# CONTROL QUÍMICO DE *Leptodictya plana* (HEMIPTERA: TINGIDAE) Y DAÑO FOLIAR EN CULTIVARES DE *Cenchrus purpureus*

# CHEMICAL CONTROL OF *Leptodictya plana* (HEMIPTERA: TINGIDAE) AND FOLIAR DAMAGE IN CULTIVARS OF *Cenchrus purpureus*

Moisés Felipe-Victoriano[1], Oscar G. Barrón-Bravo[1], Benigno Estrada-Drouaillet[2], Santiago Joaquín-Cancino[2], Jorge L. Vega-Chávez[3] y Jonathan R. Garay-Martínez[1]*

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México. [2]Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [3]Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Huichapan, Hidalgo, México.

**Autor de correspondencia* (garay.jonathan@inifap.gob.mx)

## RESUMEN

*Leptodictya plana* Heidemann es una plaga emergente de *Cenchrus purpureus* en Altamira, Tamaulipas, México. En este estudio se evaluó la mortalidad de la chinche de encaje (*L. plana*) por el efecto de cuatro insecticidas a diferentes dosis: Alfacipermetrina + Imidacloprid (19:45, 39:90 y 54:135 ppm), Spinetoram (90, 120 y 150 ppm), Sulfoxaflor (225, 300 y 375 ppm) y Tiacloprid (200, 300 y 400 ppm), más el control (agua destilada más Tween 20 al 0.03 %). También se evaluó el daño foliar (%) causado por esta plaga en los cultivares de *C. purpureus:* Camerún, Caña Africana, Cuba CT-115, Elefante, King Grass, Maralfalfa, Mott, OM-22, Taiwan y Uruguana. La mortalidad en chinches de encaje con la aplicación de Alfacipermetrina 8.45 % + Imidacloprid 19.72 % y Tiacloprid 40.40 % fue de 0.95 a 1.00 a partir de las 8 a 24 horas después de la aplicación. La mortalidad a dosis de 90 ppm (Spinetoram) y 225 ppm (Sulfoxaflor) fue de 0.76 y 0.73, respectivamente, a las ocho horas después de la aplicación, mientras que a las 24 horas fue > 0.99. El mayor daño foliar se observó en los cultivares Mott y Camerún (71 y 62 %, respectivamente); los cultivares Uruguana, King Grass y Elefante presentaron el menor daño (entre 21 y 28 %). Los insecticidas Alfacipermetrina + Imidacloprid y Tiacloprid causaron una mortalidad de 1.00, por lo que pueden ser empleados para el control de la chinche de encaje.

**Palabras clave:** *Pennisetum purpureum*, control químico, chinche de encaje, efectividad biológica.

## SUMMARY

*Leptodictya plana* Heidemann is an emerging pest of *Cenchrus purpureus* in Altamira, Tamaulipas, Mexico. This study evaluated the mortality of the lace bug (*L. plana*) by the effect of four insecticides at different doses: Alphacypermethrin + Imidacloprid (19:45, 39:90 and 54:135 ppm), Spinetoram (90, 120 and 150 ppm), Sulfoxaflor (225, 300 and 375 ppm) and Thiacloprid (200, 300 and 400 ppm), plus the control (distilled water plus 0.03 % Tween 20). Also, the foliar damage (%) caused by this pest in the cultivars of *C. purpureus:* Camerún, Caña Africana, Cuba CT-115, Elefante, King Grass, Maralfalfa, Mott, OM-22, Taiwan and Uruguana was assessed. The mortality in lace bugs with the application of Alphacypermethrin 8.45 % + Imidacloprid 19.72 % and Thiacloprid 40.40 % was 0.95 to 1.00 from 8 to 24 hours after application. Mortality at doses of 90 ppm (Spinetoram) and 225 ppm (Sulfoxaflor) was 0.76 and 0.73, respectively at eight hours after application, while at 24 hours it was > 0.99. The most significant foliar damage was observed in Mott and Camerún cultivars (71 and 62 %, respectively); the Uruguana, King Grass and Elefante cultivars presented the minor damage (between 21 and 28 %). The insecticides Alphacypermethrin + Imidacloprid and Thiacloprid caused a mortality of 1.00, thus, they can be used to control the lace bug.

**Index words:** *Pennisetum purpureum*, biological effectiveness, chemical control, lace bug.

## INTRODUCCIÓN

*Cenchrus purpureus* (Schumach) Morrone (Poales: Poaceae), comúnmente llamado pasto elefante, se cultiva para la alimentación de rumiantes en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo, por sus altos rendimientos de forraje y valor nutritivo (López *et al*., 2018; Negawo *et al*., 2017). No obstante, la calidad nutritiva y producción de este forraje es afectada por factores ambientales, edáficos, manejo agronómico y el ataque de insectos plaga, tales como lepidópteros, coleópteros y hemípteros, los cuales presentan las mayores poblaciones durante la época de lluvias y afectan significativamente el rendimiento de forraje (Vivas-Quila *et al*., 2019).

