

# COMPARACION MORFOLOGICA DE POBLACIONES DE *Circulifer tenellus* MUESTREADAS EN ZACATECAS

LUIS ROBERTO REVELES-TORRES,  
JAIME MENA-COVARRUBIAS, JORGE A. ZEGBE-DOMINGUEZ



# **SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

M.A. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA  
Secretario

LIC. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ  
Subsecretario de Agricultura

M.C. MELY ROMERO CELIS  
Subsecretario de Desarrollo Rural

M.C. RICARDO AGUILAR CASTILLO  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

## **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

DR. RAFAEL AMBRIZ CERVANTES  
Encargado del Despacho de los Asuntos de la Dirección General

DR. RAÚL G. OBANDO RODRÍGUEZ  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. JORGE FAJARDO GUEL  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN  
Coordinador de Administración y Sistemas

## **CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ  
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ  
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS  
Director de Administración

MC. RICARDO ALONSO SÁNCHEZ GUTIERREZ  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

# **COMPARACION MORFOLOGICA DE POBLACIONES DE *Circulifer tenellus* MUESTREADAS EN ZACATECAS**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán  
México, D.F.  
C.P. 04010 México, D.F.  
Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-0845-6

Primera Edición: Noviembre 2017

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Cita correcta:

Reveles-Torres L.R., Mena-Covarrubias y Zegbe-Dominguez, J.A. 2017. Comparacion morfológica de poblaciones de *Circulifer tenellus* muestreadas en Zacatecas. Folleto Técnico Núm 83. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 42 páginas.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	5
BIOLOGÍA DE LAS CHICHARRITAS .....	6
ANATOMIA.....	10
Cabeza .....	10
Tórax .....	13
Alas.....	16
Patas.....	18
Abdomen.....	19
GENERACIONES Y TIEMPOS DE CRECIMIENTO .....	24
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Captura de insectos.....	26
Identificación y medición de las chicharritas.....	27
Análisis estadístico .....	28
RESULTADOS .....	28
DISCUSION .....	33
LITERATURA CITADA.....	37

# COMPARACION MORFOLOGICA DE POBLACIONES DE *Circulifer tenellus* MUESTREADAS EN ZACATECAS

Luis Roberto Reveles-Torres<sup>1</sup>  
Jaime Mena-Covarrubias<sup>1</sup>  
Jorge A. Zegbe-Dominguez<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

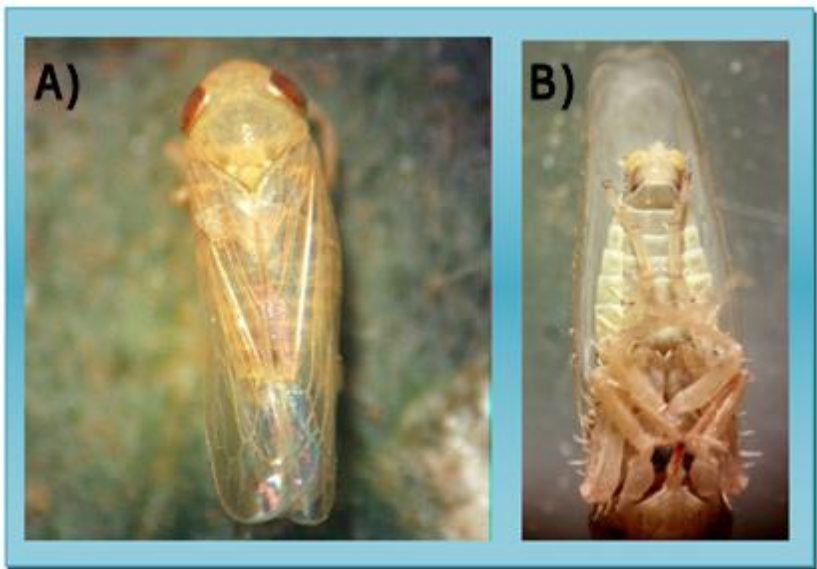
La chicharrita del betabel (*Circulifer tenellus* Baker), pertenece a la familia Cicadellidae del orden Hemiptera. Son insectos distribuidos en todo el mundo que se alimentan de la savia de una amplia y variada gama de plantas a las que pueden transmitir virus, bacterias y fitoplasmas, condición que convierte a estos insectos en vectores de enfermedades.

Esta especie se describe como un insecto pequeño, de 3 a 3.5 mm de longitud, que es a menudo de color amarillo verdoso, bronceado o de color verde oliva. Posee antenas muy cortas, con una parte engrosada, y que termina con cerdas (arista); muestra dos ojos simples (ocelos) presentes en la parte frontal de la cabeza. Tarsos de tres segmentos, fémures anteriores con espinas

---

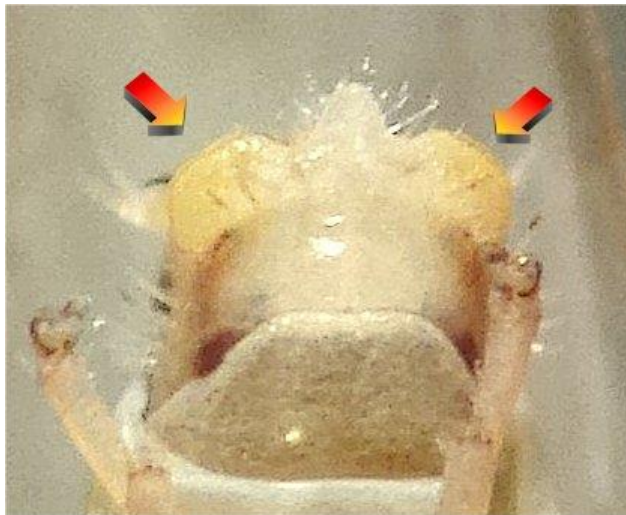
<sup>1</sup> Investigadores del Campo Experimental Zacatecas.

