
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



ECOLOGÍA DE LA CHICHARRITA DEL MAÍZ *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN MAÍZ DE TEMPORAL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

CLAUDIA GALAVIZ MEJÍA

Las Agujas, Zapopan, Jal., Diciembre 2005.



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Carrera de Licenciado en Biología

CLAUDIA GALAVÍZ MEJÍA
PRESENTE.

Manifestamos a usted que con esta fecha se ha aprobado su tema de titulación en la modalidad de: TESIS E INFORMES **Opción TESIS** con el título: **"ECOLOGÍA DE LA CHICHARRITA DE MAÍZ *DALBULUS MAIDIS*"(DELONG & WOLCOTT)(HEMIPTERA : CICADELLIADE) DURANTE LA ESTACIÓN SECA DE MAÍZ DE TEMPORAL.** Para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como director de dicho trabajo el **DR. GUSTAVO MOYA RAYGOZA.**

Sin otro particular, aprovecho para mandarle un cordial saludo

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA "

Las Agujas; Zapopan, Jal., 11 de Octubre del 2004

DR. CARLOS ALVAREZ MOYA
PRESIDENTE DE COMITÉ DE TITULACION



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

DRA. ANA RAMÍREZ QUITANA CARR
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

Dr. Carlos Álvarez Moya.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Carrera de Licenciado en Biología.
 CUCBA.
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad Tesis, opción Tesis con el título: "ECOLOGÍA DE LA CHICHARRITA DEL MAÍZ *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) DURANTE LA ESTACIÓN SECA EN MAÍZ DE TEMPORAL" que realizó la pasante CLAUDIA GALAVIZ MEJÍA con número de código 699007842 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

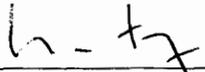
Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

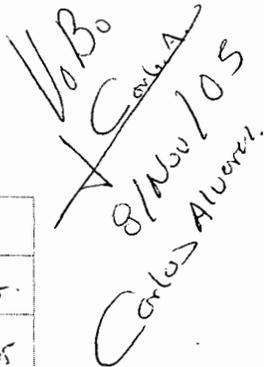
ATENTAMENTE

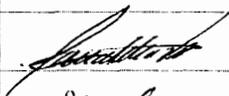
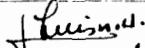
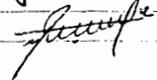
Las Agujas, Zapopan, Jal., a 7 de noviembre del 2005

DIRECTOR DEL TRABAJO

ASESOR


 Dr. Gustavo Moya Raygoza


 8/Nov/05
 Carlos Álvarez

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
M.C. Ana Lilia Viguera Guzmán		14. Nov. 2005
M.C. Liberato Portillo Martínez		9. Nov. 2005
M.C José Luis Navarrete Heredia		8. Nov. 2005
Supl. M.C. J. Jesús Ruiz Moreno		8/Nov/2005

Un agradecimiento a CONACYT por apoyar el proyecto con clave 38689-B titulado, "INTERACCIÓN ENTRE INSECTOS VECTORES DE ENFERMEDADES A PLANTAS, PATÓGENOS Y ENEMIGOS NATURALES: UN ESTUDIO PIONERO", del cual recibí una beca.

AGRADECIMIENTOS

Para un maestro extraordinario, mi más grande reconocimiento; por su paciencia, confianza, tiempo, dedicación y por todo el apoyo recibido desde que le conocí. Mi admiración siempre para usted. Dr. Gustavo Moya-Raygoza.

A mis papás un agradecimiento especial, porque jamás escatimaron su esfuerzo, para darme amor, confianza, apoyo, porque me han enseñado a seguir adelante y así lograr mis metas. Mi reconocimiento hoy, mañana y siempre. Los amo.

Un agradecimiento a mis amigos que fortalecieron mi vida, dándome la oportunidad de compartir sus experiencias, sentimientos, alegrías, tristezas. Por todo ello. ¡Muchas gracias! Y aunque la distancia nos separe saben que siempre los llevo en mi corazón. Los quiero.

DEDICATORIA

En este espacio tan importante, dedico esta tesis con todo mi corazón, a grandes personas que son parte de mi vida; a mis papás Esthela y Silvino. Hermanos: Karla, Churruy, Gaby y Silvana, al Dr. Gustavo Moya, abuelos, sobrinos, tíos, primos, a mis cuñados, a mis amigos de Los Cabos y Guadalajara y a Dios.