En los ciclos otoño-invierno de 2019 y primavera-verano de 2020 en Altamira, Tamaulipas, México, se observó a *Leptodictya plana* Heidemann (Hemiptera: Tingidae) asociado a (o atacando a) *C. purpureus*. Este tíngido, como otras especies de la misma familia, se caracteriza por tener una ornamentación reticulada en forma de encaje en el pronoto y los élitros, de ahí que se les conozca como chinches de encaje. En algunos casos, estos insectos son especialistas en un género o especie hospedante, por lo que son fácilmente identificables en aguacatero (*Persea americana* Mill.), peral (*Pyrus communis* L.), cerezo (*Prunus cerasus* L.), ciruelo (*Prunus domestica* L.), canela (*Cinnamomum verum* J.Presl), cacao (*Theobroma cacao* L.), olivo (*Olea europaea* L.), papayo (*Carica papaya* L.), piña (*Ananas comosus* L. Merr.), algodonero (*Gossypium*

Recibido: 3 de marzo de 2021
Aceptado: 18 de noviembre de 2021

*hirsutum* L.), maíz (*Zea mays* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), entre otros (Brailovsky y Torre, 1985; Montemayor y Coscarón, 2005).

*L. plana* es de color amarillento, de forma elíptica-alargada, extremadamente plana, cabeza corta y estrecha, con cinco espinas largas, con paranoto expandido y reflejado, con tres carinas pronotales, tamaño es de 3.3 mm de longitud con 1.2 mm en la parte más ancha de los élitros, por lo que pasa desapercibido como plaga en el forraje cuando las poblaciones son bajas (Drew y Arnold, 1977; Heidemann, 1913). El daño de este insecto en sus hospedantes lo ocasionan ninfas y adultos que succionan la sabia del tejido celular, donde se puede apreciar una clorosis, la cual se necrosa y produce una importante defoliación cuando las infestaciones son altas. Bajo ciertas condiciones de clima y falta de enemigos naturales, este insecto puede ocasionar una destrucción parcial o total en sus cultivos hospedantes si no se realiza un control a tiempo (Baéz, 2017). *L. plana* ha sido asociada a especies de la familia Poaceae dentro de la subfamilia Panicoideae, donde se ha observado que pueden realizar la oviposición favorablemente (Carr *et al*., 2011). *L. plana* ha sido reportada en el suroeste de los Estados Unidos de América y norte de México, en zacate tempranero (*Setaria leucofila* Scribn. & Merr. K. Schum.) y zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L. Link.) (Wheeler, 2008). En Georgia (EUA) se reportó que en *C. purpureus,* el daño foliar puede ser de hasta 90 % cuando las poblaciones son altas (Carr y Braman, 2012). En México, del género *Leptodictya* se ha reportado a *L. tabida* (especie cercana a *L. plana*) como plaga en la caña de azúcar (*S. officinarum*) (Brailovsky y Torre, 1985).

Para el control químico de los tíngidos: *Corythucha gossypii* Fabricius, *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner, *Stephanitis pyrioides* Scott y *Pseudacysta perseae* Heidemann se recomienda la aplicación de organofosforados (Metamidofos, Monocrotofos, Acefato, Dimetoato), organoclorados (Endosulfán), carbamatos (Carbarilo, Benfuracarb), neonicotinoides (Imidacloprid, Tiametoxam), espinosinas (Spinosad) y piretroides (Piretrina, Permetrina), los cuales reducen las poblaciones de chinches de encaje eficientemente (Bălăcenoiu *et al*., 2021; Joseph, 2019; Varón *et al*., 2010). Muchos de los productos antes mencionados ya no se encuentran en el mercado, debido a que se ha restringido su uso o cancelado su registro, por lo que no existen recomendaciones actuales de ingredientes activos para el control de *L. plana*. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro insecticidas químicos con modo de acción en el sistema nervioso y el daño foliar en algunos cultivares de *C. purpureus* provocado por *L. plana*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en agosto de 2020, en el laboratorio de Toxicología en el Campo Experimental Las Huastecas (CEHUAS), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Altamira, Tamaulipas, México. Las coordenadas geográficas son 22° 24' 00'' LN y 97° 56' 00'' LO, a 17 msnm (SMN, 2010). El tipo de clima se clasifica como $Aw_0$, cálido subhúmedo con lluvias en verano (Vargas *et al*., 2007).

### Evaluación del daño foliar

Para la evaluación del daño foliar se utilizaron 10 cultivares de *C. purpureus*: Camerún, Caña Africana, Cuba CT-115, Elefante, King Grass, Maralfalfa, Mott, OM-22, Taiwan y Uruguana. Dichos cultivares se sembraron en el año 2014 en parcelas de 8 × 2 m y al momento del muestreo tenían 80 días de rebrote. La infestación de la chinche de encaje fue natural, el tiempo de herbivoría fue de ≈35 días y el daño foliar fue causado por adultos y ninfas en diferentes estadíos. Para determinar el daño foliar (%), de cada cultivar se seleccionaron 10 plantas al azar y de cada una de ellas se eligieron las cuatro hojas más jóvenes completamente expandidas (liguladas), se fotografiaron y se determinó el área dañada con el programa ImageJ (Rasband, 2018).

