, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) aprobó el uso de los principios activos acetamiprid, tiametoxam e imidacloprid en establecimientos de propagación, y dispuso que cualquier material con sintomatología causada por *L. invasa* debe ser destruido (Resolución N°166/2014) (SENASA, 2014). Estos principios activos actúan de manera sistémica en la planta, con movimiento acrópeto, e ingresan a los insectos por contacto e ingestión (Jeschke y Nauen, 2008).

A nivel nacional no existen antecedentes relacionados al control químico de *T. peregrinus* y son escasos los que han evaluado el control y la prevención de *L. invasa* (Ramos, 2015), siendo la bibliografía extranjera muy variada en relación a las dosis, productos, formas de aplicación y en consecuencia en cuanto a la efectividad sobre el control de estas plagas (Masson, 2015; Ramos,

2015; Machado *et al.*, 2016; Mafuwe, 2016; Mbanze *et al.*, 2018; Wilcken *et al.*, 2019). En este trabajo se plantea como hipótesis que algunos productos sistémicos recomendados para especies fitosuccívoras y endofitófagas son efectivos para el control de *T. peregrinus* y para la prevención del desarrollo de *L. invasa*, aplicados con el riego a plantas jóvenes de *Eucalyptus*. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la acción de algunos insecticidas de síntesis química sistémicos para prevenir y controlar, en vivero, a *T. peregrinus* y *L. invasa*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio y material biológico utilizado

Los ensayos se llevaron a cabo en un invernáculo tipo túnel de 50 m x 10 m con cubierta de polietileno larga duración térmico (PE LDT), ubicado en el campo experimental de la Universidad Nacional de Luján (UNLu) (34° 58' S y 59° 0' O). Como material vegetal se utilizaron plantas de *E. camaldulensis* de 12 a 18 meses de edad ubicadas en macetas de polietileno de 10 l.

Los adultos y las ninfas de la chinche utilizados en el ensayo fueron obtenidos de una cría artificial llevada a cabo en jaulas entomológicas (BugDorm-1[®]) bajo condiciones semicontroladas (24 ± 3 °C, 60 ± 15 % HR, fotoperíodo natural correspondiente a las coordenadas del campo experimental de la UNLu), y utilizando ramas de *E. camaldulensis* como alimento. Esta cría fue iniciada a partir de huevos recolectados de una población nunca expuesta a insecticidas, ubicada en el monte experimental de la UNLu.

Productos evaluados

Fueron evaluados cuatro formulados comerciales con principios activos de acción sistémica, tres neonicotinoides y un fosforado, tomando como referencia para la elección de las dosis algunas recomendadas para frutales (CASAFE, 2017) (Tabla 1).

Tabla 1. Principios activos evaluados en los ensayos.

Principio activo	Formulación y Concentración	Dosis (producto comercial)	Dosis (i.a./ha) ³	Modo de acción (IRAC, 2014) ⁴
Acefato (Af) ¹	Polvo soluble (75 %)	75 g/hl ¹	247,5 g/ha ¹	Inhibidor de la acetilcolinesterasa. Fosforado.
Imidacloprid (Im) ¹	Suspensión concentrada (35 %)	50 ml/hl ¹	77,0 g/ha ¹	Agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina. Neonicotinoides
Timetoxam (Ti) ^{1,2}	Gránulos dispersables (25 %)	30 ¹ - 20 ² g/hl	33,0 ¹ - 27,5 ² g/ha	
Acetamiprid (Ap) ^{1,2}	Polvo soluble (20 %)	12,5 g/hl ^{1,2}	11,0 ¹ - 13,75 ² g/ha	

¹ Principios activos y dosis evaluados sobre *Thaumastocoris peregrinus*.

² Principios activos y dosis evaluados sobre *Leptocybe invasa*.

³ Dosis expresada suponiendo una densidad de 1.100 árboles por hectárea.

⁴ Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas.

