



Diversidad de cicadellidae en el cultivo de maíz en Yucatán y evaluación de insecticidas para prevenir daño por achaparramiento

Diversity of cicadellidae in Maize in Yucatan and Evaluation of Insecticides to Prevent Damage from Stunting

Ricardo Daniel Suarez Jimenez¹ <http://orcid.org/0009-0000-0075-8717> mm17800210@conkal.tecnm.mx

Esau Ruiz Sánchez*¹ <http://orcid.org/0000-0003-0245-3305>

Luis Latournerie Moreno¹ <http://orcid.org/0000-7684-2111> luis.latournerie@itconkal.edu.mx

Horacio Salomón Ballina Gómez¹ <http://orcid.org/0000-0002-0561-9027> horacio.ballina@itconkal.edu.mx

Jhibran Ferral Piña² <http://orcid.org/0000-0001-8135-0739> ferral.jhibran@inifap.gob.mx

¹ Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Av. Tecnológico s/n. Conkal, Yucatán, México C.P. 97345.

² ZINIFAP Campo Experimental Chetumal. Othón P. Blanco, Quintana Roo, México C.P. 77963.

*Autor de correspondencia: esau.ruiz@itconkal.edu.mx

Recibido: 23 de mayo de 2024

Aceptado: 25 de julio de 2024

Publicado: 03 de septiembre de 2024

Resumen

Objetivo. Estudiar la diversidad de cicadellidae en el cultivo de maíz y determinar la efectividad de insecticidas sistémicos para prevenir el daño por achaparramiento. **Materiales y métodos.** El experimento se realizó en un cultivo de maíz criollo variedad Nal-Tel en Conkal, Yucatán. Se realizaron recolectas de cicadellidae mediante red de golpeo en tres sitios: plantas de maíz, bordes del cultivo y área con gramíneas adyacente al cultivo. Los ejemplares se identificaron mediante claves taxonómicas por morfología.

Abstract

Objective. To study the diversity of cicadellidae in maize, and to determine the effectiveness of systemic insecticides to prevent stunt damage. **Materials and methods.** The experiment was conducted in maize plantation of landrace Nal-Tel in Conkal, Yucatan. Cicadellidae was collected by beating net in three sites: maize plants, crop edges and grass area adjacent to the maize plantation. The individuals were identified by morphology through taxonomic keys. Four insecticide treatments: flonicamid, pymetro-

gía. Se evaluaron cuatro tratamientos insecticidas: flonicamid, pymetrozina, ciantraniliprole y flupiradifurone en el cultivo para controlar las poblaciones de cicadellidae y prevenir daño por achaparramiento. **Resultados.** Se recolectaron un total de 1 556 individuos, incluidos en 37 especies de cicadellidae. Las especies con mayor abundancia relativa en las plantas de maíz fueron *Empoasca* sp. (22.44%), *Ponana citrina* (14.67%) y *Dalbulus maidis* (10.73%); en los bordes del cultivo fueron *Hortensia similis* (28.42%), *Empoasca* sp. (14.74%) y *Ponana citrina* (14.74%); en área con gramíneas adyacente al cultivo destacan *Hortensia similis* (49.64%), *Draeculacephala soluta* (35.32%), *Empoasca* sp. (4.63%). En las plantas de maíz, la aplicación de los insecticidas flonicamid, pymetrozina y ciantraniliprole suprimió en más del 50% la densidad poblacional de cicadellidae y entre 25-35% la incidencia de plantas con síntomas de achaparramiento del maíz. **Conclusión.** La diversidad de cicadellidae en el cultivo de maíz incluyó 37 especies. Los insecticidas sistémicos evaluados tuvieron efectos significativos en la supresión poblacional de cicadellidae y de la incidencia de plantas con síntomas de achaparramiento del maíz.

Palabras clave

Chicharritas, plagas de maíz, control químico.

zine, cyantraniliprole and flupiradifurone were evaluated in the crop to suppress cicadellidae density and prevent stunting damage. **Results.** A total of 1 556 individuals was collected, which were represented by 37 species of Cicadellidae. The cicadellidae species with the highest relative abundance in maize plants were *Empoasca* sp. (22.44%), *Ponana citrina* (14.67%) y *Dalbulus maidis* (10.73%); in the crop borders were *Hortensia similis* (28.42%), *Empoasca* sp. (14.74%) y *Ponana citrina* (14.74%); and in adjacent area with grasses were *Hortensia similis* (49.64%), *Draeculacephala soluta* (35.32%), *Empoasca* sp. (4.63%). In maize plants, the application of flonicamid, pymetrozine and ciantraniliprole suppressed in more than 50 % the population density of cicadellidae and 25-35% the incidence of plants with maize stunting symptoms. **Conclusion.** The diversity of cicadellidae in the maize included 37 species. The application of systemic insecticides suppressed the population density of cicadellidae and the incidence of maize plants with maize stunt symptoms.