### Evaluación de insecticidas

De los cultivares antes mencionados se colectaron 1300 chinches de encaje adultos. La prueba de efectividad biológica se realizó con tres concentraciones por insecticida: Alfacipermetrina 8.45 % + Imidacloprid 19.72 % (19:45, 39:90 y 54:135 ppm), Spinetoram 5.87 % (90, 120 y 150 ppm), Sulfoxaflor 21.8 % (225, 300 y 375 ppm) y Tiacloprid 40.40 % (200, 300 y 400 ppm), más un control, el cual consistió en agua destilada con Tween 20 al 0.03 %. Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Toxicología del CEHUAS, se empleó el método estándar por inmersión No. 010 propuesto por el IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), con modificaciones (IRAC, 2009). Se utilizaron discos de hoja de 3.14 $cm^2$ de *C. purpureus*, los cuales se sumergieron durante 30 s en las concentraciones antes mencionadas, posteriormente se colocaron sobre papel secante, para eliminar el exceso. Los discos de hoja se colocaron en un contenedor plástico de una onza, donde se transfirieron 10 adultos de chinches de encaje. Los contenedores se mantuvieron en el laboratorio a una temperatura de 27 ± 1 °C. La mortalidad se evaluó a las 8, 16 y 24 horas después de la aplicación, considerando

muerto al insecto cuando el espécimen no reaccionó al estímulo del pincel.

### Análisis estadístico

Los datos de daño foliar se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (2002) en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones; además se efectuó la comparación de medias entre cultivares mediante la prueba de Tukey (α = 0.05). Por otro lado, se empleó el procedimiento LOGISTIC de SAS (2002) para ajustar una regresión logística a los datos de la mortalidad de insectos y se calcularon límites de confianza al 95 % para las probabilidades de mortalidad estimadas en función del insecticida, la concentración del insecticida y el tiempo de exposición al insecticida.

## RESULTADOS

El daño foliar causado por *L. plana* fue diferente entre los cultivares de *C. purpureus* (P < 0.05). Los cultivares Mott y Camerún presentaron el mayor daño foliar, 71 y 62 %, respectivamente (Cuadro 1). Los cultivares OM-22, Cuba CT-115, Maralfalfa y Taiwan presentaron daño foliar estadísticamente similar (P > 0.05) y los valores oscilaron entre 43 y 51 % (Cuadro 1). En contraste, los cultivares Uruguana, King Grass y Elefante presentaron el menor daño foliar (P < 0.05), el cual osciló entre 21 y 28 % (Cuadro 1).

Se observó que con concentraciones de 19:45, 39:90 y 54:135 ppm de Alfacipermetrina 8.45 % + Imidacloprid 19.72 % (Figura 1) y con 200, 300 y 400 ppm de Tiacloprid 40.40 % (Figura 2) la mortalidad en chinches de encaje fue de 0.98 a 1.00 de las 8 a 16 horas después de la aplicación, mientras que en el testigo se presentó una mortalidad de 0.03 a 0.08 (Figura 1 y 2) a través del tiempo (8-24 horas).

**Cuadro 1. Daño foliar en cultivares de *Cenchrus purpureus* causado por *Leptodictya plana*.**

| Cultivar | Daño foliar (%) | |
|---|---|---|
| Mott | 71 | a |
| Camerún | 62 | a |
| OM-22 | 51 | b |
| CUBA CT-115 | 48 | b |
| Maralfalfa | 45 | b |
| Taiwan | 43 | b |
| Caña Africana | 33 | c |
| Uruguana | 28 | cd |
| King Grass | 22 | d |
| Elefante | 21 | d |

Medias con letras iguales en la columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, α = 0.05).

La mortalidad de *L. plana* tuvo un comportamiento similar cuando se utilizó Spinetoram 5.87 % y Sulfoxaflor 21.8 % (Figura 3 y 4). Con dosis de 90 ppm (Spinetoram) y 225 ppm (Sulfoxaflor) la mortalidad a las ocho horas después de la aplicación fue de 0.76 y 0.73, mientras que a las 16 horas la mortalidad fue > 0.97 (Figura 3 y 4). En contraste, con ambos insecticidas y dosis más altas, el insecticida Spinetoram 5.87 % (120 y 150 ppm) y Sulfoxaflor 21.8 % (300 y 375 ppm), a partir de las ocho horas posteriores a la aplicación, la mortalidad fue > 0.90 (Figura 3 y 4).

## DISCUSIÓN

Se ha reportado que *L. plana* prefiere como hospedante a *Cenchrus* spp., tanto para oviposición como alimentación (Carr *et al*., 2011) y en algunos casos el daño foliar puede llegar a ser de hasta 90 % cuando la infestación es alta (Carr y Braman, 2012). Este hemíptero tiene mayor predilección por los cultivares de *Cenchrus* que poseen láminas foliares anchas y pubescencia reducida en el envés de la hoja (Carr *et al*., 2011), lo cual concuerda con lo observado en los cultivares Mott y Camerún que presentan las características antes mencionadas y donde el daño foliar fue mayor a 62 %. Por otra parte, en los cultivares Elefante, King Grass y Uruguana, donde se observó menor daño foliar (< 28 %), posiblemente presenten mecanismos de resistencia contra *L. plana,* como se han reportado en algunas investigaciones (Kirker *et al*., 2008; Reinert *et al*., 2006), donde el daño provocado por las especies de tíngidos, como *Stephanitis pyrioides* y *Teleonemia scrupulosa* Stal, fue menor en plantas que presentaron mayor número de pubescencia, mayor grosor y composición de la cutícula.