Me llena de emoción poder compartir este trabajo con todos ustedes.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	III
RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
La chicharrita del maíz <i>Dalbulus maidis</i>	3
Tamaño del cuerpo de los insectos con relación al ambiente.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	7
HIPÓTESIS.....	8
OBJETIVOS.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
I. Supervivencia de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> durante la estación seca (condiciones experimentales).....	9
II. Adultos de <i>Dalbulus maidis</i> al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.....	10
III. Tamaño y color de los adultos de <i>Dalbulus maidis</i> colectados al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
I. Supervivencia de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> durante la estación seca (condiciones experimentales).....	12
II. Adultos de <i>Dalbulus maidis</i> al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.....	14

III. Tamaño y color de los adultos de <i>Dalbulus maidis</i> colectados al final de la estación lluviosa y principios de la estación seca.....	16
CONCLUSIONES.....	22
LITERATURA CITADA.....	23

RESUMEN

La chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* es una de las principales plagas de este cereal en América Latina. A pesar de que este insecto ha sido muy estudiado, poco se sabe sobre su biología durante la estación seca en maíz sembrado en la época de temporal (estación lluviosa). Por lo tanto, se efectuó este estudio en maíz sembrado en la época de temporal en Zapopan, Jalisco, México para; 1. Determinar si los adultos de *D. maidis* sobreviven la estación seca localmente en maíz seco o en pastos que crecen durante la estación seca, 2. Saber si existen adultos de *D. maidis* en varios hábitats al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa, y 3. Describir las características de color y tamaño de los adultos colectados. Los resultados sugieren que los adultos de *D. maidis* no lograron pasar toda la estación seca en los hábitats locales investigados y ayuda a sostener la hipótesis que los adultos necesitan viajar largas distancias para colonizar maíz que es sembrado durante la estación lluviosa. Se colectaron adultos de la chicharrita del maíz en maíz en senectud, en pastos verdes que crecieron durante la estación seca, y en plántulas de maíz sembradas al inicio de la estación lluviosa. Nunca se colectaron ninfas en las anteriores plántulas de maíz y la mayoría de los adultos colectados en dichas plántulas fueron hembras, las que aparentemente están mejor adaptadas que los machos para colonizar los nuevos cultivos de maíz sembrados en la estación lluviosa. Las hembras y machos colectados en maíz en senectud y pastos verdes son más oscuros. Además, los adultos colectados en plántulas de maíz en la estación lluviosa son de mayor tamaño y tienen alas más largas, lo que sugiere que están adaptados para sobrevivir periodos sin alimento y efectuar largas migraciones.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las principales fuentes alimenticias para las comunidades rurales en México, sin embargo su producción es disminuida debido al ataque de una de las plagas más importantes de América Latina, conocida como la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* (DeLong y Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) (Nault, 1990). Este insecto es un importante vector de tres patógenos que causan el "achaparramiento del maíz", los cuales son; el virus rayado fino del maíz (Marafivirus); el espiroplasma (*Spiroplasma kunkelii*) y el fitoplasma del maíz (especie aun no determinada), (Nault, 1990). En conjunto, estos son considerados como los factores limitantes más importantes para la producción de maíz causando grandes pérdidas económicas.

La chicharrita del maíz es un cicadélido que predomina en las zonas cálidas y costeras, donde llega a causar reducción del 25% o más en rendimiento de grano y además limita la posibilidad de efectuar siembras tempranas (Barnes, 1954).

Los huevos de la chicharrita del maíz son depositados uno a uno en hileras de hasta 24 unidades, preferentemente sobre la vena central de las hojas, pero es posible encontrarlos en la superficie foliar y a veces en el tallo. Son ovalados-alargados y pueden verse a través de los tejidos de las hojas cuando está por terminar la incubación, la cual dura de siete a ocho días (Todd *et al.*, 1991).

Las ninfas pasan por cinco estadios en un tiempo de once a quince días y son bastante móviles. Los adultos, se localizan generalmente en el cogollo de la planta, son pequeños, de color crema, de aproximadamente 3 mm de longitud, y pueden vivir 55 días en promedio (Barnes, 1954). Desarrollan dos generaciones, la primera aparece entre mayo

y junio y la segunda empieza en octubre durante un ciclo agrícola de maíz de temporal, es más abundante durante la segunda generación (Todd *et al.*, 1991). Desafortunadamente, no se sabe dónde pasan la estación seca estos adultos producidos en la segunda generación. Por lo tanto, es necesario desarrollar investigaciones para conocer si dichos adultos pasan la estación seca localmente o si son emigrantes.

ANTECEDENTES

La chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* (DeLong y Wolcott)

Dalbulus maidis se clasifica dentro de la clase Insecta, orden Hemiptera y familia Cicadellidae (Nault, 1990). La chicharrita del maíz es un insecto pequeño que mide de 3.0 a 4.4 mm de largo en estado adulto. Los machos son más pequeños y de color amarillo claro a paja oscura; las hembras presentan color amarillo claro. Ambos presentan dos manchas en la cabeza. Su distribución es desde el sur de los Estados Unidos, hasta Argentina, pasan por México, Centro América y las Islas del Caribe. Esta especie se encuentra distribuida por todas las altitudes donde se cultiva maíz (Nault, 1990), sin embargo predomina en altitudes menores a los 750 m (Barnes, 1954).

Los individuos de *D. maidis* necesitan de 23 días a 26° C y 50% de humedad relativa para llegar a estado adulto desde la oviposición (Todd *et al.*, 1991). En condiciones favorables muestran tasas de desarrollo rápido durante los estadios ninfales. Los adultos de la primera generación utilizan la vena media del maíz para poner sus huevecillos y eso es un requisito previo para el desarrollo de una segunda generación vigorosa; puesto que el hábitat del maíz es corto en tiempo, las chicharritas se especializan en el maíz al pasar sus etapas de supervivencia del invierno como adultos (Madden *et al.*, 1986).