Keywords

Leafhoppers, corn pests, chemical control.

Introducción

Cicadellidae es una familia de las más grandes del Orden Hemiptera (Auchenorrhyncha: Cicadomorpha) con más de 23 000 especies, y una distribución en todos los sistemas terrestres conocidos a excepción de las áreas polares (McKamey, 2002). Los individuos presentan cuerpo alargado cilíndrico de entre 0.2 mm a 35 mm en estado adulto y amplia variación en los patrones de coloración. Su importancia radica en la enorme capacidad de transmitir agentes fitopatógenos, como virus, fitoplasmas y spiroplasmas (Pinedo-Escatel y Moya-Raygoza, 2018). En el continente americano se documentó desde hace más de dos décadas la presencia de la enfermedad conocida como achaparramiento de maíz transmitida por varias especies de cicadellidae. La enfermedad tiene efectos devastadores en áreas maiceras desde el sur de Estados Unidos hasta las

zonas templadas de Argentina (Toledo *et al.*, 2007; Moya *et al.*, 2012). El complejo de fitopatógenos que produce achaparramiento incluye el fitoplasma Maize Bushy Stunt (*Candidatus* spp.), el espiroplasma Corn Stunt (*Spiroplasma kunkhelli*) y el virus rayado fino del maíz (Nault, 1983). Entre las especies de chicharritas documentadas como transmisoras del achaparramiento resaltan *Dalbulus maidis*, *D. elimatus*, *Graminella nigrifrons*, *Exitianus exitiosus* y *Macrosteles fascifrons* (Nault y Madden, 1985).

En México, el complejo chicharritas-achaparramiento actualmente es un problema serio. La enfermedad ocasiona una serie de síntomas en las plantas que incluyen reducción de producción de clorofila, acortamiento de entrenudos, y malformación y proliferación de mazorcas (Mendoza *et al.*, 2002; Alcántara-Mendoza *et al.*, 2010). Lo anterior produce una reducción significativa en el rendimiento del maíz, principalmente en infecciones de etapas tempranas del cultivo (Neves *et al.*, 2022). Los trabajos realizados en México sobre el complejo cicadellidae-achaparramiento se realizaron hace aproximadamente una década en zonas templadas del centro y occidente del país. Torres-Moreno *et al.* (2015) encontraron 27 especies de cicadellidae en los bordes del cultivo de maíz en Jalisco, donde las más abundantes fueron *Stirellus bicolor* y *Graminella sonora*, y con baja densidad se registraron *Dalbulus maidis* y *Dalbulus elimatus*, conocidas transmisoras del complejo achaparramiento. Pinedo-Escatel *et al.* (2024) en colectas de Yucatán, dio a conocer un listado de 45 especies, pero no registró ninguna especie conocida como vector del achaparramiento. En contraste, Suárez-Jiménez *et al.* (2023) en cultivo de maíz criollo en el sur de Yucatán encontraron 61 especies, incluyendo *Dalbulus maidis*, *Dalbulus elimatus* y *Exitianus exitiosus*, con alta abundancia de *D. maidis*, transmisora más importante del complejo del achaparramiento.

Para el manejo del patosistema chicharrita-achaparramiento se han usado insecticidas piretroides, como lambda-cialotrina y beta-ciflutrina (Silveira, 2019), así también los neonicotinoides imidacloprid y tiametoxam (Cely y Beltrón, 2013; Valarezo y Valarezo, 2014). El uso de insecticidas sistémicos de nueva generación y de diferentes grupos toxicológicos ofrece una alternativa viable para el manejo del complejo achaparramiento del maíz. Es necesario realizar más estudios sobre efectividad y potencial de insecticidas para prevenir el daño por achaparramiento. Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue identificar las especies de cicadellidae de un agroecosistema de maíz criollo en Yucatán y se evaluó el efecto de insecticidas sistémicos contra el patosistema cicadellidae-achaparramiento del maíz.

Materiales y métodos

Sitio de estudio y establecimiento del cultivo

El estudio se realizó en un cultivo de maíz en el municipio de Conkal, Yucatán, en las coordenadas 21°04'25.1" latitud N y 89°31'11.8" longitud O, durante diciembre 2023 a febrero de 2024, con temperatura promedio de 19 a 29 °C en la temporada de nortes. El cultivo de maíz se estableció bajo un sistema de siembra manual con espeque, utilizando semillas de maíz criollo Nal tel, en marco de dos plantas por cepa, con cepas a 40 cm de

distancia y 1 metro de distancia entre filas. El cultivo se acondicionó con un sistema de riego por goteo para mantener el suelo a capacidad de campo durante el ciclo del cultivo. Las arvenses fueron controladas con desyerbe manual a los 30 y 50 días después de la emergencia. El cultivo se fertilizó con la dosis de 140:80:00 NPK, realizando la fertilización en dos periodos con cantidades similares: a los 15 y 40 días después de emergencia.