La mortalidad en *L. plana* fue muy similar en los tratamientos donde se aplicaron la mezcla de los ingredientes activos Alfacipermetrina + Imidacloprid y Tiacloprid (Figura 2 y 3), debido a que el Imidacloprid y Tiacloprid pertenecen al grupo de los neonicotinoides, que actúan como agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR), provocando una estimulación nerviosa que conduce a una parálisis y muerte del insecto (Jeschke *et al*., 2011). Los neonicotinoides son insecticidas sistémicos de amplio espectro, tienen una mayor efectividad contra plagas con aparato bucal picador chupador, lo que lo hace muy efectivo contra hemípteros, no obstante, también tienen efecto sobre algunos defoliadores de los órdenes Lepidoptera y Coleoptera donde produce reacciones neurotóxicas (Casida, 2018).

En hemípteros de las familias Aleyrodidae (*Bemisa tabaci* Gennadius) y Aphididae (*Aphis gossypii* Glover),

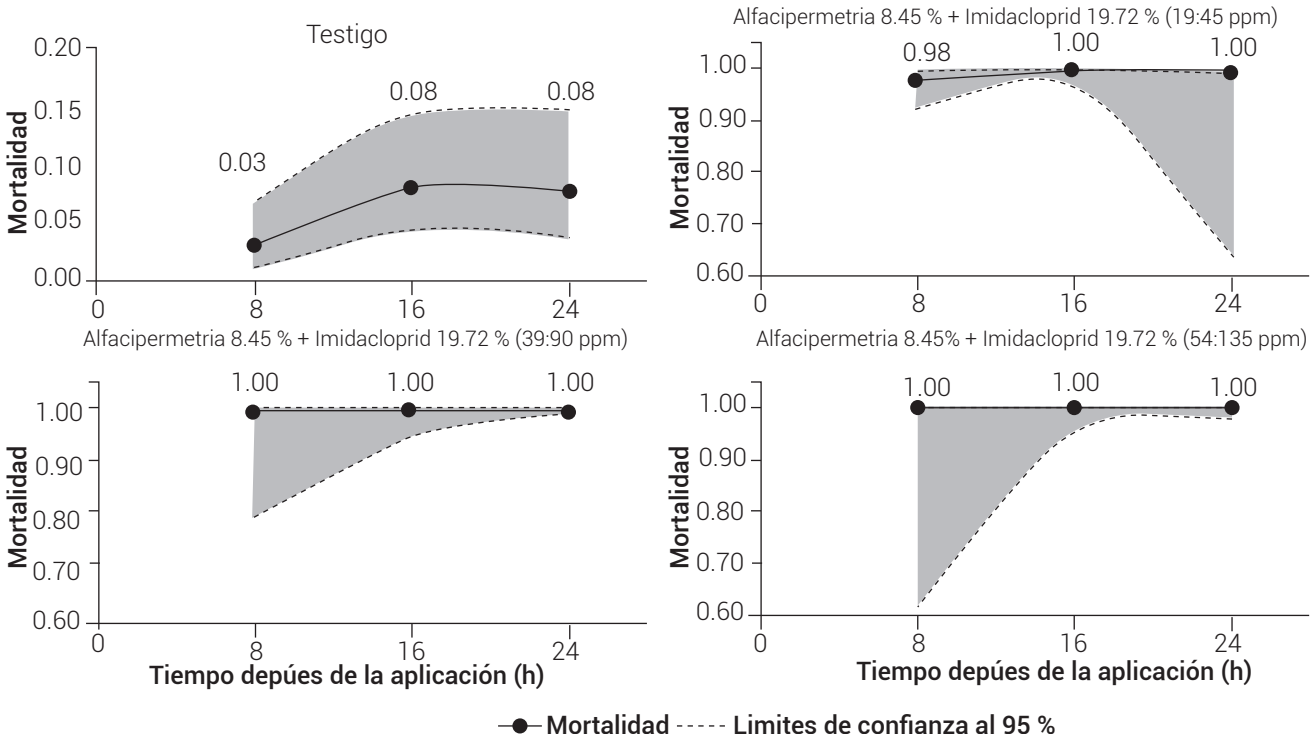



**Figura 1. Mortalidad de *Leptodictya plana* después de la aplicación de Alfacipermetrina 8.45 % + Imidacloprid 19.72 % a diferentes dosis.**