débiles, tibias posteriores con uno o más quillas, y con una fila de espinas, coxas de las patas medias muy juntas, y las alas anteriores no especialmente engrosadas, en las cuales puede tener marcas más oscuras. La forma general del cuerpo ha sido descrita como "en forma de cuña" con el cuerpo disminuyendo hacia el extremo posterior del insecto (Figura 1).



**Figura 1.** Macho adulto de la chicharrita del betabel, *Circulifer tenellus* Baker. **A)** Vista dorsal: Antenas muy cortas, con una parte engrosada, y que termina con cerdas (arista), dos ojos simples (ocelos) presentes en la parte superior o frontal de la cabeza. Alas anteriores no engrosadas. **B)** Vista ventral: Tarsos de tres segmentos, fémures anteriores con espinas débiles, tibias posteriores con uno o más quillas, con una fila de espinas. Coxas de las patas medias muy juntas.

La cabeza del insecto es más ancha que el pronotum con ojos distintos y un margen anterior curvado. Las partes de la boca, como la de todos los hemípteros, tienen estilete utilizado para la penetración en las plantas y la succión. El conjunto de pelos o setas presente en el cuerpo son uniseriados, lo que significa que están dispuestos en una fila, estos se observan bien en la tibia posterior del insecto. Uno de los rasgos distintivos de esta especie es la forma de las placas genitales en los machos, las cuales son truncadas, así como señalan las flechas de la Figura 2.



**Figura 2.** Vista ventral de un macho de *Circulifer tenellus* Baker para mostrar las placas genitales propias de la especie.

Existen reportes en los Estados Unidos sobre la diversidad de estos insectos, entre dos poblaciones diferentes de esta chicharrita en California y México, donde se presentan descripciones morfológicas entre estas. La variación morfológica puede reflejar una combinación de los factores ecológicos y genéticos. Al nivel individual la variación incluye la observada durante la ontogenia hasta la madurez sexual. La variación a nivel de poblaciones se debe a diferencias en los hábitats, a transformaciones climáticas temporales e inclusive a respuestas en los cambios de densidad demográfica de la población. Esta variación inducida genéticamente puede estar asociada a procesos sexuales, como las características asociadas al dimorfismo sexual (Hudson *et al.*, 2010).

Con el fin de conocer la variabilidad morfológica de *Circulifer tenellus* Baker, fueron muestreadas las poblaciones de estos insectos en 24 localidades pertenecientes a seis municipios del estado de Zacatecas. El objetivo fue encontrar las relaciones entre longitud del cuerpo y tamaño del ovopositor en hembras y la placa genital en machos, así como la relación entre la altitud de



los sitios de colecta y el tamaño del cuerpo de los especímenes colectados.

## **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA**

Se entiende por caracterización a la descripción de la variación que exista en la población biológica de una especie dada. En los estudios morfológicos de cualquier especie, los caracteres deben ser descubiertos y delimitados, generalmente sin ningún criterio explícito, para la selección o la codificación del carácter, por lo que tienen el potencial de ser arbitrarios. Por ejemplo, los morfólogos no divulgan generalmente sus criterios para incluir o excluir caracteres, y cuando se dan los criterios, varían considerablemente entre estudios (Klein *et al.*, 1982; Klein y Raccah, 1991; Hillis y Wiens, 2000; Moya-Raygoza *et al.*, 2012; Zahniser y Dietrich, 2013).

Sin embargo, tienen la ventaja de permitir un muestreo taxonómico mucho más cuidadoso que el que se realiza con análisis moleculares. Así mismo, los especímenes de museo ofrecen muchos caracteres

morfológicos para una gran cantidad de taxa (Hillis y Wiens, 2000).