Diseño experimental y aplicación de tratamientos

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El factor de bloqueo fue la pedregosidad del terreno. Cada parcela experimental consistió de seis filas de 10 m de longitud. La aplicación de los tratamientos insecticidas se realizó en dos momentos: etapa fenológica V4 de cultivo (20 de diciembre de 2023) y etapa fenológica V8 del cultivo (8 de enero de 2024). La aplicación se hizo con una aspersora manual de mochila de 16 L. La aplicación de los insecticidas se hizo con cubrimiento total de la planta hasta punto de goteo. En la parcela control se aplicó agua destilada. Los tratamientos insecticidas y dosis se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1

Insecticidas aplicados para el control contra el achaparramiento transmitido por la chicharrita del maíz

| Ingrediente activo | Nombre comercial | Dosis | Empresa |
|--------------------|------------------|----------|---------------------------|
| Fonicamid | Beleaf | 0.75 g/L | FMC Agroquímica de México |
| Pymetrozina | Plenum 50 FS | 1.2 ml/L | Syngenta Agro |
| Ciantraniliprole | Benevia | 1.2 ml/L | FMC Agroquímica de México |
| Flupiradifurone | Sivanto prime | 3.0 ml/L | Bayer de México |

Recolecta e identificación de cicadellidae

Para la recolecta de cicadellidae se utilizó la metodología descrita por Pinedo y Moya-Raygoza (2018), donde se empleó la técnica de red de golpeo. Se utilizó una red entomológica de golpeo de 50 cm de diámetro y 90 cm de profundidad. El muestreo se realizó en horario de 8:00 a 11:00 am. Para el estudio de diversidad y abundancia relativa de cicadellidae el muestreo se realizó en tres sitios del área de cultivo de maíz: plantas de maíz sin aplicación de insecticida, bordes del cultivo (franja de 5 m alrededor del cultivo) y área adyacente al cultivo (250 m de separación) con gramíneas (*Cynodon nlemfuensis*). Para determinar el efecto de los tratamientos insecticidas en las poblaciones de cicadellidae se muestrearon las parcelas experimentales con plantas de maíz donde se aplicaron los tratamientos insecticidas. Se realizaron cuatro muestreos, considerando las etapas de desarrollo fenológico del maíz V6, V8, V10 y V12; En cada muestreo se hizo 100 redadas en un transecto de 60 m. Todas las muestras se etiquetaron y colocaron en bolsas de plástico ziploc para conservarse en un congelador a -5 °C en el laboratorio, hasta su identificación. Para la identificación de las especies se siguieron los criterios y terminologías propuestas por Dietrich (2005). Además, se utilizaron las claves y características

de especies de cicadellidae descritas en los siguientes trabajos: Moya-Raygoza (2002), Pinedo-Escatel y Blanco-Rodríguez (2016), Pérez-López *et al.* (2018), Pinedo-Escatel *et al.* (2021), Blanco-Rodríguez *et al.* (2022) y Pinedo-Escatel *et al.* (2024). Los ejemplares de colección para referencia se conservaron en la colección de insectos del Laboratorio de Plagas Agrícolas del Instituto Tecnológico de Conkal.

Evaluación de daño por el achaparramiento transmitido por las chicharritas del maíz

La incidencia y severidad de los síntomas de achaparramiento en el cultivo de maíz se evaluaron en etapa R3 (20 días después de la floración). La incidencia se determinó por el porcentaje de plantas con síntomas con base en el número total de plantas en cada parcela experimental. Para la severidad, se tomaron 10 plantas por parcela experimental, y se determinó el grado de daño como lo propuso Alcántara-Mendoza *et al.* (2010), con una escala de seis niveles: nivel 0: planta sana, nivel 1; planta de altura normal con hojas de bordes enrojecidos, nivel 2: planta achaparrada con hojas de bordes enrojecidos, nivel 3: planta de altura normal con producción múltiple de mazorca, nivel 4: planta achaparrada con producción múltiple de mazorcas, nivel 5: planta con altura normal con hojas de bordes enrojecidos y producción múltiple de mazorca, nivel 6: planta achaparrada con hojas de bordes enrojecidos y producción múltiple de mazorca.