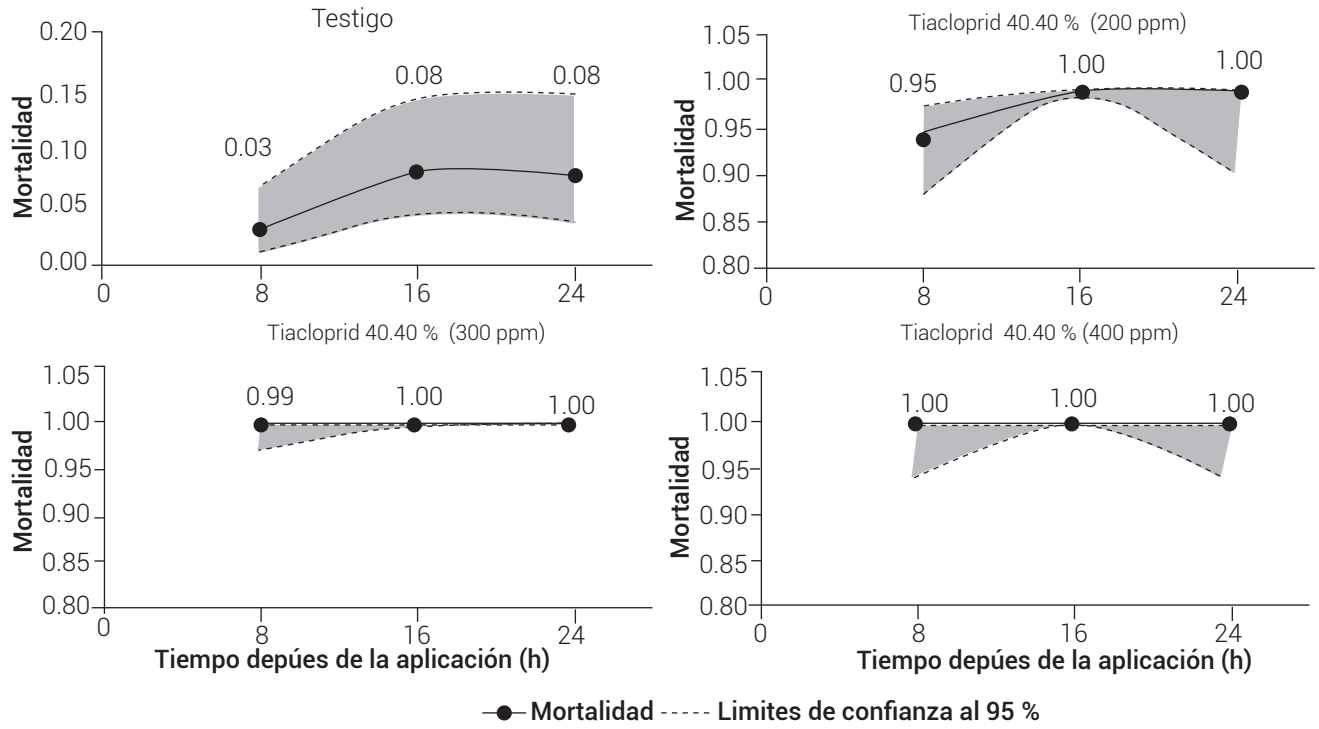



**Figura 2. Mortalidad de *Leptodictya plana* después de la aplicación de Tiacloprid 40.40 % a diferentes dosis.**

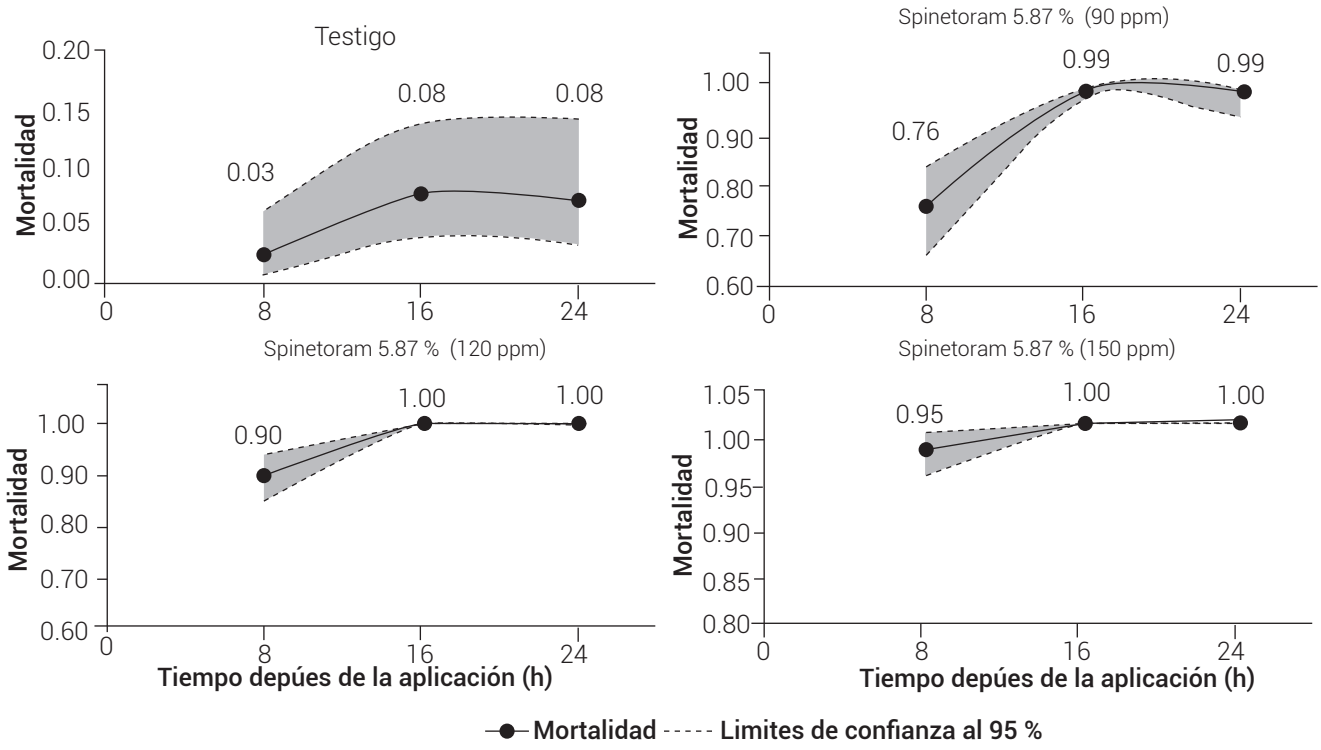



**Figura 3. Mortalidad de *Leptodictya plana* después de la aplicación de Spinetoram 5.87 % a diferentes dosis.**

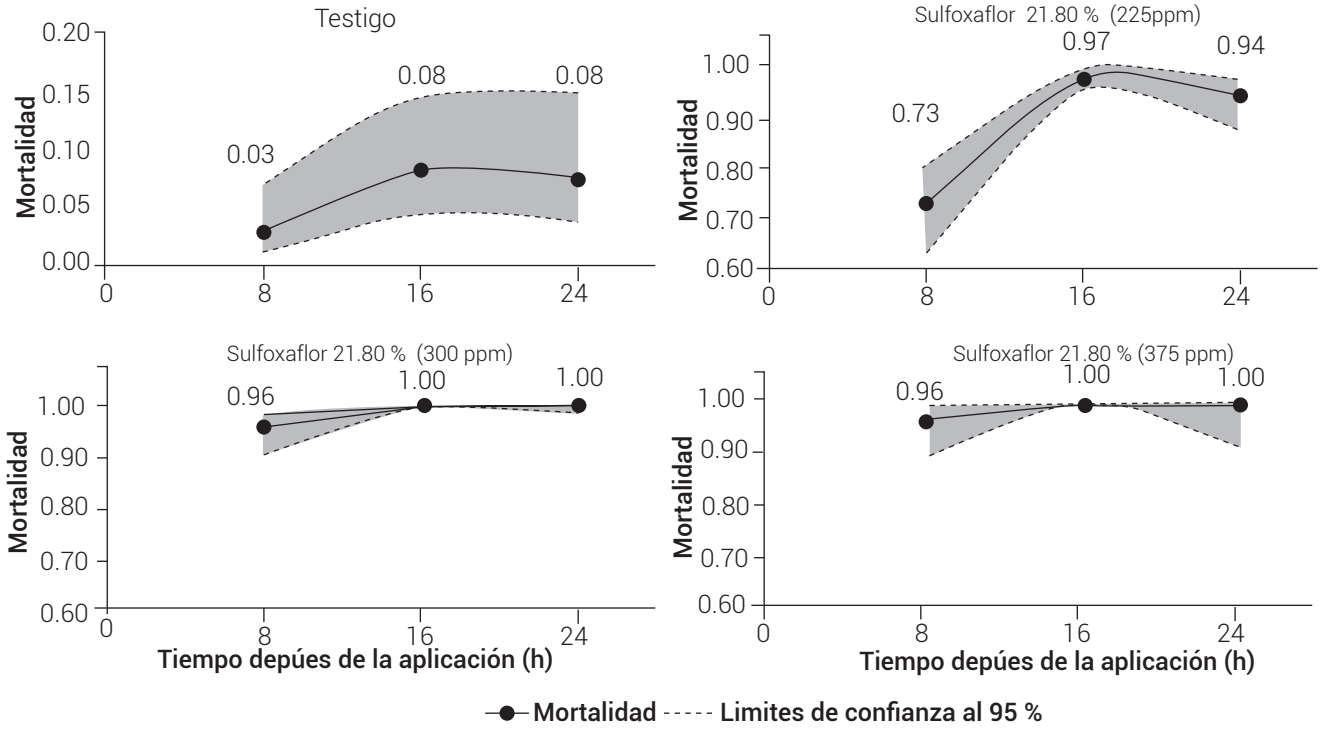



**Figura 4. Mortalidad de *Leptodictya plana* después de la aplicación de Sulfoxaflor 21.8 % a diferentes dosis.**

el Imidacloprid (15 g i.a. $ha^{-1}$), Tiacloprid (24 g i.a. $ha^{-1}$) y Acetamiprid (10 g i.a. $ha^{-1}$) tienen una eficacia de 80 a 88 % (Scotta *et al*., 2016), la cual es menor en comparación con la obtenida contra *L. plana* en este trabajo, donde se encontró una mortalidad superior al 95 % a las seis horas después de la aplicación y 100 % de mortalidad en las tres concentraciones evaluadas a las 24 horas después de la aplicación de Tiacloprid. Por otra parte, la alta eficacia (> 0.98 de mortalidad) de formulación a base de Alfacipermetrina e Imidacloprid, a partir de las 8 horas de la aplicación, se debe a que la combinación de estas moléculas actúa mediante dos mecanismos de acción (sistémico-contacto) y dos modos de acción (como agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina - moduladores de canales de sodio), lo que los hace altamente efectivos contra insectos chupadores (IRAC, 2021).