Dalbulus maidis tiene como plantas hospederas primarias al maíz y sus parientes cercanos; teosintes y *Tripsacum* spp. (Nault, 1990; Nault y DeLong, 1980). En los teosintes, existen varias especies perennes y anuales; el hábitat de estos es caracterizado por inviernos secos y veranos húmedos (Wilkes, 1972; 1979). Aparecen como hierbas a los lados de los caminos y es común que formen híbridos con el maíz. El *Tripsacum* se encuentra casi en el mismo hábitat de los teosintes y es perenne (De Wet *et al.*, 1976).

Una forma de control cultural de la chicharrita del maíz es mediante el uso del policultivo frijol-maíz (Téllez y Maes, 1991). Quienes recomiendan sembrar primero el frijol, luego, a los 30 ó 40 días, sembrar el maíz entre las hileras del frijol; este sistema permite al frijol, proteger al maíz durante sus primeras etapas de desarrollo, es decir, hasta los 25 ó 30 días.

Cuando las poblaciones de la chicharrita del maíz se incrementan, se puede aplicar insecticidas químicos de acción sistémica al follaje y con acción contra chupadores tales como: Agrothion, Ambathion, Basudin, Bidrin, Birlane, Bux, Diazinon, Elocron, Famid, Hylemox, Neocidol, Nialate, y Saprecon. También se pueden aplicar productos de tipo sistémico y granulados tirados al suelo tales como Curater, Thimet, y Vydate, en la época de siembra, que protegerán las plantas por unos 30 días (Téllez y Maes, 1991).

Por otro lado, se han encontrado varias especies de insectos que son enemigos naturales de *D. maidis*; como la mosca *Metadorylas spinosus* (Hardy) (Diptera: Pipunculidae), el estrepsíptero *Halictophagus naulti* Kathirithamby y Moya-Raygoza (Strepsiptera: Halictophagidae) y la avispa *Gonatopus bartletti* Olmi (Hymenoptera: Drynidae) (Moya-Raygoza y Trujillo-Arriaga, 1993; Kathirithamby y Moya-Raygoza, 2000).

Tamaño del cuerpo de los insectos con relación al ambiente.

Las poblaciones de insectos varían en el tamaño del cuerpo y la coloración a través de diferentes latitudes, elevaciones y estaciones. Por ejemplo, la regla Bergmann sugiere que el tamaño del cuerpo aumenta a mayores latitudes que otras que están cerca del ecuador. Lo anterior se ha demostrado que ocurre en hormigas tales como *Leptothorax*

acervorum (F.) (Heinze *et al.*, 2003) y varias especies de la subfamilia Formicinae (Cushman *et al.*, 1993), la abeja *Apis floralae* F. (Tahmasebi *et al.*, 2002), la mosca *Drosophila subobscura* Collin (Huey *et al.*, 2000), y la hormiga león *Myrmeleon immaculatus* DeGeer (Arnett y Gotelli, 1999). Las elevaciones causan que algunas especies de insectos sean más grandes a elevaciones altas, y algunas más pequeñas a elevaciones bajas (Arnett y Gotelli, 1999), mientras que a otros no les afecta la altitud (Smith *et al.*, 2000). La coloración oscura es un patrón típico demostrado por los insectos en elevaciones y latitudes más altas, como se encuentra en la abeja *Bombus polaris* Curtis (Richards, 1973). También los insectos varían en tamaño y color en respuesta a las condiciones del ambiente y las estaciones. Larsen y Nault (1994) encontraron que los adultos de la chicharrita de maíz, criados bajo ambientes que simulaban el comienzo de la estación seca (octubre) en México, eran más grandes y más oscuros que los adultos criados que bajo condiciones que simulaban la estación lluviosa (junio) en México. En general, los insectos más grandes y más oscuros se adaptan para sobrevivir en condiciones ambientales ásperas siendo la temperatura y el fotoperiodo los agentes primarios de la selección (Tauber *et al.*, 1986; Addo-Bediako *et al.*, 2000; Loeschcke *et al.*, 2000; Hazle, 2002; Heinze *et al.*, 2003).

Pocos estudios han examinado como el tamaño del cuerpo y color de los insectos plagas varían respecto a la latitud, elevación y a las estaciones (Moya-Raygoza *et al.*, 2005). El centro de México (sobre el eje neovolcánico transversal) es considerado el área de origen de *D. maidis* (Nault, 1990). De esta área de origen, las poblaciones de chicharritas del maíz se han dispersado al norte y sur (Nault, 1990).