## **BIOLOGÍA DE LAS CHICHARRITAS**

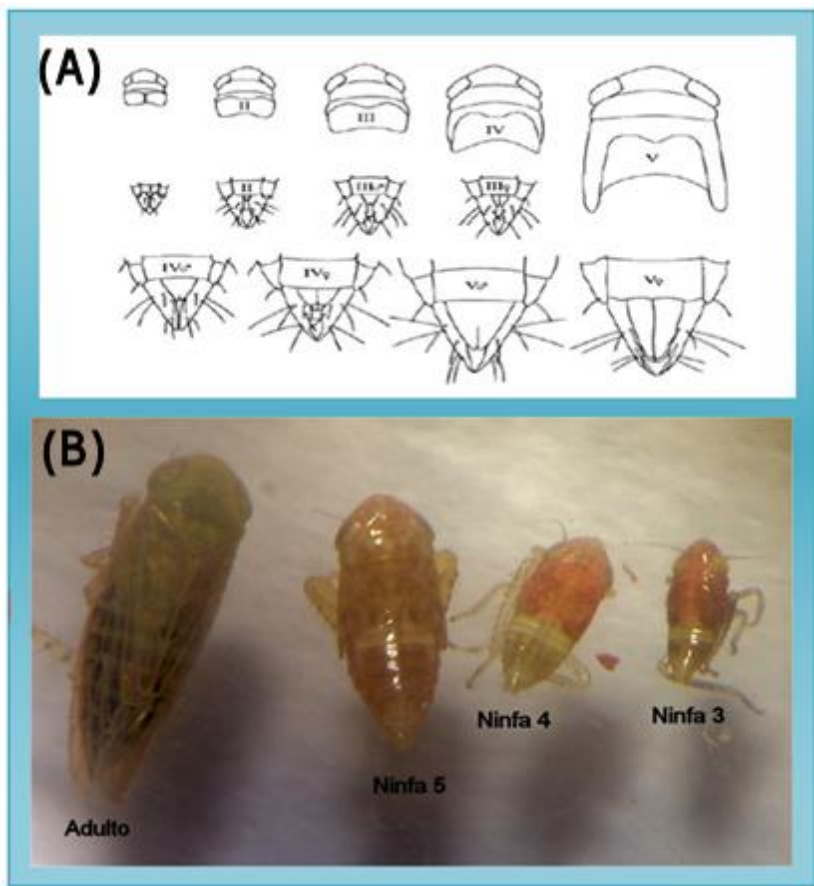
La chicharrita del betabel pertenece a la familia Cicadellidae. Esta familia comprende insectos de tamaño variable desde 1.7 mm hasta 3.0 mm; y coloración desde amarillenta o verdosa homogénea a formas coloridas con distintivos diseños (Evans, 1947).

Las hembras de Cicadellidae ovipositan en hendiduras que realizan con el ovipositor en el tejido vegetal, y colocan los huevos generalmente en hileras. La postura puede ser confinada a una única especie de planta o a un número limitado de especies. Los huevos pueden ser parcial o completamente insertados en el tejido vegetal; cuando quedan expuestos generalmente son cubiertos por secreciones liberadas por el ovipositor de la hembra (Evans, 1946).

Las oviposturas se localizan sobre las nervaduras de las hojas, el pecíolo foliar o los tallos tiernos. Aproximadamente a los 10 días nacen las ninfas, que están

dotadas en general de gran movilidad, y se las encuentra por el envés de las hojas en donde se alimentan frecuentemente. Pasan por cinco estadios ninfales hasta llegar al estado adulto, en un tiempo más o menos variable, de 15 a 25 días. Las ninfas difieren principalmente de los adultos por la ausencia de alas funcionales, aunque sus paquetes alares aparecen tempranamente en el segundo estadio. Los estadios ninfales pueden ser diferenciados con relativa facilidad al considerar particularmente las modificaciones del meso y metatórax durante el desarrollo de los paquetes alares (Figura 3-A) (Dmitriev, 2002). También, a partir del tercer estadio ninfal ya es posible separar a los individuos machos de las hembras (Figura 3-B). El período invernal transcurre en estado de huevo o como adulto y, con menos frecuencia como ninfas (Evans, 1946).

Uno de los aspectos de comportamiento que merece ser destacado es la capacidad de este grupo de insectos de secretar compuestos metabólicos ricos en lípidos y proteínas, producidos por los túbulos de Malpighi,



**Figura 3.** (A) Desarrollo de los cinco estadios ninfales de Cicadellidae. Representación esquemática de los cambios morfológicos a nivel del tórax y de los últimos segmentos del abdomen vistos ventralmente (Dmitriev, 2002). (B) fase adulta y los tres últimos estadios ninfales de la chicharrita del betabel, *Cicadulifer tenellus* Baker.

denominados brocosomas, y que utilizan para cubrir su cuerpo mediante particulares movimientos de sus patas (Rakitov, 1996).

Con respecto a sus conductas de alimentación, los cicadélidos se alimentan sobre plantas vasculares, particularmente de tallos y hojas. Muchos lo hacen a partir del floema (como la mayoría de los miembros de la subfamilia Deltocephalinae, a la cual pertenece *Circulifer tenellus*), algunos desde el xilema o del contenido de células del mesófilo (Typhlocybinae) (Backus, 1985). Los cicadelidos que se alimentan del floema producen pequeñas cantidades de excretas azucaradas y descoloridas; los cicadelidos que se alimentan del xilema producen grandes cantidades de heces acuosas; mientras los que se alimentan del mesófilo excretan pequeñas gotas de coloración oscura. No hay formas depredadoras, parásitas o acuáticas (Dolling, 1991). Dado que han restringido su alimentación a fluidos vegetales, se presume que en conexión con estas deficientes dietas nutricionales, muchos “homópteros” albergan bacterias intracelulares, las cuales provocan darle al insecto mayor aptitud

biológica, es decir, mayor capacidad reproductiva, mayor resistencia, mayor longevidad entre otras. Estas bacterias son transmitidas verticalmente (Buchner, 1965).