Residualidad sobre *Thaumastocoris peregrinus*

Este ensayo fue llevado a cabo entre los meses de marzo y mayo de 2017, con una temperatura media mensual de 20,5 °C, 16,7 °C y 14,7 °C para los tres meses, respectivamente. Siguiendo un diseño completamente aleatorizado, se asignaron cinco plantas a cada uno de los tratamientos (Tabla 1) y al testigo sin insecticidas. Cada planta fue regada con 400 ml del caldo de aplicación correspondiente a su tratamiento y con igual volumen de agua en las que fueron asignadas al testigo.

Luego de la aplicación, en dos ramas con tres hojas de cada árbol fue colocada una bolsa de voile de 10 cm x 20 cm, una con 10 adultos y otra con 10 ninfas III y IV de *T. peregrinus* (Figura 1). Al cabo de 48 horas se cortaron las ramas embolsadas y se realizó el recuento en laboratorio de individuos vivos y muertos para cada tratamiento y repetición.



Figura 1. Plantas de *Eucalyptus camaldulensis* tratadas con diferentes insecticidas, en las que se muestra la metodología de infestación y exposición de los ejemplares de *Thaumastocoris peregrinus*.

Para evaluar la acción residual de los productos, se realizaron reinfestaciones con 10 chinches adultas por árbol a los 7, 15, 22, 30, 51 y 72 días, y con 10 ninfas por árbol a los 51 días después de la aplicación (DDA). Para cada reinfestación se utilizó el procedimiento con bolsas de voile explicado anteriormente (Figura 1). El efecto residual de los productos sobre *T. peregrinus* fue evaluado estimando la mortalidad de ninfas y de adultos en cada fecha de observación. La evaluación de los productos se interrumpió cuando la mortalidad media fue inferior al 35 %.

Capacidad preventiva sobre *Leptocybe invasa*

Este ensayo fue llevado a cabo entre los meses de octubre y diciembre de 2017, con una temperatura media mensual de 16,1 °C, 18,4 °C y 22,8 °C para los tres meses, respectivamente. Siguiendo un diseño completamente aleatorizado, fueron asignadas ocho plantas sanas a cada uno de los tratamientos y al testigo sin insecticidas. Cada planta fue regada con 500 ml del caldo de

aplicación correspondiente a su tratamiento y con igual volumen de agua en las que fueron asignadas al tratamiento testigo. En estos ensayos fueron evaluados los principios activos tiametoxam y acetamiprid (Tabla 1) con la siguiente periodicidad de aplicación:

- 1) Ac: una aplicación de acetamiprid al inicio del ensayo.
- 2) AcM: aplicaciones mensuales de acetamiprid.
- 3) Tia: una aplicación de tiametoxam al inicio del ensayo.
- 4) TiaM: aplicaciones mensuales de tiametoxam.
- 5) Testigo: agua.

En la primera aplicación, todas las plantas fueron regadas con su correspondiente tratamiento. Luego de 35 y 60 días, las plantas asignadas a los tratamientos AcM y TiaM fueron regadas nuevamente con su formulado correspondiente. En estas observaciones, algunas plantas fueron descartadas debido a la presencia de una mancha foliar necrótica que produjo una importante defoliación. Se estimó la Severidad (agallas por planta), contabilizando y marcando con un precinto las nuevas agallas formadas a los 20, 60 y 95 días desde la primera aplicación (DDPA).

Para asegurar la infestación de las plantas utilizadas, dentro del invernáculo se dispusieron plantas con agallas próximas a la emergencia de adultos. Además, al inicio y al final del ensayo fue medida la altura de cada planta desde el cuello hasta el ápice.

La capacidad de los productos evaluados para prevenir la infestación con *L. invasa*, fue analizada estimando un Índice de Infestación (IF), que tiene en cuenta tanto la Incidencia (proporción de plantas con nuevas agallas), como la Severidad, utilizando la fórmula:

$$IF = (S) \times (Ii) \quad [\text{Ec } 1]$$

Donde,

S = Severidad, medida como el número de nuevas agallas por planta en el tratamiento i en cada observación.