Análisis de datos

Los datos de densidad de chicharritas e incidencia (%) de plantas con síntomas de achaparramiento, se sometieron a análisis de varianza después de verificar la normalidad y la homocedasticidad (prueba de Shapiro-wilk). El análisis de severidad de los síntomas de achaparramiento se hizo con la prueba Kruskal-Wallis. Los efectos se consideraron estadísticamente significativos si $P < 0.05$. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

Resultados

Especies de cicadellidae en el agroecosistema de maíz

Se recolectaron 1 556 individuos de cicadellidae, representado por 37 especies (cuadro 2). Las especies con mayor abundancia relativa en las plantas de maíz fueron *Empoasca* sp. (22.44%), *Ponana citrina* (14.63%) y *Dalbulus maidis* (10.73%); en los bordes del cultivo fueron *Hortensia similis* (28.42%), *Empoasca* sp. (14.74%) y *Ponana citrina* (14.74%); en área adyacente con gramíneas destacan *Hortensia similis* (49.64%), *Draeculacephala soluta* (35.32%) y *Empoasca* sp. (4.63%). De igual forma se encontró la especie conocida como vector del achaparramiento: *Dalbulus maidis* en los tres sitios, pero con mayor abundancia relativa en plantas de maíz, con 10.73 %. En los bordes del cultivo y gramíneas adyacentes al cultivo la abundancia relativa de esta especie estuvo en 2.11 y 0.51%.

Cuadro 2

Abundancia relativa (%) de especies de cicadellidae, recolectados en tres sitios del cultivo de maíz: plantas de maíz, bordes del cultivo y área adyacente con gramíneas, en Conkal, Yucatán, México

| Especie | Abundancia relativa de especies (%) | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------|
| | Plantas de maíz | Bordes del cultivo | Área adyacente con gramíneas |
| Especies presentes en los tres sitios | | | |
| <i>Agallia albidula</i> | 2.44 | 1.05 | 0.31 |
| <i>Agallia constricta</i> | 6.34 | 1.05 | 0.72 |
| <i>Agalliopsis chaelata</i> | 1.95 | 3.42 | 1.03 |
| <i>Agrosoma pulchella</i> | 5.37 | 4.21 | 0.82 |
| <i>Alconeura quadrimaculata</i> | 1.95 | 0.53 | 0.10 |
| <i>Amblysellus necopinus</i> | 2.93 | 2.37 | 0.82 |
| <i>Balclutha apicula</i> | 3.90 | 4.74 | 1.34 |
| <i>Barela</i> sp. | 2.44 | 0.53 | 0.10 |
| <i>Dalbulus longulus</i> | 5.85 | 0.26 | 0.10 |
| <i>Dalbulus maidis</i> | 10.73 | 2.11 | 0.51 |
| <i>Draeculacephala soluta</i> | 2.44 | 3.16 | 35.32 |
| <i>Empoasca</i> sp. | 22.44 | 14.74 | 4.63 |
| <i>Graphogonalia evagorata</i> | 0.49 | 0.26 | 0.10 |
| <i>Gypona abscida</i> | 2.93 | 0.79 | 0.82 |
| <i>Gyponana hacia</i> | 0.49 | 0.26 | 0.10 |
| <i>Homalodisca lucernaria</i> | 2.93 | 0.79 | 0.10 |
| <i>Homalodisca vitripennis</i> | 0.98 | 0.26 | 0.10 |
| <i>Hortensia similis</i> | 5.37 | 28.42 | 49.64 |
| <i>Ollarianus strictus</i> | 0.49 | 1.05 | 0.10 |
| <i>Ponana citrina</i> | 14.63 | 14.74 | 2.68 |
| <i>Typhlocybella maidica</i> | 2.44 | 0.79 | 0.10 |
| Especie presente en dos sitios | | | |
| <i>Neocoelidia lineata</i> | - | 0.26 | 0.10 |

| Especies presentes en un sitio | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|
| <i>Chlorotettix scutellatus</i> | - | 0.26 | - |
| <i>Diedrocephala variegata</i> | - | - | 0.10 |
| <i>Dilobopterus instratus</i> | - | 1.32 | - |
| <i>Erythrogonia gossana</i> | - | 5.53 | - |
| <i>Exitianus angulatus</i> | - | 0.53 | - |
| <i>Exitianus picarus</i> | - | 0.26 | - |
| <i>Ollarianus insignis</i> | - | 0.53 | - |
| <i>Osbornellus clarus</i> | - | 0.26 | - |
| <i>Protalebrella brasiliensis</i> | - | - | 0.21 |
| <i>Pseudophera heterogena</i> | 0.49 | - | - |
| <i>Siboria nielsoni</i> | - | 2.11 | - |
| <i>Stirellus bicolor</i> | - | 2.11 | - |
| <i>Tylozygus fasciatus</i> | - | 0.53 | - |
| <i>Tylozygus geometricus</i> | - | 0.53 | - |
| <i>Xerophloea sp.</i> | - | 0.26 | - |