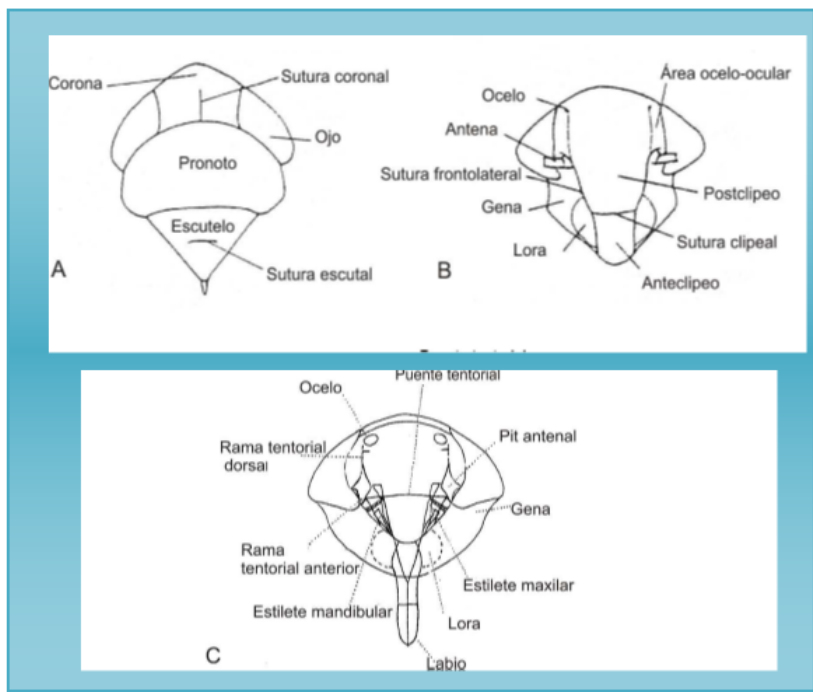
En el comportamiento reproductivo, son de gran importancia los timbales, estas estructuras productoras de sonido se encuentran más desarrolladas en los machos, siendo el sonido inaudible para el hombre en condiciones normales. Estas vibraciones juegan un importante en la selección del macho por parte de las hembras, quienes las captan a través de estructuras sensoriales especializadas. Sonidos emitidos por especies relacionadas a menudo difieren marcadamente; pudiendo actuar como barreras a la hibridación entre especies (Dolling, 1991).

## **ANATOMIA**

### **Cabeza**

La corona o vertex representa la superficie dorsal completa entre los ojos, con una sutura coronal siempre visible de posición media longitudinal (Figura 4-A); los ocelos, generalmente presentes, pueden disponerse lateralmente sobre el disco de la corona, en el margen anterior o por debajo de ella (Figura 3-B). La longitud relativa y el ancho

interocular o transocular de la corona son usados como caracteres diagnósticos, a menudo en combinación con otras estructuras. El área entre la sutura fronto-lateral y los ojos recibe el nombre de área ocelo-ocular (Figura 4-B). Los ojos varían en tamaño y forma.



**Figura. 4.** Cabeza de Cicadellidae. A) Vista dorsal; B) vista anterior; C) vista ventral (Tomado de Cwikla y Freytag, 1983).

El rasgo más sobresaliente de la cabeza es la diferenciación del esclerito central, clipeo, en una parte

superior de mayor tamaño, el postclipeo (o clipeo) y una inferior más pequeña, el anteclipeo (o clipelo), ambas regiones delimitadas por la sutura clipeal transversa (Figura 4-B). El postclipeo, abultado y transversalmente estriado, puede fusionarse con la frente, área reducida anterior al posclipeo, delimitando la región frontoclipeal. En algunos grupos la frente se encuentra separada del postclipeo por la sutura epistomal transversa.

El frontoclipeo está limitado lateralmente por suturas fronto laterales y posteriormente por la sutura postfrontal. El frontoclipeo puede extenderse hacia la superficie dorsal de la cabeza (Linnavuori, 1959). Lateralmente al anteclipeo se encuentran las lora (o placas mandibulares), que se extienden posteriormente a partir de los *pits* o impresiones tentoriales anteriores y, externamente, las genas (o placas maxilares) por debajo de los ojos (Figura 4-B). Las antenas se ubican en la proximidad o en línea con el borde anterior de los ojos; con un escapo basal, un pedicelo y un largo y filiforme flagelo que puede presentar una seta en los primeros 3 o 4 flagelómeros.



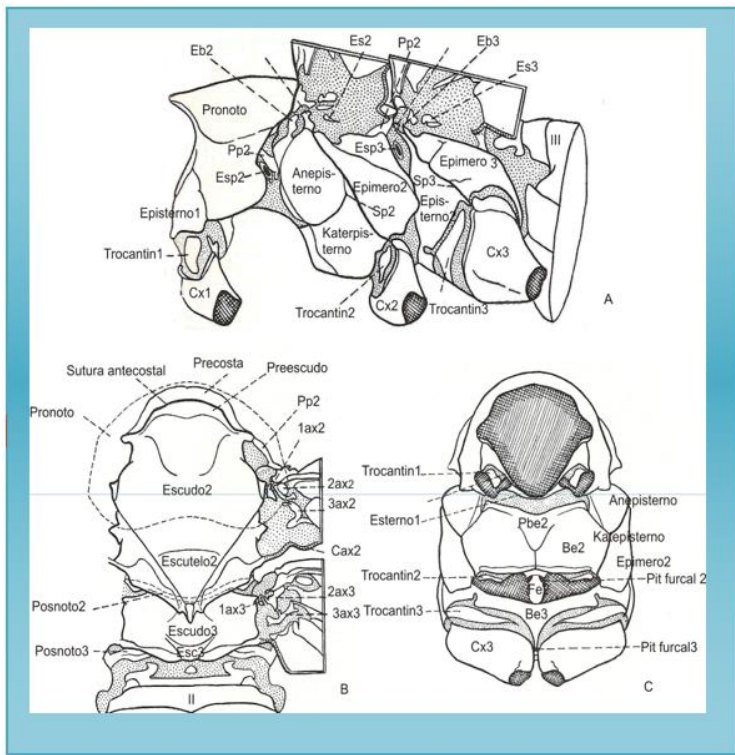
El endoesqueleto cefálico, tentorio (Figura 4-C), es una estructura compleja, conformada por un puente tentorial transversal posterior al que se unen ramas anteriores y dorsales, externamente se visualiza a través de *pits* o fosetas tentoriales, ubicadas próximas a las antenas y a las placas mandibulares. La variabilidad de esta estructura es considerada de valor taxonómico a nivel de subfamilia. Los apodemas post-occipitales están fuertemente desarrollados y pueden evidenciar diferente morfología con valor taxonómico complementario (Hamilton, 1983a).