Ii = Incidencia, medida como la proporción de plantas infestadas con nuevas agallas en el tratamiento i en cada observación, estimada como:

$$Ii = \frac{PIi}{PTi} \quad [\text{Ec } 2]$$

Donde,

PIi = Número de plantas infestadas con al menos una nueva agalla en el tratamiento i .

PTi = Número total de plantas en el tratamiento i .

Análisis estadístico

Las variables Mortalidad de *T. peregrinus*, así como la Severidad, el Índice de Infestación y el Crecimiento en altura de las plantas en el ensayo preventivo de *L. invasa*, fueron analizados utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad del ANOVA (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0,05$), y cuando resultó significativo, los tratamientos fueron comparados de a pares utilizando la prueba de Conover. Además, se analizó si existe una relación entre el número final de agallas por planta y el crecimiento en altura durante el período de observación del ensayo de prevención a través de un análisis de regresión lineal. Para todas las pruebas fue considerado un nivel de significancia del 5 % y se utilizó el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2018). En las Tablas y en la Figura se presentan las medias y el error estándar de las variables.

3. RESULTADOS

Residualidad sobre *Thaumastocoris peregrinus*

La mortalidad de individuos de *T. peregrinus* desde la primera exposición y hasta 51 DDA, fue significativamente afectada por los tratamientos insecticidas (Tabla 2). Los mayores niveles de mortalidad y de residualidad fueron observados en las plantas tratadas con los neonicotinoides imidacloprid y tiametoxam, los que provocaron una mortalidad de ninfas y de adultos significativamente superior al tratamiento testigo y mayor al 70 % aún 51 DDA (prueba de Conover $P < 0,05$). Por el contrario, la mortalidad producida por el acetamiprid no se diferenció con la registrada en el testigo en ninguna de las tres primeras observaciones, mientras que el tratamiento con acefato mostró un comportamiento intermedio, con niveles de mortalidad mayores al testigo hasta 22 DDA (Tabla 2).

Tabla 2. Mortalidad (%) de *Thaumastocoris peregrinus* luego de la aplicación de diferentes insecticidas en plantas de *Eucalyptus camaldulensis*.

	Días desde la aplicación								
	2		7	15	22	30	51		72
	Ninfas	Adultos	Adultos	Adultos	Adultos	Adultos	Ninfas	Adultos	Adultos
Agua	6,3 ±5,4 ^a	10,0 ±3,5 ^a	12,5 ±8,2 ^a	5,0 ±4,0 ^a	25,6 ±6,7 ^a	6,0 ±2,2 ^a	14,0 ±10,9 ^a	22,0 ±16,7 ^a	21,2 ±9,3 ^a
Ap	35,0 ±0,5 ^{ab}	40,4 ±15,7 ^{ab}	87,3 ±6,2 ^{ab}	4,0 ±4,0 ^a	-	-	-	-	-
Af	96,0 ±4,5 ^c	100 ±0 ^c	100 ±0 ^b	88,0 ±5,5 ^b	88,9 ±9,6 ^b	64,5 ±7,4 ^{ab}	22,0 ±11,4 ^{ab}	27,1 ±4,5 ^{ab}	-
Im	68,0 ±8,9 ^{bc}	88,0 ±13,0 ^c	100 ±0 ^b	85,0 ±4,3 ^b	96,4 ±4,1 ^b	76,0 ±4,2 ^{bc}	71,9 ±11,1 ^{bc}	82,0 ±4,2 ^{bc}	40,7 ±11,6 ^a
Ti	88,0 ±8,9 ^c	90,0 ±8,7 ^{bc}	100 ±0 ^b	72,0 ±16,7 ^b	98,0 ±2,2 ^b	96,0 ±1,4 ^c	96,7 ±2,0 ^c	100 ±0 ^c	62,5 ±16,6 ^a

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas por la Prueba de Conover ($P < 0,05$). Ap: Acetamiprid; Af: Acefato; Im: Imidacloprid; Ti: Tiametoxam.