El análisis de agrupación de especies por sitio mostró que 21 especies se registraron en los tres sitios y el resto se registró en un solo sitio o en dos (cuadro 2). Se encontró que algunas especies solamente se registraron en un sitio: en plantas de maíz se registró una especie (*Pseudophera heterogena*), en área adyacente con gramíneas se registraron dos especies (*Diedrocephala variegata* y *Protalebrella brasiliensis*), y en los bordes del cultivo se registraron 12 especies (*Chlorotettix scutellatus*, *Dilobopterus instratus*, *Erythrogonia gossana*, *Exitianus angulatus*, *Exitianus picarus*, *Ollarianus insignis*, *Osbornellus clarus*, *Siboria nielsoni*, *Stirellus bicolor*, *Tylozygus fasciatus*, *Tylozygus geometricus*, *Xerophloea sp.*).

Efecto de insecticidas sistémicos en las poblaciones de cicadellidae

Para determinar el efecto de las dos aplicaciones de insecticidas en el cultivo de maíz (etapa V4 y V8), las poblaciones de cicadellidae se muestrearon en las etapas V6, V8, V10 y V12. En la etapa V6 no se observó diferencias significativas entre los tratamientos ($F=1.50$, $GL=4, 19$, $P<0.2520$). Sin embargo, en la etapa V8 ($F=7.43$, $GL=4, 19$, $p<0.0017$), etapa V10 ($F=8.89$, $GL=4, 19$, $p<0.0007$) y etapa V12 ($F=9.33$, $GL=4, 19$, $P<0.0005$) se observó que los insecticidas ciantraniliprole, pymetrozina, y flomicamid causaron supresión significativa de las poblacional de cicadellidae (figura 1). El insecticida flupiradifurone sólo causó supresión significativa de las poblaciones de cicadellidae en la etapa V10, pero no en la V8 y V12.

Incidencia y severidad

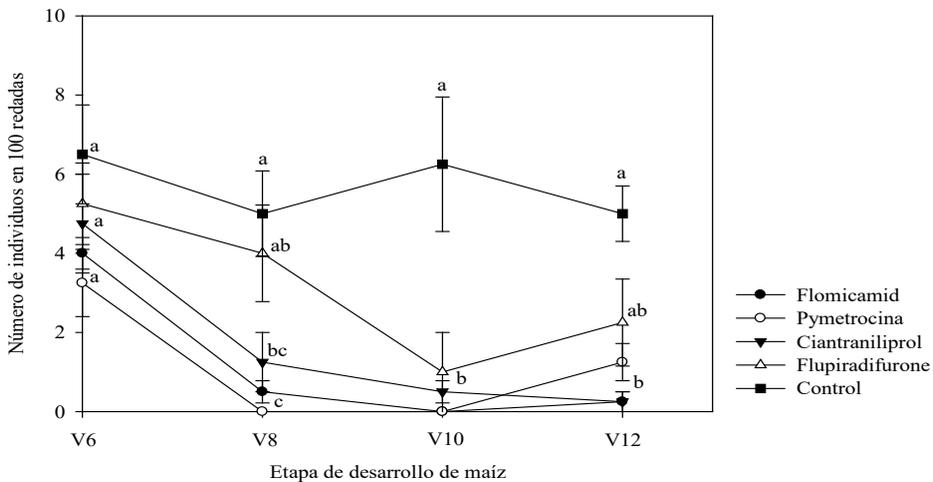
La incidencia y severidad de achaparramiento se evaluó en etapa R3 (20 días después de la floración). La incidencia del achaparramiento en las parcelas tratadas con los insecticidas osciló entre 25.8 a 33.3%, mientras que en la parcela sin tratamiento (testigo) la incidencia fue de 54.1%. Se observó que los insecticidas flonicamid, pymetrozina y ciantraniliprole redujeron significativamente la incidencia. Para el caso de la severidad del daño por achaparramiento, en general éste estuvo debajo de nivel 1 en todos los tratamientos, incluyendo el control (figura 2). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Figura 1

Efecto de los tratamientos insecticidas en las poblaciones de cicadellidae en el cultivo de maíz (media \pm error estándar del número de individuos de 100 redadas). Las medias que no comparten letras son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$).