## **Tórax**

El pronoto (Figura 5-A) es un esclerito transverso en forma de silla de montar. Lateralmente, el epímero es reducido y oculto por el lóbulo lateral; por delante de éste se visualiza el episterno y trocántin. El esclerito esternal I es delgado y poco desarrollado.

El mesonoto (Figura 5-B y 5-C) es de forma romboide, conformado por dos escleritos visibles dorsalmente, el escudo, que representa la mayor porción del tergo mesotorácico y el escutelo, más pequeño,

triangular, por detrás de la sutura escudo escutelar. Por delante, la precosta mesotorácica consiste de un delgado y pequeño esclerito transversal separado del resto del mesonoto por la sutura antecostal.



**Figura 5.** Tórax de Cicadellidae. A) Vista lateral; B) vista dorsal; C) vista ventral. cx: coxa, Eb: esclerito basal, Es: esclerito subalar, Esc: escutelo, Pp: puente prealar, Pb: prebasisternito, Be: basisternito, Fe: furcaesternito, Esp: espiráculo, II y III segmento abdominal (Tomado de Kramer, 1950).

En vista lateral, la pleura mesotorácica está dividida por la sutura pleural en episterno y epímero; el episterno, dividido por la sutura anapleural en anepisterno y katepisterno, está relacionado con las alas anteriores (tegmina) y pata II respectivamente a través de los puentes prealar y precoxal, respectivamente. El endoesqueleto está conformado por fragmas que ocupan la mitad de la cavidad torácica.

El espiráculo mesotorácico está localizado en la región membranosa pleural superior, entre el pro y mesotórax. El esterno-mesotorácico está formado por un prebasiesternito anterior, un amplio basiesternito medio y un furcaesternito posterior entre las cavidades coxales. El furca esternito lleva *pits* furcales.

El metanoto, oculto debajo de las alas en reposo, está compuesto por un amplio escudo y un pequeño escutelo. La pleura consiste de un episterno y epímero separado por la sutura pleural. El espiráculo metatorácico está ubicado en la región membranosa de la pleura entre meso y metatórax. El esterno metatorácico tiene un basiesternito y un *pit* furcal. El tamaño y las

microesculturas cuticulares de los escleritos pleurales del pro y mesotórax: proepisterno, mesepisterno anepisterno y katepisteno-mesepimero (Figura 5-A) son elementos de valor taxonómico (Dietrich, 2005).

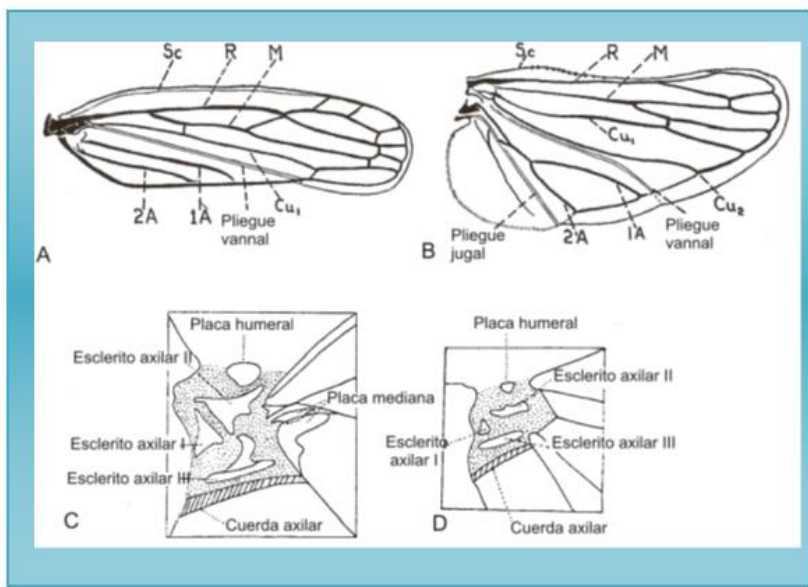
## **Alas**

El ala anterior o tegmen (Figura 6-A) está dividida por un pliegue vannal en una región remigial anterior y un pequeño vannus posterior. El ala posterior (Figura 6-B) es membranosa, además del pliegue vannal tiene un pliegue jugal que demarca el jugum; sobre el margen costal presenta una serie de pequeñas setas con forma de ganchos, que intervienen en el proceso de acoplamiento alar.