Un estudio realizado por Moya-Raygoza *et al.*, (2005) describe la variación en la longitud del ala, anchura de la cabeza y el color de *D. maidis* de 21 sitios de México en latitudes neárticas y neotropical, en bajas elevaciones (<700m) y altas elevaciones (>

700m) y la estación lluviosa (junio) y en el hábitat de maíz irrigado en la estación seca (octubre). Hembras y machos de *D. maidis* fueron colectados de 21 sitios localizados entre 15°,72' N y 25°,48' N latitud y entre los 2 y 1,203 m. de elevación. Hembras y machos de la latitud neártica fueron más largos y más oscuros que las chicharritas de latitud neotropical. Por otro lado, las elevaciones no afectan al tamaño o color de hembras y machos de las chicharritas (Moya-Raygoza *et al.*, 2005)

En un sitio de maíz irrigado que es sembrado todo el año en (Colima), las hembras y machos colectados en octubre tuvieron las alas más largas que las hembras y machos colectados en junio. En un sitio de maíz no irrigado (Zapopan), hembras colectadas en junio presentaron alas largas, cabezas anchas y color más oscuro que las hembras colectadas en octubre (Moya-Raygoza *et al.*, 2005).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que *D. maidis* pasa la estación lluviosa como adulto en maíz sembrado bajo temporal (junio-noviembre). Sin embargo, no se sabe si estos adultos pasan la estación seca (diciembre-mayo) localmente en el hábitat donde se sembró el maíz de temporal. Por lo tanto, es necesario efectuar investigaciones en condiciones naturales para determinar si los adultos de la chicharrita del maíz pasan localmente la estación seca.

JUSTIFICACIÓN

Se conoce que *D. maidis* es considerado como una de las plagas clave del maíz y que es un problema grave para toda América Latina. Además, esta chicharrita causa pérdidas económicas a un gran número de agricultores dedicados a producir maíz, sin embargo no se han realizado estudios relacionados a la supervivencia durante la estación seca. El presente trabajo será de gran utilidad para desarrollar una estrategia de control contra esta plaga, ya que al conocer su ecología durante la estación seca, la población de *D. maidis* podría ser disminuida y así los agricultores de maíz en México y América Latina, tendrán un beneficio por los resultados arrojados en este estudio.

HIPÓTESIS

El maíz seco originado de maíz en senectud y los pastos que crecen durante la estación seca en el anterior maíz, no son hábitats para que los adultos de *D. maidis* sobrevivan toda la estación seca.

OBJETIVOS

1. Determinar si los adultos *D. maidis* sobreviven la estación seca localmente en maíz seco o en pastos.
2. Determinar si existen adultos de *D. maidis* en varios hábitats al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.
3. Describir las características de color y tamaño de los adultos de *D. maidis* colectados en varios hábitats al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

I. Supervivencia de adultos de *D. maidis* durante la estación seca (condiciones experimentales).

Se efectuaron cuatro tratamientos en octubre del 2004 a agosto del 2005 en un cultivo de maíz localizado en las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco. Para el primer tratamiento se incluyeron adultos en maíz en estado de senectud, pastos verdes y depredadores; en el segundo tratamiento se incluyó adultos, maíz en estado de senectud y pasto verde; el tercer tratamiento estuvo constituido por adultos y maíz en estado de senectud; y en el cuarto tratamiento solamente se incluyó maíz en estado de senectud.

Los adultos usados en los cuatro tratamientos fueron criados en laboratorio y obtenidos de una colecta durante las dos primeras semanas de Septiembre del 2004 en un cultivo de maíz localizado en Zapopan. A los adultos colectados, se les dio un periodo de oviposición de 72 horas para lograr obtener adultos de la misma edad en los tratamientos donde fueron liberados.

Se utilizaron cuatro jaulas de emergencia, las cuales son de madera y forradas con tela de "tul" y miden (150 cm largo x 150 cm ancho x 86 cm frente), para cada tratamiento, las cuales se colocaron el 22 de octubre del 2004. Dichas jaulas se distribuyeron al azar. En los tratamientos 2, 3 y 4 los depredadores que estaban dentro de las jaulas se colectaron y sacaron. En los tratamientos 3 y 4 los pastos que estaban dentro de las jaulas fueron cortados con un azadon y sacados de las jaulas. En cada una de las jaulas, excepto las del tratamiento 4, el 8 de noviembre del 2004 se liberaron 100 adultos de *D. maidis*.

Una vez liberados los adultos, las jaulas fueron cerradas y revisadas gentilmente cada mes desde noviembre del 2004 hasta abril del 2005 para asegurar que no existieran depredadores y pastos en los respectivos tratamientos donde deberían estar excluidos.

En marzo del 2005 se tomaron muestras de suelo hasta 20 cm de profundidad de cada jaula, para determinar si existía presencia de ninfas y/o adultos de *D. maidis* en el suelo.

En abril del 2005 se introdujeron cinco macetas con plántulas de maíz por jaula, para que los posibles adultos que sobrevivieran la estación seca se alimentaran de ellas y después capturarlos con un aspirador. Además, se introdujeron dos trampas amarillas pegajosas (6.3 cm de largo x 6.3 cm de ancho) por cada jaula para atrapar los posibles adultos sobrevivientes. Las trampas amarillas fueron reemplazadas cada semana y las plántulas de maíz en macetas se remplazaron cada dos semanas. Lo anterior se realizó del 27 de abril hasta el 15 agosto 2005.