La alta eficacia en la mortalidad de *L. plana* por efecto del Spinetoram se debe a que este insecticida semisintético (espinosina) tiene una eficacia mejorada contra insectos, comparado con el Spinosad que pertenece al mismo grupo (Dripps *et al*., 2008). Las espinosinas son un grupo de insecticidas de amplio espectro (coleópteros, dípteros, lepidópteros, tisanópteros y hemípteros), con mecanismo de acción que actúa por contacto e ingestión (Sparks *et al*., 2020). Su alta eficacia para el control de insectos se debe al modo de acción, el cual actúa en el sistema nervioso como agonistas de los receptores de la acetilcolina (sitio 1), ocasionando contracciones musculares (hiper excitación) que eventualmente conducen a la parálisis y muerte del insecto (Čačija *et al*., 2018). Las espinosinas han mostrado ser efectivas contra hemípteros. Al respecto, Shimat (2018) menciona que el Spinosad, mediante aplicación tópica, puede inducir una mortalidad superior al 95 % en *Bagrada hilaris* Burmeister (Hemiptera: Pentatomidae), una plaga con forma similar de alimentación a *L. plana*. En otros trabajos se menciona que el Spinetoram se ha empleado en programas de manejo de diferentes especies de trips (Thysanoptera: Thripidae), como: *Thrips hawaiiensis* Morgan, *T. tabaci* Lindeman, *Frankliniella tritici* Fitch y *F. bispinosa* Morgan. Se ha observado que estos insectos desarrollan rápidamente resistencia a Spinetoram. Por lo tanto, para el manejo de plagas es importante la rotación de moléculas con diferentes modos de acción para prevenir resistencia cruzada (Fu *et al*., 2018).

El mecanismo de acción del Sulfoxaflor es de forma sistémica, a diferencia del Spinetoram que actúa por contacto e ingestión. Este mecanismo de acción y el modo de acción (modulador competitivo del receptor nicotínico de la acetilcolina) lo hace ampliamente efectivo contra insectos chupadores como chinches y pulgones (Ma *et al*., 2019). No existe literatura sobre el efecto del insecticida Sulfoxaflor sobre *L. plana*, sin embargo, se ha reportado que este insecticida reduce significativamente la población en hemípteros como: *Helopeltis theivora* Waterhouse (Hemiptera: Miridae), *Empoasca flavescens* Fabricius (Hemiptera: Cicadellidae) (Das *et al*., 2019) y *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae), además es inofensivo contra enemigos naturales como: *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysoperla rufilabris* Burmeister (Neuroptera: Chrysopidae) (Tran *et al*., 2016).

## CONCLUSIONES

*L. plana* ocasionó un daño foliar significativo en los cultivares Mott y Camerún. La aplicación de las dosis más bajas de Alfacipermetrina + Imidacloprid y Tiacloprid ejercieron el control de *L. plana* a partir de las 8 horas después de la aplicación. El Spinetoram y Sulfoxaflor son insecticidas que ejercieron un excelente control después de 16 horas de su aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

**Baéz J. (2017)** Familia Tingidae. *In*: Fundamentos de Entomología Forestal. D. Cibrián (ed.). Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México. pp:125-127.

**Bălăcenoiu F., C. Neţoiu, R. Tomescu, D. C. Simon, A. Buzatu, D. Toma and I. C. Petriţan (2021)** Chemical Control of *Corythucha arcuata* (Say, 1832), an Invasive Alien Species, in Oak Forests. *Forests* 12:770, https://doi.org/10.3390/f12060770

**Brailovsky H. y L. Torre (1985)** Hemiptera-Heteroptera de México XXXVI. Revisión genérica de la Familia Tingidae Laporte. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 56:869-932.

**Čačija M., R. Bažok, D. Lemić, M. Mrganić, H. V. Gašparić and Z. Drmić (2018)** Spinosini-insekticidi biološkog podrijetla. *Fragmenta Phytomedica* 32:43-60, https://hrcak.srce.hr/218059

**Carr E. R. and S. K. Braman (2012)** Phenology, abundance, plant injury and effect of temperature on the development and survival of *Leptodictya plana* (Hemiptera: Tingidae) on *Pennisetum* spp. Grasses. *Journal of Entomological Science* 47:131-138, https://doi.org/10.18474/0749-8004-47.2.131

**Carr E. R., S. K. Braman and W. W. Hanna (2011)** Host plant relationships of *Leptodictya plana* (Hemiptera: Tingidae). *Journal of Environmental Horticulture* 29:55-59, https://doi.org/10.24266/0738-2898-29.2.55

**Casida J. E. (2018)** Neonicotinoids and other insect nicotinic receptor competitive modulators: progress and prospects. *Annual Review of Entomology* 63:125-144, https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043042

**Das P., R. P. Bhuyan, U. Shandilya, B. Borah and B. J. Gharphalia (2019)** Bio-efficacy and phytotoxicity of Sulfoxalor 50 % WG against tea mosquito bug (*Helopeltis theivora*) and green fly (*Empoasca flavescens*) and its effect against natural enemies in tea. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 7:224-229, https://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue4/PartD/7-2-153-914.pdf

**Drew W. A. and C. Arnold (1977)** Tingoidea of Oklahoma (Hemiptera). *Oklahoma Academy of Science* 57:29-31, https://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/OAS/article/view/5050

**Dripps J., B. Olson, T. Sparks and G. Crouse (2008)** Spinetoram: how artificial intelligence combined natural fermentation with synthetic chemistry to produce a new spinosyn insecticide. *Plant Health Progress*, https://doi.org/10.1094/PHP-2008-0822-01-PS

**Fu B., Q. Li, H. Qiu, L. Tang, D. Zeng, K. Liu and Y. Gao (2018)** Resistance

development, stability, cross resistance potential, biological fitness and biochemical mechanisms of spinetoram resistance in *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Management Science* 74:1564-1574, https://doi.org/10.1002/ps.4887

**Heidemann O. (1913)** Description of two new species of North American Tingitidae. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 15:1-4.