Capacidad preventiva sobre *Leptocybe invasa*

En la primera observación, 20 DDPA, ninguna de las plantas evidenció el desarrollo de agallas, incluyendo las plantas asignadas al testigo, por lo que los tratamientos no fueron comparados estadísticamente. A partir de la segunda observación, una planta en el tratamiento testigo, una en Ac y dos en AcM, evidenciaron el desarrollo agallas, mientras que ninguna de las plantas de los dos tratamientos con tiametoxam resultó infestada. La severidad fue en promedio muy baja en todos los tratamientos (Figura 2), por lo que el Índice de Infestación (IF) no presentó diferencias significativas en esta observación (prueba de Kruskal-Wallis, $H = 1,44$; $P = 0,215$) (Tabla 3). En el último registro (95 DDPA), y con excepción de las plantas que recibieron tres aplicaciones de acetamiprid, los tratamientos alcanzaron la máxima severidad (Figura 2). Como consecuencia, el IF fue significativamente menor en el tratamiento AcM con respecto al Testigo y al tratamiento con una aplicación del mismo producto (prueba de Conover, $P < 0,05$).

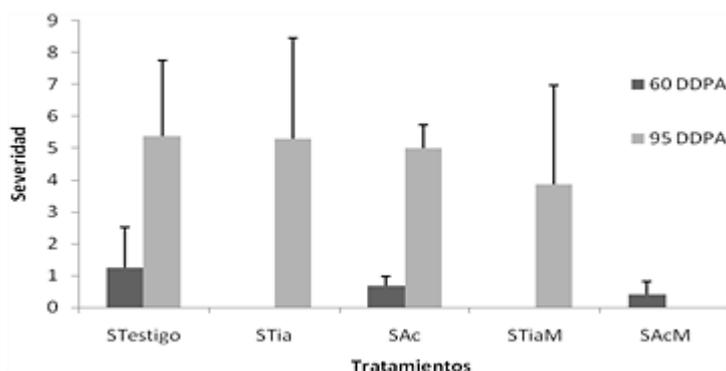


Figura 2. Severidad (número de nuevas agallas de *Leptocybe invasa* desarrolladas por planta de *Eucalyptus camaldulensis*) a los 60 y 95 días desde la primera aplicación (DDPA).

S: severidad; Tia: una aplicación de tiametoxam; Ac: una aplicación de acetamiprid; TiaM: una aplicación mensual durante tres meses de tiametoxam; AcM: una aplicación mensual durante tres meses de acetamiprid. Los tratamientos en cada observación no presentaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis $P > 0,05$).

El menor crecimiento promedio en altura fue registrado en las plantas sometidas al tratamiento testigo (Tabla 3). Sin embargo, esta variable no se diferenció entre tratamientos (prueba de Kruskal-Wallis $H = 4,29$; $P = 0,371$) y su variabilidad no pudo ser explicada a través de una función lineal utilizando el número de agallas como variable predictora ($R^2 = 0,02$; $P = 0,46$).

Tabla 3. Índice de infestación de *Leptocybe invasa* y crecimiento en altura de plantas de *Eucalyptus camaldulensis* bajo diferentes tratamientos con insecticidas.

Tratamiento	n	Índice de Infestación 2 ^{da} observación	Índice de Infestación 3 ^{ra} observación	Crecimiento en altura (cm)
Testigo	8	0,16 a	4,03 a	0,70 A
Tiametoxam	7	0,00 a	3,01 ab	0,86 A
Acetamiprid	6	0,22 a	4,15 a	0,72 A
Tiametoxam Mensual	7	0,00 a	1,08 ab	1,03 A
Acetamiprid Mensual	6	0,08 a	0,00 b	0,76 A

Letras minúsculas distintas en una misma columna indican diferencias significativas por la Prueba de Conover ($P < 0,05$).

Letras mayúsculas iguales en una misma columna indican que no existieron diferencias significativas por la Prueba de Kruskal Wallis ($P > 0,05$).