II. Adultos de *D. maidis* al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.

Hembras y machos de *D. maidis* fueron colectados en Zapopan, Jalisco, con una red de golpeo (39.7 cm de diámetro) en cuatro diferentes hábitats y fechas. Se colectaron en maíz en estado de senectud el 10 de noviembre 2004; en pastos verdes dentro y sobre los callejones de los cultivos de maíz el 24 diciembre del 2004; en maíz nuevo (plántulas) el 29 junio 2005; y en maíz nuevo (plántulas), pero sembrado tardíamente en la estación el 27 de julio del 2005. Las chicharritas colectadas fueron puestas en alcohol al 70% e identificadas con las claves de Triplehorn y Nault (1985).

III. Tamaño y color de los adultos de *D. maidis* colectados al final de la estación seca y a principios de la estación lluviosa.

Se seleccionaron al azar 10 hembras y 10 machos de los adultos colectados y conservadas en alcohol, para medir su tamaño de las cabezas y alas, además de determinar su coloración. El tamaño de la cabeza fue determinado mediante el cálculo de la distancia entre los ojos compuestos y el largo del ala se determinó midiendo la distancia del ala anterior derecha. La medida fue en micras y con un estereoscopio (ZEISS DV4). Finalmente a cada adulto se le determino si presentaba o no pigmentación oscura en la parte dorsal de su cuerpo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Supervivencia de adultos de *D. maidis* durante la estación seca (condiciones experimentales).

Los datos obtenidos mediante las trampas amarillas y la observación directa sobre las plántulas de maíz colocadas dentro de las jaulas, muestran que los adultos de *D. maidis* liberados al final de la estación lluviosa en noviembre del 2004 no pueden sobrevivir en los cuatro tratamientos hasta el comienzo de la estación lluviosa (Cuadro 1). Desde abril hasta agosto del 2005 no se capturaron adultos de la chicharrita en los tratamientos: 1) maíz en senectud, 2) maíz en senectud y pastos verdes, 3) maíz en senectud, pastos verdes y depredadores, y 4) maíz sin adultos introducidos. Estos datos sugieren la hipótesis que los adultos de *D. maidis* no logran pasar toda la estación seca en los hábitats locales investigados, por lo que se especula que los adultos necesitan viajar largas distancias para colonizar maíz que es sembrado solamente durante la estación lluviosa.

D. maidis pasa la estación seca únicamente como adulto, que puede subsistir, al menos en parte, en ausencia de la planta hospedera con tan solo agua hasta el comienzo de la estación lluviosa. Al iniciar las primeras lluvias los adultos que sobreviven emigran a campos de maíz recién sembrados (Larsen *et al.*, 1992). Sin embargo, los datos aquí obtenidos sugieren que los adultos emigrantes no son de hábitats locales.

En Estados Unidos de Norte América se ha encontrado que los adultos que llegan a ese país pueden venir de otros países (Pitre, 1967). Quien encontró que los adultos de las chicharritas no pasan el invierno en Mississippi y probablemente emigren desde México. Nault (1998), sugiere que aparentemente *D. maidis* llega en grandes cantidades al maíz

II. Adultos de *D. maidis* al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.

Los adultos de la chicharrita del maíz se encontraron en varios hábitats locales y fuera de las cajas de emergencia. Estos primero fueron colectados en la estación seca (noviembre y diciembre 2005) en maíz en estado de senectud, posteriormente en pastos verdes. Los adultos luego, al principio de las lluvias, fueron colectados en plántulas de maíz principalmente en el cogollo de la planta (Cuadro 2). Nunca se encontró ninfas de la chicharrita del maíz en estas plántulas del maíz, lo que confirma la hipótesis que las chicharritas pasan la estación seca como adultos. La proporción de hembras y machos colectados en las anteriores cuatro fechas de muestreo no fue la misma. Por lo tanto, es posible que las hembras colectadas en mayor número en plántulas de maíz tengan mayor habilidad que los machos para migrar y colonizar los nuevos cultivos de maíz sembrados durante la estación lluviosa.

Cuadro 2. Número de adultos de *Dalbulus maidis* al terminar la estación lluviosa en maíz en senectud y pastos y al comienzo de la estación lluviosa en maíz nuevo (plántulas) y maíz nuevo (plántulas) (sembrado tardíamente) en Zapopan, Jalisco, México.

Hábitat	Fecha de colecta	Hembras	Machos	Total
1. Maíz en senectud	10 nov. 2004	58 (34.3)	111 (65.7)	169
2. Pastos verdes dentro y los márgenes del cultivo	24 dic. 2004	33 (78.6)	9 (21.4)	42
3. Maíz nuevo (plántulas)	29 jun. 2005	18 (51.4)	17 (48.6)	35
4. Maíz nuevo (plántulas) sembrado tardíamente	27 jul. 2005	116 (88.5)	15 (11.5)	131

Los números en paréntesis indican el porcentaje por sexo.

III. Tamaño y color de los adultos de *D. maidis* colectados al final de la estación seca y a principios de la estación lluviosa.