En ambas alas, las venas longitudinales: subcostal (Sc), radial (R), medial (M), cubital (o claval) (Cu) y anal (ovannal) (A) delimitan las celdas apicales y anteapicales. En el ala posterior las venas longitudinales pueden prolongarse en una vena común submarginal. Las bases de ambas alas contienen tres escleritos axilares, así como también una placa mediana, una placa humeral y una cuerda axilar, ubicadas en la parte lateral, anterior y

posterior a los escleritos axilares respectivamente (Figura 6-C y D) (Cwikla y Freytag,1983).

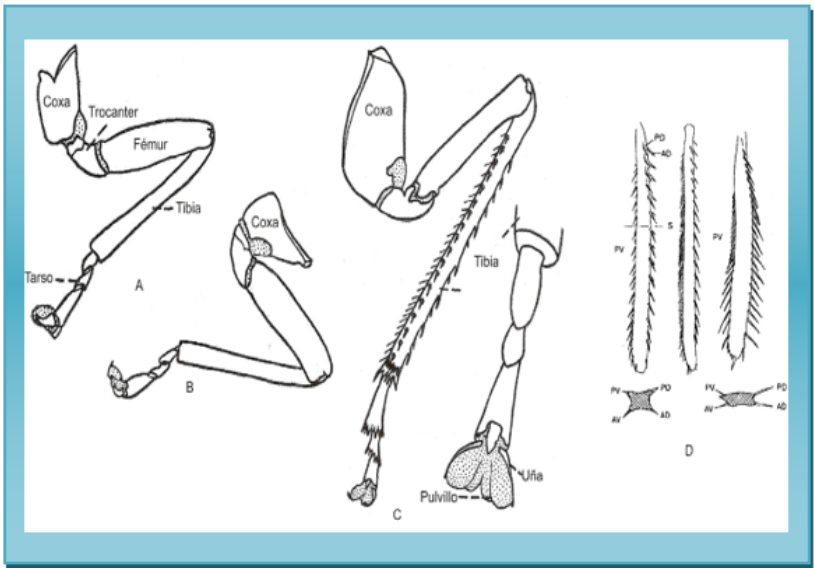
Por la longitud y funcionalidad de las alas, pueden distinguirse formas macrópteras, o braquípteras (Blocker y Triplehorn, 1985). El modelo de ramificación de venas y la forma y textura de las celdas son importantes caracteres de valor taxonómico (Dworakowska, 1988).



**Figura 6.** Alas de Cicadellidae. A) Ala anterior; B) ala posterior. A: vena anal, Cu: vena cubital, M: vena mediana, R: vena radial, Sc: vena subcostal (Adaptado de Kramer, 1950); C) escleritos axilares del ala anterior; D) escleritos axilares del ala posterior (Adaptado de Cwikla y Freytag, 1983).

## Patas

En las patas (Figura 7) se diferencian los siguientes podómeros: coxa, trocanter, fémur, tibia y tarso trisegmentado que termina en un pulvillo bilobado y dos uñas tarsales. Las patas metatorácicas (III), adaptadas al salto, son varias veces más largas que las patas pro (I) y mesotorácicas (II); la tibia es cuadrangular en sección transversal, posee una hilera de espinas a lo largo de las cuatro aristas y está apicalmente marginada con una doble hilera de espinas. La forma, espinación y quetotaxia de las patas es variable. Generalmente, es utilizada la terminología de Rakitov (1998) teniendo en cuenta la posición de las setas cuando la pata está extendida perpendicular al plano medio sagital del cuerpo: anterodorsal (AD), posterodorsal (PD), anteroventral (AV) y posteroventral (PV). La superficie anterior del fémur a menudo también lleva hileras de setas adicionales: anteromedial (AM) e intercalar (IC) Las fórmulas setales son de uso frecuente en los estudios taxonómicos de este grupo.



**Figura. 7.** Patas de Cicadellidae. A) Pata I; B) pata II; C) pata III (Adaptadas de Kramer, 1950). D) Nomenclatura de la quetotaxia de las patas (Adaptado de Dietrich, 2005).

## Abdomen

El abdomen está formado por 11 segmentos, los ocho primeros (segmentos pregenitales) llevan espiráculos traqueales. Los segmentos VIII y IX en la hembra y el IX en el macho corresponden a los segmentos genitales. Los segmentos X y XI son denominados postgenitales o segmentos anales. Los segmentos basales del abdomen y