4. DISCUSIÓN

Los insecticidas neonicotinoides imidacloprid y tiametoxam provocaron una mortalidad de las ninfas y los adultos de *T. peregrinus* que varió en promedio entre el 68 % y el 100 % en todas las observaciones hasta los 51 DDA. Existen antecedentes en los que se han encontrado resultados similares contra otros hemípteros utilizando estos productos (Qureshi y Stansly, 2007; Humeres et al., 2009). En particular, para la chinche del eucalipto, se han probado otros sistemas de aplicación en los que se han observado resultados coincidentes. Por ejemplo, mediante aplicaciones foliares, se han registrado eficacias del 96 % al 100 % hasta 24 días después de la aplicación de imidacloprid y tiametoxam, con una dosis de 78,8 g y 37,5 g de ingrediente activo (i.a.) por hectárea, respectivamente (Machado et al., 2016), y de más del 80% a 14 (Tezeran, 2009) y 21DDA de tiametoxam (Wilcken et al., 2019), utilizando dosis de entre 25 y 50 g i.a./ha.

En este trabajo, las dosis fueron de 77 y 33 g i.a./ha para imidacloprid y tiametoxam, respectivamente (Tabla 1), valores comparables a los empleados por estos autores. Por su parte, Noack *et al.* (2009), con una aplicación en tronco de entre 0,05 g y 0,16 g de imidacloprid / cm de diámetro a la altura del pecho, lograron proteger de la chinche durante dos años a árboles maduros de *E. scoparia* Maiden en Australia. Similarmente, Ali y Cadwell (2010) registraron en palmeras una residualidad del imidacloprid, aplicado por riego, de 75 días para una especie cercana a *Thaumastocoris*, la chinche *Xylastodoris luteolus* Barber (Hemiptera, Thaumastocoridae).

El tercer neonicotinoide evaluado, el acetamiprid, presentó la menor residualidad (7 DDA). Dentro de este grupo de insecticidas, éste es el producto con mayor solubilidad en agua, lo que le permite una muy buena actividad translaminar y un rápido movimiento xilemático (Palumbo *et al.*, 2001). Sin embargo, se ha observado que este principio activo presenta baja persistencia en suelos a capacidad de campo, lo que se acentúa en condiciones de altas temperaturas y exposición a la luz solar (Gupta y Gajbhiye, 2007). En concordancia, Palumbo *et al.* (2001) mencionan, en una revisión sobre el manejo de la resistencia de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyroididae), antecedentes en los que el acetamiprid presenta un mayor nivel de control que el imidacloprid y el tiametoxam mediante aplicaciones foliares, y un resultado inverso, al igual que en este trabajo, cuando los productos fueron aplicados a través del riego en el suelo.

El acefato mostró una efectividad intermedia. Este principio activo es un organofosforado que posee, en comparación con los neonicotenoideos, una mayor solubilidad en agua y por lo tanto una gran movilidad xilemática (Byrne *et al.*, 2012). En estudios llevados a cabo sobre *Gerbera jamesonii* H. Bollus ex Hook. f, se encontró que el acefato es rápidamente absorbido y acumulado en las hojas maduras, aunque alcanza una vida media en las plantas de 7 días, mientras que el producto de su degradación, el metamidofós, persiste en los tejidos hasta 11 días después de la aplicación (Cresswell *et al.*, 1994). Por su parte, Byrne *et al.* (2012) observaron una elevada efectividad del acefato inyectado al tronco de plantas de palto (*Persea americana* Mill) contra trips hasta 28 DDA y detectaron residuos de acefato y metamidofós en los frutos sólo durante este período. Estas características se reflejaron en el rápido efecto de este producto sobre la chinche del eucalipto, siendo el único que produjo un 100 % de mortalidad de adultos a los 2 DDA, aunque su efectividad se mantuvo sólo hasta 22 DDA. Mediante aplicaciones foliares, otros autores han observado un poder residual del acefato sobre *T. peregrinus* similar (21DDA) (Wilcken *et al.*, 2019) o levemente inferior (14DDA) (Tezeran, 2009).