El total de los adultos colectados en noviembre y diciembre del 2004 en maíz en senectud y pastos verdes respectivamente fueron oscuros, a diferencia de los adultos colectados en junio y julio 2005 en maíz nuevo (Figura 1). Hembras y machos de *D. maidis* posiblemente son más oscuros durante la estación seca, para poder absorber y conservar el calor y así poder sobrevivir a las temperaturas más bajas que ocurren en la estación seca. Los insectos más oscuros se adaptan para conservar el calor y frecuentemente se desarrollan durante temperaturas frías (Tauber *et al.*, 1986). Larsen y Nault (1994) encontraron que los adultos de la chicharrita de maíz, criados bajo condiciones ambientes que simularon la estación seca (octubre), fueron más oscuros que los adultos que fueron criados bajo condiciones que simularon la estación lluviosa (junio) en México. Además, los insectos más oscuros están adaptados para sobrevivir las condiciones ambientales adversas y considera que las bajas temperaturas y los cortos fotoperiodos son los agentes primarios de la selección (Tauber *et al.*, 1986; Addo-Bediako *et al.*, 2000; Loeschcke *et al.*, 2000; Hazle, 2002; Heinze *et al.*, 2003).

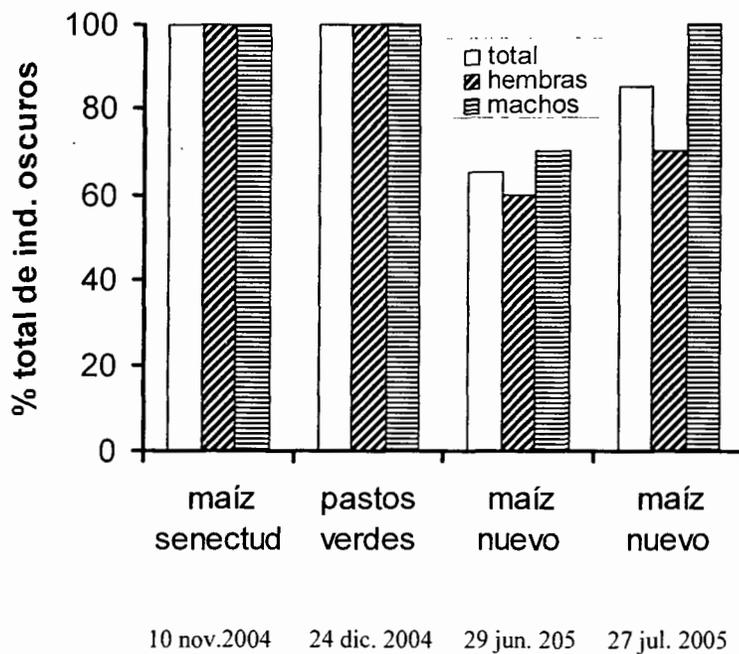
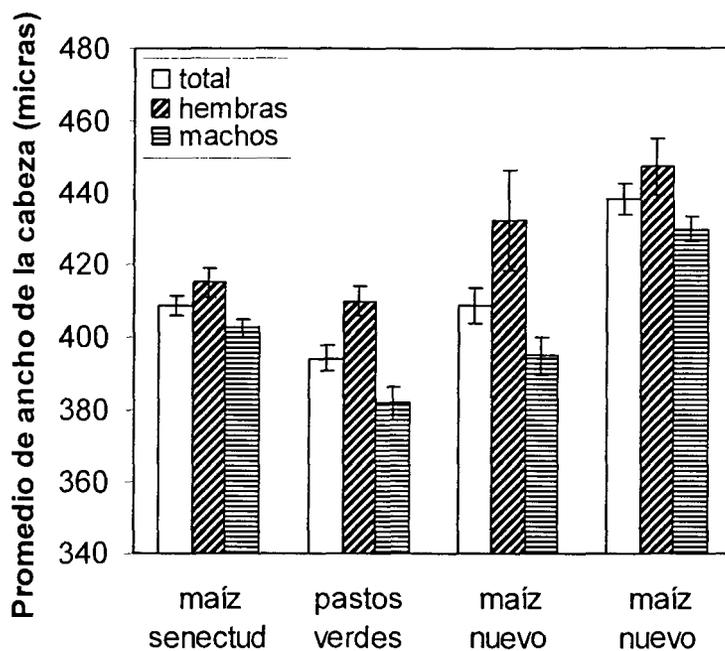


Figura 1. Porcentaje de adultos oscuros de *Dalbulus maidis* colectados al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.