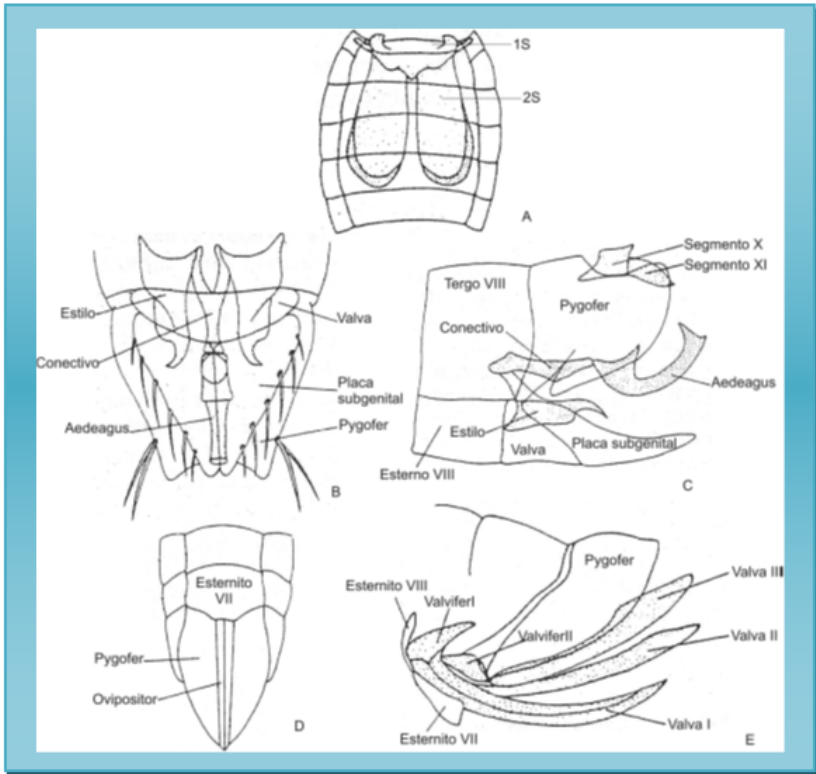
los adyacentes del metatórax están modificados en un “aparato de canto”, particularmente desarrollado en machos, tanto para la producción como para la detección de sonido. El tegumento del primer urotergito está parcialmente esclerotizado, delimitando áreas de delgada y elástica membrana con distintos patrones de organización según los taxa.

Procesos internos tipo “fragma” están a menudo presentes sobre el metapostnoto y el segundo y tercer urotergito, debido al fuerte desarrollo de la musculatura longitudinal dorsal. Apodemas esternales del primer y segundo segmento abdominal (1S, 2S) muestran distintos grados de desarrollo, especialmente el correspondiente al 2S, en los que se inserta la musculatura transversa del aparato de canto (Figura 8-A) (Ossiannilsson, 1949).

La cápsula genital del macho (Figura 8-B y C) está formada por el tergo del segmento IX, *pygofer*, el cual es variable en forma y quetotaxia, y puede llevar procesos o lóbulos. Ventralmente se distingue la valva y las placas subgenitales pares, conectadas al margen posterior de la valva, que funcionan como protección del edeago o



aedeagus como órgano de sujeción de la hembra durante la cópula. La forma, quetotaxia y grado de fusión entre ellas y la valva es variable.



**Figura 8.** Abdomen de Cicadellidae. A) apodemas esternales. 1S: apodemas esternales del primer segmento abdominal, 2S: apodemas esternales del segundo segmento abdominal; B y C) genitalia del macho, vista ventral y lateral respectivamente; D y E) genitalia de la hembra, vista ventral y lateral respectivamente (Adaptado de Blocker y Triplehorn, 1985).

La genitalia interna (Figura 8-B y C) se compone de un par de estilos (parámetros) asociados estrechamente a un conectivo, que está fijado a la base del *aedeagus*. Estructuras accesorias, como paráfisis, son de frecuente ocurrencia. Los estilos son, esencialmente, estructuras de prensión durante la cópula. La parte distal puede ser variablemente modificada. El conectivo puede estar fusionado o articulado con la base del *aedeagus*, es de forma variable, frecuentemente en Y, linear o trapezoidal.

El *aedeagus* (órgano intromitente o pene) está típicamente compuesto de un preatrio, un atrio, un apodema dorsal y un tallo en donde se abre el gonoducto. La posición y forma del falotrema (poro genital) muestra variación en los diferentes grupos. Puede haber distintos tipos de procesos o espinas sobre el *aedeagus*, principalmente sobre el tallo.

La genitalia externa de la hembra (Fig. 8-D y E) incluye los segmentos VIII y IX. El segmento VIII consta solamente del tergo en forma de cono, o *pygofer*. El ovipositor, de posición ventro-caudal, consiste en tres pares de valvas denominadas primera (I), segunda (II) y

tercera (III o gonoplaca). Las valvas I se deslizan externamente sobre las valvas II a través de una serie de rebordes y surcos impresos en ambas superficies de fricción; están unidas latero-ventralmente al *pygofer* y al valvifer I, además presentan dientes en el margen dorsal y apical. Las valvas II están fusionadas al valvifer I unido al extremo antero-ventral del *pygofer*. Las valvas III son mucho más anchas y cubren en posición de reposo a las valvas I y II; están articuladas a la parte posterior del valvifer II y antero-lateralmente a las valvas II. El séptimo esternito abdominal (esternito VII) usualmente cubre la base del ovipositor; varía en forma entre especies.

Los segmentos anales de ambos sexos son de escasa importancia para la clasificación; el segmento X es pequeño y membranoso, mientras que el segmento XI lleva un anillo de escleritos basales y laterales, y un estilo apical.

La descripción anatómica de la familia Cicadellidae en este estudio se realizó de acuerdo a Kramer, 1950 y Cwikla y Freytag, 1983.

## GENERACIONES Y TIEMPOS DE CRECIMIENTO

Un estudio en las chicharitas del betabel en Idaho, demostró que son capaces de producir hasta tres generaciones por año. Los insectos son activos en las plantas de mostaza y otras hospederas alternas durante el invierno. Las hembras comienzan a poner huevos en marzo. Los adultos de esta generación maduran en mayo cuando pueden emigrar a parcelas agrícolas para aparearse, y poner huevos, donde nace la segunda generación anual. La tercera generación llega a la edad adulta a principios de septiembre u octubre, cuando estos insectos migran de nuevo a sus hábitats de invierno (Munyanza, 2005).