Los insecticidas se aplicaron en las etapas fenológicas V4 y V8

2D Graph 1



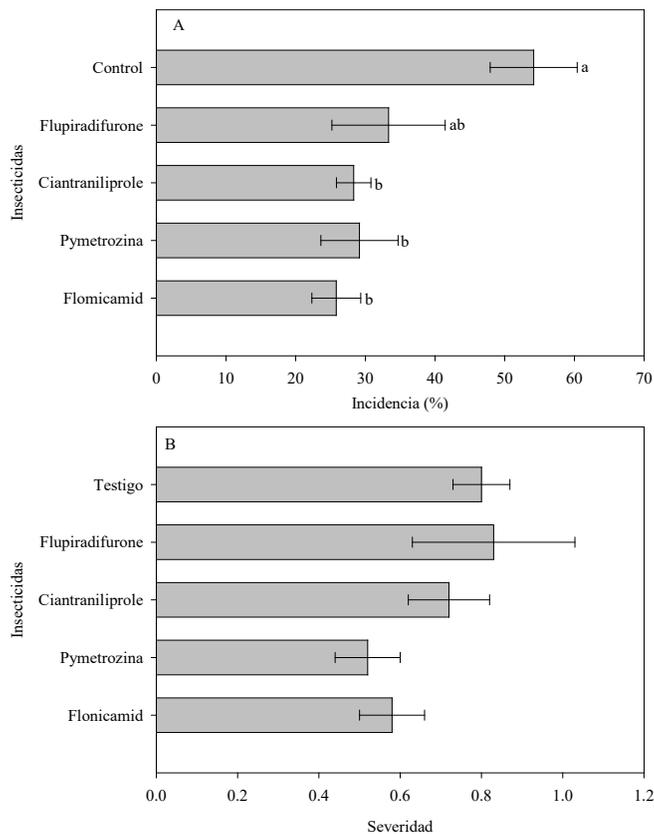
Discusión

El presente estudio contribuye al conocimiento de la diversidad de cicadellidae en el cultivo de maíz. La diversidad de cicadellidae se evaluó en tres sitios (plantas de maíz, bordes del cultivo y área adyacente con gramíneas) en el municipio de Conkal, ubicado al norte del estado de Yucatán. En total se encontraron 37 especies, notándose diferencias en la diversidad y abundancia relativa de especies por sitio. Las especies más abundantes asociadas a las plantas de maíz fueron *Empoasca* sp., *Ponana citrina* y *Dalbulus maidis*; en los bordes del cultivo fueron *Hortensia similis*, *Empoasca* sp. y *Ponana citrina*; y en área adyacente con gramíneas destacaron *Hortensia similis*, *Draeculacephala soluta* y *Empoasca* sp. Es importante resaltar que *Dalbulus maidis*, registrada como especie abundante en las plantas de maíz, se considera el vector más importante del achaparramiento del maíz

(Nault y Madden, 1985). Esta especie también se registró con cierto grado de abundancia en los bordes del cultivo, área considerada de suma importancia como reservorio de *D. maidis* en temporadas de ausencia de plantas de maíz (Pinedo-Escatel *et al.*, 2018).

Figura 2

Efecto de los tratamientos de los insecticidas en la incidencia (A) y severidad (B) de achaparramiento en el cultivo de maíz en etapa R3. Las barras muestran medias \pm error estándar. Las medias que no comparten letras son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$). Los insecticidas se aplicaron en las etapas fenológicas V4 y V8



En cuanto al efecto de los insecticidas en la supresión de las poblaciones de cicadellidae, los insecticidas sistémicos flonicamid, pymetrozina y ciantraniliprole demostraron ser efectivos, ya que disminuyeron más del 70% las poblaciones de cicadellidae. Algunos estudios sobre control químico de cicadellidae en maíz han documentado la efectividad de insecticidas organofosforados, como clorpirifos, donde se observó que las poblaciones de *Dalbulus maidis* disminuyeron significativamente después de la aplicación (Michereff y Della, 2002). La aplicación de otros insecticidas de nueva generación, como el imidacloprid, también ha sido