**IRAC, Insecticide Resistance Action Committee (2009)** IRAC Susceptibility Test Methods Series Method No: 010 Version: 3 (June 2020), https://irac-online.org/methods/frankliniella-occidentalis-adults/ (septiembre 2021).

**IRAC, Insecticide Resistance Action Committee (2021)** IRAC Mode of Action Classification Scheme. Insecticide Resistance Action Committee. España. 39 p. http://www.irac-online.org/documents/moa-classification/ (septiembre 2021).

**Jeschke P., R. Nauen, M. Schindler and A. Elbert (2011)** Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59:2897-2908, https://doi.org/10.1021/jf101303g

**Joseph S. V. (2019)** Transovarial effects of insect growth regulators on *Stephanitis pyrioides* (Hemiptera: Tingidae). *Pest Management Science* 75:2182-2187, https://doi.org/10.1002/ps.5342

**Kirker G. T., B. J. Sampson, C. T. Pounders, J. M. Spiers and D. W. Boyd (2008)** The effects of stomatal size on feeding preference of azalea lace bug, *Stephanitis pyrioides* (Hemiptera: Tingidae), on selected cultivars of evergreen azaleas. *HortScience* 43:2098-2103, https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.7.2098

**López Y., A. Kurashev, C. Chase, M. Gallo, L. Sollenberger, F. Altpeter and J. Wang (2018)** Developing and validating microsatellite markers in elephant Grass (*Pennisetum purpureum* S.). *Euphytica* 214:1-13, https://doi.org/10.1007/s10681-018-2256-6

**Ma K., Q. Tang, J. Xia, N. Lv and X. Gao (2019)** Fitness costs of sulfoxaflor resistance in the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 158:40-46, https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.04.009

**Montemayor S. I. and M. C. D. Coscarón (2005)** List of Argentinian Tingidae Laporte (Heteroptera) with their host plants. *Zootaxa* 1065:29-50, https://doi.org/10.11646/zootaxa.1065.1.2

**Negawo A. T., A. Teshome, A. Kumar, J. Hanson and C. S. Jones (2017)** Opportunities for Napier Grass (*Pennisetum purpureum*) improvement using molecular genetics. *Agronomy* 7:1-21, https://doi.org/10.3390/agronomy7020028

**Rasband W. S. (2018)** ImageJ. Bethesda, MD: U.S. National Institutes of Health https://imagej.nih.gov/ij/ (septiembre 2021).

**Reinert J. A., S. W. George, W. A. MacKay and T. D. Davis (2006)** Resistance among lantana cultivars to the lantana lace bug, *Teleonemia scrupulosa* (Hemiptera: Tingidae). *Florida Entomologist* 89:449-454, https://journals.flvc.org/flaent/article/view/75580/73238

**SAS Institute (2002)** User's Guide of SAS (Statistical Analysis System). SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 550 p.

**Scotta R., D. Sánchez and C. Arregui (2016)** Evaluación de neonicotinoides para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivos de tomate a campo y en invernaderos. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR* 10:45-50, http://hdl.handle.net/2133/799

**Shimat V. J. (2018)** Lethal and sublethal effects of organically-approved insecticides against *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science* 53:307-324, https://doi.org/10.18474/JES17-84.1

**SMN, Sistema Meteorológico Nacional (2010)** Normales climatológicas por Estado. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=tamps (septiembre 2021).

**Sparks T. C., G. D. Crouse, Z. Benko, D. Demeter, N. C. Giampietro, W. Lambert and A. V. Brown (2020)** The spinosyns, spinosad, spinetoram, and synthetic spinosyn mimics discovery, exploration, and evolution of a natural product chemistry and the impact of computational tools. *Pest Management Science* 77:3637-3649, https://doi.org/10.1002/ps.6073

**Tran A. K., T. M. Alves and R. L. Koch (2016)** Potential for sulfoxaflor to improve conservation biological control of *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) in soybean. *Journal of Economic Entomology* 109:2105-2114, https://doi.org/10.1093/jee/tow168

**Vargas T. V., R. M. E. Hernández, L. J. Gutiérrez, D. C. J. Plácido y C. A. Jiménez (2007)** Clasificación climática del Estado de Tamaulipas, México. *CienciaUAT* 2:15-19, https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/444/254

**Varón E. H., M. D. Moreira y J. P. Corredor (2010)** Efecto de *Corythucha gossypii* sobre las hojas de higuerilla: criterios para su muestreo y control con insecticidas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11:41-47, https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:193

**Vivas-Quila N. J., M. Z. Criollo-Dorado y M. C. Cedeño-Gómez (2019)** Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 17:45-55, http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203

**Wheeler A. G. (2008)** *Leptodictya plana* Heidemann (Hemiptera: Tingidae): first specific host-plant and new distribution records for a seldom-collected, Grass-feeding lace bug. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 110:804-810, https://doi.org/10.4289/07-090.1