En relación a la capacidad preventiva del acetamiprid y el tiametoxam sobre *L. invasa*, luego de la primera aplicación, ninguna de las plantas presentó agallas. Vastrad (2011) observó que al sumergir por diferentes períodos de tiempo esquejes clonales de *Eucalyptus* en diferentes neonicotinoideos, estos productos protegen a los plantines del ataque de *L. invasa* hasta 30 días después del tratamiento. Sin embargo, en el presente trabajo no podría asegurarse que la ausencia de daño se deba a la acción de los productos, debido a que en el testigo tampoco se observaron agallas.

En las siguientes observaciones, en todos los tratamientos evaluados se registró el desarrollo de agallas en, al menos, una de las plantas. La imposibilidad de evitar completamente la infestación con *L. invasa* ha sido observada en otros trabajos, incluso con frecuencias entre aplicaciones de entre 10 días y 20 días y mezclas de estos principios activos (neonicotenoideos con piretroides) (Masson, 2015; Ramos, 2015). Las primeras agallas se evidenciaron 60 DDPA, con un nivel de infestación bajo y similar entre tratamientos. En esta observación, los dos tratamientos con tiametoxam fueron los únicos en los que las plantas no presentaron agallas. Del mismo modo, Mafuwe (2016) evaluó la capacidad preventiva del imidacloprid y el tiametoxam con una aplicación al trasplante, y encontró que en las plantas de eucalipto tratadas con tiametoxam, la incidencia fue significativamente menor que la del control a los 42 DDA. En la última observación, 95 DDPA, las plantas tratadas tres veces con acetamiprid fueron las únicas que no exhibieron el desarrollo de nuevas agallas, por lo que índice de infestación fue nulo y significativamente inferior al testigo (Tabla 3). Del mismo modo, Vastrad (2011) observó que

sólo los esquejes clonales de *Eucalyptus* sumergidos en acetamiprid tuvieron un nivel de infestación por *L. invasa* menor al 30 % hasta 50 días después del tratamiento.

El crecimiento de las plantas no se diferenció entre tratamientos (Tabla 3) y el número de agallas no explicó de manera significativa esta variable. Del mismo modo, Ramos (2015), comparó el crecimiento de plantas tratadas a punto de goteo con tres productos (acetamiprid + lambdacialotrina (2 %), cipermetrina (25 %) e imidacloprid (35 %)) aplicados cada una, dos y tres semanas, y si bien encontró diferencias en el desarrollo de las agallas, el crecimiento luego de siete meses de evaluación no difirió estadísticamente entre los tratamientos y el testigo.

Los resultados de este trabajo indican que una única aplicación por riego de insecticidas sistémicos, y en particular neonicotinoides, podría ser más efectiva para el manejo de *T. peregrinus* que de *L. invasa*. Esta diferencia podría deberse a la mayor efectividad de estos productos cuando la vía de ingreso es la ingestión *versus* el contacto, lo que ha sido comprobado para otras especies (Hu y Prokopy, 1998; Jiang y Mula, 2005). Mientras que la chinche puede adquirir los productos al alimentarse por su hábito fitosuccívoro, las hembras de *L. invasa* sólo están en contacto con residuos de los productos al oviponer, lo que probablemente no interrumpe la oviposición y el desarrollo, al menos inicial, de las agallas. Como consecuencia, resulta necesario realizar un mayor número de aplicaciones para reducir significativamente la infestación. En una revisión hecha por Zheng *et al.* (2014), estos autores consideran que el uso de insecticidas para controlar/mitigar a *L. invasa* no es una estrategia sostenible a largo plazo, debido a la probabilidad de generación de resistencia, basada en el ciclo de vida corto y de generaciones superpuestas de *L. invasa* y la necesidad de aplicaciones continuas y a cortos intervalos, además de las consecuencias ambientales de este tipo de prácticas.