efectivo en la supresión de las poblaciones de cicadellidae en maíz (Valarezo y Valarezo, 2014). Cabe mencionar que la densidad poblacional de cicadellidae en las plantas de maíz se considera baja, pero, aun así, se presentó alta incidencia de achaparramiento en las plantas de maíz sin tratar (más de 50%). La incidencia disminuyó significativamente, con valores promedios entre 25 a 30% en las plantas tratadas con flonicamid, pymetrozina o ciantraniliprole. La severidad del daño en general también fue baja (de grado 0 a grado 1), y no se observó efecto de los tratamientos insecticidas en esta variable. Valarezo y Valarezo (2014) observaron efectos positivos en la supresión de daño por achaparramiento mediante tratamiento de cicadellidae con insecticidas químicos, lo cual sugiere, al igual que los resultados del presente trabajo que al controlar la población de chicharritas, se reduce la incidencia de plantas con achaparramiento. El presente trabajo entonces deja constancia de la efectividad de los insecticidas sistémicos flonicamid, pymetrozina y ciantraniliprole, mismos que podrían ser una alternativa viable en la lucha contra el achaparramiento del maíz. Estos insecticidas pertenecen a diferentes grupos toxicológicos y consecuentemente se puede establecer un programa de aplicación en el cultivo de maíz para evitar la selección de poblaciones de cicadellidae resistentes a estos insecticidas. Este programa incluiría la aplicación inicial de ciantraniliprole en rotación con flonicamid, pues ambas moléculas son consideradas en la clase IV (banda verde) definido como productos de bajo riesgo de toxicidad al humano, en comparación con la pymetrozina, ubicada en la clase III (banda azul), la cual es definida como producto ligeramente tóxico al humano. Este último insecticida podría ser aplicado, pero con menor frecuencia para el manejo del complejo cicadellidae-achaparramiento. Por último, es importante notar en el presente trabajo que la severidad del achaparramiento en las plantas no tratadas también fue baja, con grado de daño menor a 1. Lo anterior indica que la enfermedad no fue tan severa en el cultivo de maíz, lo cual pudo deberse a que el cultivar de maíz no fuera altamente susceptible, también pudo ser que las condiciones ambientales no fueran las apropiadas para el desarrollo de la enfermedad o las condiciones nutricionales de las plantas pudieran disminuir el grado de daño de la enfermedad. Aunque la severidad del achaparramiento haya sido baja, se considera que puede existir mermas considerables en el rendimiento de grano del cultivo, lo cual, dependiendo de la variedad, se sabe que de grado 0 a grado 1 el rendimiento de grano puede disminuir entre 5 a 25%, así también la incidencia tiene relación proporcional negativa con el rendimiento de grano (Oleszczuk *et al.*, 2020). Es preciso resaltar entonces, que la aplicación de insecticidas que reduzcan la densidad de chicharritas, tendrá un efecto directo en la disminución de incidencia de achaparramiento en las plantas de maíz, lo cual garantizaría mejores rendimientos de grano en el cultivo.

Conclusión

El cultivo de maíz alberga una amplia diversidad de especies de cicadellidae. Se registró como las especies más abundantes: *Empoasca* sp., *Ponana citrina* y *Dalbulus maidis* en plantas de maíz. Así mismo, se registraron las primeras dos especies, además de *Hortensia similis* en los bordes de cultivo y *Draeculacephala soluta* en área adyacente con gramíneas.

Se registró la especie vector más importante de achaparramiento en maíz, *D. maidis*, como una especie abundante en plantas de maíz.

En la evaluación de insecticidas sistémicos, se encontró que flonicamid, pymetrozina y ciantranilprole fueron los más efectivos en el control de las poblaciones de cicadellidae. Las plantas de maíz tratadas con estos insecticidas tuvieron menor incidencia de achaparramiento comparado con las plantas del control.

Agradecimientos

Se agradece a José María Salazar, Ana Guzmán, Antonio Cruz, Ginna Piste y Katia Amaya, Alfredo Guevara, Marcos Cuá, Aldo Chan, Enrique Sánchez y Paula Ku, por el apoyo durante el mantenimiento del cultivo de maíz y la recolecta de insectos. Se Agradece al Tecnológico Nacional de México por el apoyo financiero al proyecto 21341.24-P titulado “Evaluación de insecticidas sistémicos para el manejo del complejo chicharritas-achaparramiento en maíz y su compatibilidad con abejas nativas”

Literatura citada

- Alcántara-Mendoza, S.; Ortíz, T.D.; De León, C.; **Cárdenas** S.E.; Hernández-Anguiano, A.M.; Mejía-Sánchez, D. y Torre-Almaraz, R.D.L. (2010). Detección y evaluación del fitoplasma Maize Bushy Stunt en el estado de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 28(1): 34-43.
- Blanco-Rodríguez, E.; Romero-Nápoles, J.; Lomelí-Flores, J.R.; Mora-Aguilera, G. y Dietrich, C.H. (2022). Leafhoppers Associated with Citrus Orchards on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Southwestern Entomologist*. 47(1): 97-106.
- Cely, O.V.A. y Beltrón, C.O.V. (2013). Efecto de tratamientos insecticidas, antes de la siembra, a la semilla de dos híbridos de maíz. *La Técnica*. 11: 26-33.
- Dietrich, C.H. (2005). Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*. 88(4): 502-517.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. (2018). InfoStat, version 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- McKamey, S.H. (2002). Leafhoppers of the world database: progress report p. 85, in Hoch, H, M. Asche, C. Homberg and P. Kessling (eds.). 11th International Auchenorrhyncha Congress, 5-9 August 2002, Potsdam/Berlin, Germany. Pp 5-9.
- Mendoza, E.M.; López, B. A.; Rodríguez, Herrera S.A.; Oyervides, García- De-León, C. y Jeffers, D.P. (2002). Acción **génica de la** resistencia al achaparramiento del maíz causado por espiroplasmas, fitoplasmas y virus. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 20(1): 13-17.
- Meneses, A.R.; Querino, R.B.; Oliveira, C.M.; Maia, A.H.N. y Silva, P.R.R. (2016). Seasonal and vertical distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazilian corn fields. *Florida Entomologist*. 99(4): 750-754.
- Michereff-Filho, M. y Della L. (2002). Response to the insecticide chlorpyrifos by arthropods on maize canopy, *International Journal of Pest Management*. 48(3): 203-210
- Moya-Raygoza, G. (2002). Distribución y hábitats de *Dalbulus* spp. (Homóptera: Cicadellidae) durante la estación seca en México. *Acta Zoológica Mexicana*. 85: 119-128.
- Moya-Raygoza, G.; Albarracin, E.L. y Virla, E.G. (2012). Diversity of egg parasitoids attacking *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) populations at low and high elevation sites in Mexico and Argentina. *Florida Entomologist*. 95(1): 105-112.