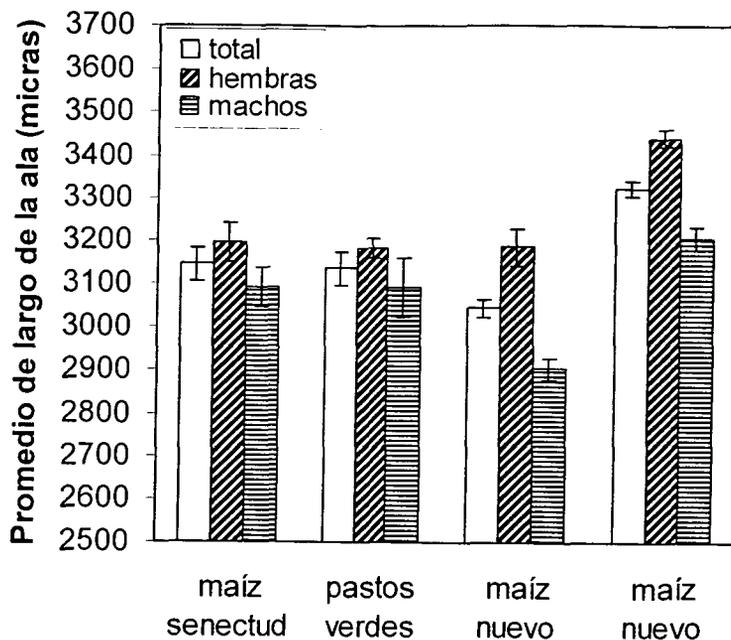
Las hembras y machos con una cabeza de mayor tamaño se encontraron en maíz nuevo sembrado tardíamente el 27 de julio del 2005 (Figura 2). Hembras y machos son más grandes en este mes quizás porque los adultos de *D. maidis* que sobreviven la estación seca, tienen que conservar su energía para emigrar hacia el maíz nuevo cuando empiezan las lluvias y poder asegurar su reproducción y próximas generaciones. El tamaño de la cabeza es un indicador del tamaño del cuerpo (Arnett y Gotelli, 1999). Entre más grande son los individuos de *D. maidis* se adaptan mejor para asegurar su sobrevivencia en ambientes adversos (Larsen y Nault, 1994). Los adultos grandes a menudo sobreviven más que los adultos pequeños, lo cual sugiere que los tamaños más grandes tal vez sean más ventajosos durante el periodo de la privación de la comida o migraciones (Tauber *et al.*, 1986).



10 nov. 2004 24 dic. 2004 29 jun. 2005 27 jul. 2005

Figura 2. Tamaño de la cabeza de los adultos de *Dalbulus maidis* colectados al final de la estación seca y principios de la lluviosa.

Los individuos con un mayor tamaño de alas se colectaron en maíz nuevo sembrado tardíamente en la estación lluviosa el 27 de julio del 2005 (Figura 3). Esto sugiere que las hembras y machos vienen de largas distancias posiblemente de altitudes más bajas donde se siembra maíz irrigado que es sembrado durante todo el año. Debido a que los datos experimentales encontrados en las jaulas de emergencia indican que los adultos de la chicharrita del maíz no pasan la estación seca localmente, es posible que las alas largas sean una forma de adaptación que ayuda a *D. maidis* a dispersarse en las nuevas plantas de maíz.



10 nov. 2004 24 dic. 2004 29 jun. 2005 27 jul. 2005

Figura 3. Tamaño de las alas de los adultos de *Dalbulus maidis* colectados al final de la estación seca y principios de la estación lluviosa.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos experimentalmente al usar cajas de emergencia indicaron que los adultos de *D. maidis* no lograron pasar la estación seca en varios hábitats del maíz sembrado durante la estación lluviosa. Estos hábitats fueron maíz que estaba en senectud y luego se seco y pastos verdes que crecieron durante la estación seca en los callejones o dentro de los cultivos de maíz.
2. Los resultados obtenidos de colectas en maíz durante el final de la estación seca y principios de la estación lluviosa sugieren que los adultos de *D. maidis* provienen de largas distancias para colonizar maíz sembrado durante la estación lluviosa. Además, confirman que *D. maidis* pasa la estación seca como adulto y las hembras aparentemente son las mejor adaptadas para colonizar los nuevos cultivos de maíz sembradas en la estación lluviosa.
3. Hembras y machos colectados durante la estación seca en maíz en estado de senectud y pastos verdes son oscuros y esos les permite estar adaptados para soportar principalmente las bajas temperaturas que ocurren durante los meses de noviembre y diciembre. Además, los adultos colectados en plántulas de maíz en la estación lluviosa son de mayor tamaño y tienen alas más largas, lo que sugiere que están adaptados para sobrevivir periodos sin alimento y efectuar largas migraciones.

LITERATURA CITADA

- Addo-Bediako, A., S. L. Chown y K. J. Gaston. 2000. Thermal tolerance, climatic variability and latitude. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 267: 739-745.
- Arnett, A.E. y N.J. Gotelli. 1999. Bergmann's rule in the ant lion *Myrmeleon immaculatus* DeGeer (Neuroptera: Myrmeleontidae): Geographic variation in body size and heterozygosity. *Journal of Biogeography* 26: 275-283.
- Barnes, D. 1954. Biología, ecología y distribución de las chicharritas, *Dalbulus elimatus* (Ball) y *Dalbulus maidis* (DeL. & W.) Folleto Técnico, Número 11. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales, México, D. F.
- Cushman, J. H., J. H. Lawton y B. F. J. Manly. 1993. Latitudinal patterns in European ant assemblages: Variation in species richness and body size. *Oecologia* 95: 30-37.
- De Wet, J. M. J., J. R. Gray y H. J. Harland. 1976. Systematics of *Tripsacum* (Gramineae). *Phitologia* 33: 203-227.
- Hazel, W. N. 2002. The environmental and genetic control of seasonal polyphenism in larval color and its adaptive significance in a swallowtail butterfly. *Evolution* 56: 342-348.
- Heinze, J., S. Foitzik, B. Fischer, T. Wanke y V. E. Kipyatkov. 2003. Significance of latitudinal variation in body size in a holarctic ant, *Leptothorax acervorum*. *Ecography* 26: 349-355.
- Huey, R. B., G. W. Gilchrist, M. L. Carlson, D. Berrigan y L. Serra. 2000. Rapid evolution of a geographic cline in size in an introduced fly. *Science* 287: 308-309.