5. CONCLUSIÓN

En el presente estudio fueron evaluados algunos insecticidas sistémicos para el control y la prevención de dos importantes plagas de los eucaliptos. Se concluye que la utilización de los productos Tiametoxam e Imidacloprid a las dosis evaluadas y mediante riego, podría proteger a las plantas jóvenes de eucalipto contra *T. peregrinus* durante 50 días. Por el contrario, y teniendo en cuenta que la legislación vigente en Argentina prohíbe el movimiento y comercialización de material de propagación infestado con *L. invasa*, nuevas evaluaciones que involucren la evaluación de otras dosis y/o frecuencias de aplicación, resultan necesarias para evitar la infestación de las plantas de eucalipto con esta plaga.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, A. D. and D. Caldwell. 2010. Royal palm bug *Xylastodoris luteolus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) control with soil applied systemic. *Florida Entomologist* 93(2): 294-297.
- Aquino, D.; E. N. Botto; M. S. Loiácono y P. Pathauer. 2011. Avispa de la agalla del eucalipto, *Leptocybe invasa* Fisher & Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae), en Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 37(2): 159-164.
- Byrne, F. J.; A. A. Urena; L. J. Robinson; R. I. Krieger; J. Docola and J. Morse. 2012. Evaluation of neonicotinoid, organophosphate and avermectin trunk injections for the management of avocado thrips in California avocado groves. *Pest Management Science* 68 (5): 811-817.
- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes). 2017. *Guía de productos fitosanitarios 2017-2019*. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes de la República Argentina, Buenos Aires. 1200 p.

- Cresswell, G. C.; J. A. Macdonald and W. J. Allender. 1994. Control of greegouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* on gerberas by systemic application of Acephate. *Pest Management Science* 42: 13-16.
- Di Rienzo J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y C. Robledo. 2018. *InfoStat versión 2018*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [en línea] [fecha de consulta: 24 de abril 2018]. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.
- Eskiviski E.; E. Schapovaloff.; D. M. Dummel; M. M. Fernandez and F. L. Aguirre. 2018. Susceptibility of eucalyptus species and hybrids to the gall wasp *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) in northern Misiones, Argentina. *Forest System* 27(1): eSC01, 4p. Disponible en: <https://doi.org/10.5424/fs/2018271-11573>.
- Gupta, S. and V. Gajbhiye. 2007. Persistence of Acetamiprid in soil. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* 78(5): 349-352.
- Hu, H. P. and R. J. Prokopy. 1998. Lethal and sublethal effect of imidacloprid on apple maggot fly, *Ragoletis pomonella* Walsh (Dipt., Tephritidae). *Journal of Applied Entomology* 122: 37-42.
- Humeres, E.; J. Morse; R. Stouthamer; W. Roltsch and M. Hoddle. 2009. Evaluation of natural enemies and insecticides for control of *Pseudacysta perseae* (Hemiptera: Tingidae) on avocados in Southern California. *Florida Entomologist* 92(1): 35-42.
- Jeschke, R. C. P. and R. Nauen. 2008. Review. Neonicotinoids – from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science* 64: 1084-1098.
- Jiang, Y. and S. Mulla. 2005. Susceptibility of the adult eye gnat *Liohippaelates collusor* (Diptera: Chloropidae) to neonicotinoids and spinosad insecticides. *Journal of Vector Ecology* 31(1): 65-70.
- Machado, D.; E. Corrêa Costa; J. Garlet; J. Boscardin; L. Pedron; C. Régis Perini e L. Bolzan. 2016. Avaliação de inseticidas no controle de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) percevejo-bronzeado em condições de laboratório. *Floresta e Ambiente* 23(2): 245-250.
- Mafuwe, K. 2016. *Distribution modelling of Leptocybe invasa (Hymenoptera: Eulophidae), and an assessment of host susceptibility and relative efficacies of systemic insecticides for gum seedling protection in Zimbabwe*. Tesis Master of Science in Tropical Entomology. University of Zimbabwe Faculty of Science Department of Biological Sciences. 66.p.
- Masson, M. B. 2015. *Dinâmica populacional e manejo de Leptocybe invasa (Hymenoptera: Eulophidae) em plantações de eucalipto*. Tesis Doctor em Ciência Florestal. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP. 86.p.
- Mbanze, A.; D. S. Castilho; C. Matavel; R. Bandeira and C.F. Jairoce. 2018. Efficacy of three insecticides in the control gall wasp *Leptocybe invasa* in *Eucalyptus urograndis* seedlings”. *American Journal of Agriculture and Forestry* 6(6): 246-252.
- Mendel, Z.; A. Protasov; N. Fischer and J. La Salle. 2004. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Australian Journal of Entomology* 43: 101-113.
- Noack, A. and C. Coviella. 2006. *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Hemiptera: Thaumastocoridae): first record of this invasive pest of *Eucalyptus* in the Americas. *General and Applied Entomology* 35: 13-14.
- Noack, A and H. Rose. 2007. Life-history of *Thaumastocoris peregrinus* and *Thaumastocoris* sp. in the laboratory, with some observations on behavior. *General and applied entomology* 36: 26-33.
- Noack, A.; J. Kaapro; K. Bartimote-Aufflick; S. Mansfield and H. Rose. 2009. Efficacy of Imidacloprid in the control of *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus scoparia* in Sydney, Australia. *Arboriculture & Urban Forestry* 35(4): 192-196.
- Paine, T; M. Steinbauer and S. Lawson. 2011. Pests of *Eucalyptus*: A worldwide perspective. *Annual Reviews of Entomology* 56: 181-201.