- Nault, L.R. (1983). Origins in Mesoamerica of maize viruses and mycoplasmas and their leafhopper vectors, pp. 259-266 In Plumb RT, Thresh JM [eds.], *Plant Virus Epidemiology: The Spread and Control of Insect-Borne Viruses*. Blackwell, Oxford, Oxfordshire, England.
- Nault, L.R. y Madden, L.V. (1985). Ecological strategies of *Dalbulus* leafhoppers. *Ecological Entomology*. 10(1): 57-63.
- Neves, T.N.C.; Foresti, J.; Silva, P.R.; Alves, E.; Rocha, R.; Oliveira, C.; Picanço, M.C. y Pereira E.J.G. (2022). Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. *Pest Management Science*. 78(4): 1482-1491.
- Oleszczuk, J.D.; Catalano, M.I.; Dalaisón, L.; Di Rienzo, J.A.; Giménez, P.M.P. y Carpane, P. (2020). Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. *PLoS One*. 15(10): e0234454.
- Pérez-López, E.; Wist, T.; Dumonceaux, T.; Rodríguez, L.M.; Nordin, D.; Castro-Luna, A.; Iglesias-Andreu, L. y Olivier C. (2018). Detection of maize bushy stunt phytoplasma in leafhoppers collected in native corn crops grown at high elevations in southeast Mexico. *Florida Entomologist*. 101(1): 12-19.
- Pinedo-Escatel, J.A. y Blanco-Rodríguez, E. (2016). Notas del género *Dalbulus* DeLong, 1950 (Hemiptera: Cicadellidae) en México. *Folia Entomológica Mexicana*. 2(1): 16-19.
- Pinedo-Escatel, J.A.; Blanco-Rodríguez, E. y Nah-Ramos, S. (2024). Leafhopper fauna (Hemiptera: Cicadellidae) of Yucatán: new records for Mexico, geographic distribution, notes, and species of economic importance. *Dugesiana*. 31(1): 3-18.
- Pinedo-Escatel, J.A.; Dietrich, C.H.; Zahniser, J.N.; Moya-Raygoza, G. y Portillo, L. (2021). A dichotomous key and checklist for Mexican *Athysanini* leafhopper genera (Hemiptera: Cicadellidae) with a new species from the Oaxacan dry tropical forest. *European Journal of Entomology*. 118: 255-278.
- Pinedo-Escatel, J.A. y Moya-Raygoza, G. (2018). Diversity of leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) associated with border grasses and maize during the wet and dry seasons in Mexico. *Environmental entomology*. 47(2): 282-291.
- Silveira, C.H. (2019). Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho. Tesis de maestría. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Sao Paulo. Pp. 22-43.
- Suárez-Jiménez, D.R.; Ruiz-Sánchez, E.; Latournerie-Moreno, L. y Nava-Guizar, F. (2023). Diversidad de chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) en cultivos de maíz criollo en Yucatán. *Acta Fitogenética*. 9(1): 58.
- Toledo, A.V.; Lencov, A.M.M. y López Lastra, C.C. (2007). Pathogenicity of fungal isolates (Ascomycota: Hypocreales) against *Peregrinus maidis*, *Delphacodes kuscheli* (Hemiptera: Delphacidae), and *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), vectors of corn diseases. *Mycopathologia*. 163(4): 225-232.
- Torres-Moreno, R.; Moya-Raygoza, G. y Pérez-López, E. (2015). Absence of corn stunt spiroplasma and maize bushy stunt phytoplasma in leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) that inhabit edge grasses throughout winter in Jalisco, Mexico. *Florida Entomologist*. 98(3): 967-969.
- Valarezo, C.O. y Valarezo, N.R. (2014). Evaluación del efecto de imidacloprid para el combate de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) en dos híbridos de maíz, en el valle del río Portoviejo. *La Técnica*. 13: 6-17.