- Kathirithamby, J. y G. Moya-Raygoza. 2000. *Halictophagus naulti* sp. (Strepsiptera: Halictophagidae), a new species parasitic in the corn leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) from México. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 93: 1039-1044.
- Larsen, K.J. y L.R. Nault. 1994. Seasonal polyphenism of adult *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87: 355-362.
- Larsen, K.J., L.R. Nault y G. Moya-Raygoza. 1992. Overwintering biology of *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) adult population and drought hardiness. *Environmental Entomology* 21: 567-575.
- Loeschcke, V., J. Bundgaard y J. S. F. Barker. 2000. Variation in body size and life history traits in *Drosophila aldrichi* y *buzzatii* from a latitudinal cline in eastern Australia. *Heredity* 85: 423-433.
- Madden, L. V., L. R. Nault, S. E. Heady y W. E. Styer. 1986. Effect of temperature on the population dynamics of three *Dalbulus* Leafhoppers species. *Ann. Appl. Biol.* 108: 475-751.
- Moya-Raygoza, G. y J. Trujillo-Arriaga. 1993. Dryinid (Hym.: Dryinidae) parasitoids of *Dalbulus* leafhopper (Hom.: Cicadellidae) in Mexico. *Entomophaga* 38: 41-49.
- Moya-Raygoza, G., K.J. Larsen y A. Rauk. 2005. Geographic and seasonal variation in size and color of adult corn leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) from Mexico. *Environ. Entomol.* 34: 2-9.

- Nault, L. R. y D. M. DeLong. 1980. Evidence for co-evolution of leafhoppers in the genus *Dalbulus* (Cicadellidae: Homoptera) with maize and its ancestors. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 73: 349-353.
- Nault, L. R. 1990. Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. *Maydica* 35: 165-175.
- Nault, L. R. 1998. *Dalbulus maidis* identification, biology, ecology and pest status. In C. Casela R. Renfro, and A.F. Krattiger (eds.), Diagnosing maize disease in Latin America. ISAAA, N.Y.
- Pitre, H. N. 1967. Greenhouse studies of the host range of *Dalbulus maidis*, a vector of the corn stunt virus. *J. Econ. Entomol.* 60: 417-421.
- Purcell, A. H. 1988. Increased survival of *Dalbulus maidis*, a specialist on maize, on non-host plants infected with mollicute plant pathogens. *Entomol. Exp. Appl.* 46: 187-196.
- Richards, K. W. 1973. Biology of *Bombu. polaris* Curtis y *B. hyperboreus* Schonherr at Lake Hazel, Northwest Territories (Hymenoptera; Bombini). *Quaestiones Entomologicae* 9: 115-157.
- Smith, R. J., A. Hines, S. Richmond, M. Merrick, A. Drew y R. Fargo. 2000. Altitudinal variation in body size and population density of *Nicrophorus investigator* (Coleoptera: Silphidae). *Envirom. Entomol.* 29: 290-298.
- Tahmasebi, G., R. Evadi. N. Tajabadi, M. Akhondi y S. Faraji. 2002. The effects of geographical and climatic conditions on the morphological variation and separation of Iranian small honeybee (*Apis florea* F.) populations. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 6: 169-176.

- Tauber, M. J., C. A. Tauber y S. Masaki. 1986. Seasonal adaptations of insects. Oxford University Press, New York.
- Téllez J. R. y J. M. Maes. 1991. El uso del policultivo maíz-frijol como elemento de lucha biológica contra *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) e influencia sobre las poblaciones de *D. maidis*, otros Cicadellidae y Delphacidae. *Rev. Nica. Ent.* 15: 1-23.
- Todd, J. L., L. V. Madden, y L. R. Nault. 1991. Comparative growth and spatial distribution of *Dalbulus* leafhopper populations (Homoptera: Cicadellidae) in relation to maize phenology. *Environ. Entomol.* 20: 556-564.
- Triplehorn B. W. y L. R. Nault. 1985. Phylogenetic clasification of the genus *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae) and notes on the phylogeny of the Macrostelini. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 78: 291-315.
- Wilkes, H. G. 1972. Maize and its wild relatives. *Science* 177: 1071-1077.
- Wilkes, H. G. 1979. Mexico and Central America as a center for the evolution of maize. *Crop Improvement* 6: 1-18.