- Palumbo, J.; A. Horowitz and N. Prabhaker. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaco*. *Crop protection* 20 (9): 739-765.
- Qureshi, J. A and P. A. Stansly. 2007. Integrated approaches for managing the Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* (Homoptera, Psyllidae) in Florida. *Florida State Horticultural Society* 120: 110-115.
- Ramos, S. 2015. Efecto de insecticidas sobre la formación y desarrollo de las agallas de *Leptocybe invasa* en eucaliptos. *Revista FAVE* 14(2): 1-7.
- Santadino, M. 2019. *Estudios bionómicos y de dinámica poblacional para el manejo de Thaumastocoris peregrinus, especie invasora plaga de Eucalyptus spp. en Argentina*. Tesis Doctor en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 161 p.
- Santadino, M.; M. E. Brentassi; D. D. Fanello and C. E. Coviella. 2017. First evidence of *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae) feeding from mesophyll of eucalyptus leaves. *Environmental Entomology* 46(2): 251-257.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2014. *Resolución N°166/2014*. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. [en línea] [fecha de consulta: 20 de mayo 2016]. Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-166-2014-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>.
- Terezan, L. H. 2009. *Avaliação de inseticidas químicos e biológicos no controle do percevejo-bronzeado (Thaumastocoris peregrinus) (Hemiptera: Thaumastocoridae) em florestas de Eucalyptus*. [en línea] [fecha de consulta: 5 de febrero 2019]. Disponible en: http://www.ipef.br/eventos/2009/rtprofef14/PercBronzeado_IP_Simone.pdf.
- UCAR (Unidad para el Cambio Rural). 2015. Argentina: plantaciones forestales y gestión sostenible. Dirección de Producción Forestal, Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina. [en línea] [fecha de consulta: 15 de marzo 2017]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0Bzc7dDyL0NwLT0VlcHdRdjNCYTA/view>.
- Vastrad, A. S. 2011. Management of eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle in greenhouse. *Pestology* 35: 44-53.
- Wilcken, C. F.; M. H. Ferreira do Amaral Dal Pogetto; A. Coutinho Vianna Lima; E. Pires Soliman; B. Vique Fernandes; I. Moreira da Silva; A.J. Vinha Zanuncio; L. Rodrigues Barbosa and J. Cola Zanuncio. 2019. Chemical vs entomopathogenic control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) via aerial application in eucalyptus plantations. *Scientific Reports* 9: 9416. [en línea] [fecha de consulta: 23 de julio 2019]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-45802-y.pdf>.
- Zheng, X. L.; Z. D. Yang; J. Li; Z. H. Xian; J. Yang; J. Y. Liu; S. Su; X. L. Wang and W. Lu. 2014. Rapid identification of both sexes of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae): a morphological perspective. *African Entomology* 22(3): 643-650.