Existe evidencia de que esta migración puede estar relacionada con las temperaturas estacionales, ya que las chicharritas migran a los campos agrícolas más tarde durante las estaciones más frías. Los investigadores propusieron que estas migraciones posteriores pueden disminuir el daño a los cultivos dado que estos insectos en general permanecen en los campos por períodos de tiempo más cortos (Moya-Raygoza *et al.*, 2005).

Por otra parte, la temperatura tiene un impacto significativo en la tasa de crecimiento y desarrollo del embrión dentro del huevo de las chicharritas: las temperaturas más altas proporcionalmente generan un desarrollo más rápido. El rango óptimo de temperaturas para el desarrollo de estos insectos es entre 18° y 35° C. Esto significa que el desarrollo tarda más en el invierno para estos insectos en comparación con la primavera y el verano. Dado que el desarrollo está muy relacionado con la temperatura, las investigaciones también concluyen que el número de generaciones de chicharritas producidas en un año puede estar relacionado con las temperaturas estacionales de su hábitat (Munyaneza, 2005).

Bajo condiciones de laboratorio, con temperaturas óptimas de 35°C, se podrían producir hasta 15-16 generaciones de chicharritas por año. Sin embargo, el número real de generaciones por año puede estar limitado hasta ocho en las partes más cálidas del sur de los Estados Unidos. Esto puede deberse a otros factores, como la disponibilidad estacional de plantas de remolacha como alimento, lo que puede afectar el número de generaciones

en un año. En general, las plantas de remolacha se cosechan en octubre, lo que limitaría los recursos alimenticios para las chicharritas del betabel en el otoño (Munyanenza, 2005).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Captura de insectos**

La captura de las chicharritas se realizó durante los meses de diciembre de 2014 a junio de 2015 en distintas comunidades elegidas por la densidad poblacional de malezas hospederas de *C. tenellus* (brasicca, gualdrilla y nabo silvestre). Los insectos fueron colectados utilizando la técnica de golpe de red, en donde con una red entomológica, se fue rozando la vegetación repetidas veces para provocar que los insectos vuelen y caigan dentro de la red (Smithers, 1981). Se realizaron cuatro series de 200 golpes con la red en cada localidad muestreada.

La identificación, conteo y mediciones de los insectos se realizaron en el laboratorio de entomología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas

y Pecuarias, Campo experimental Zacatecas (INIFAP-Zacatecas).

### Identificación y medición de las chicharritas

La identificación de *C. tenellus*, se realizó con claves taxonómicas (Dietrich, 2005). Para el sexado y medición de todos los insectos de esta especie, se utilizó un microscopio estereoscópico conectado a computadora. Se utilizó el programa computacional “Tsview 6.2.3.3” para la medir la longitud el cuerpo, longitud de la cabeza, longitud del primer par de alas, placa genital del macho y el ovopositor de la hembra.



**Figura 9.** Sexado de los organismos de *C. tenellus*, donde se observa el ovopositor de la hembra (izquierda) y la placa genital del macho (derecha).

## **Análisis estadístico**

La información se analizó por correlación simple de Pearson y regresión lineal simple con el sistema de análisis estadístico (SAS Institute ver. 9.3, 2002-2010, Cary, NC, USA).

## **RESULTADOS**

Los datos generados de un muestreo extensivo de los adultos de la chicharrita del betabel, *C. tenellus* colectados sobre sus hospederas no cultivadas en 24 localidades, ubicadas en seis municipios del altiplano zacatecano, indican que hay una influencia del sitio sobre el tamaño del ovipositor en las hembras, y la placa genital en los machos (Cuadro 1).



**Cuadro 1.** Correlación ( $r$ ) entre la longitud del cuerpo y tamaño del ovipositor de las hembras y la placa genital de los machos de chicharritas en diferentes localidades y altitudes.

Localidad	Hembras		Machos		Altitud (msnm)
	$r$	$p^*$	$r$	$p$	
Laguna Grande	0.56	0.0310	SD	SD	2077
El Salto	0.96	0.0103	SD	SD	2276
San José de Lourdes	SD	SD	SD	SD	2116
Rio Florido	0.61	0.0254	SD	SD	2084
Palma Delgadita	0.76	0.0010	SD	SD	2037
El Saladillo	0.80	0.9102	SD	SD	2052
Santiaguillo	0.58	0.0005	0.11	0.5963	2015
Luis Moya	0.78	0.0216	0.14	0.5305	2182
Ojocaliente	0.83	0.0001	0.25	0.3575	2060
Santa Elena	0.66	0.0070	0.40	0.2859	2032
Pozo de Gamboa	0.57	0.0022	0.42	0.1193	2035
Las Cruces	0.62	0.0732	0.43	0.5727	2313
La Capilla	0.57	0.0273	0.42	0.5727	2117
La Purísima	0.81	0.0001	0.47	0.0878	2152
Villa de Cos 2	0.10	0.7106	0.59	0.0001	1940
El Baluarte	0.60	0.0005	0.67	0.0100	2065
Villa de Cos 1	0.40	0.0334	0.60	0.0001	1940
Los Pardillos	0.61	0.0039	0.64	0.0129	2014
Las Arcinas	0.59	0.0057	0.68	0.0008	2023
Felipe Ángeles	0.00	0.8990	0.72	0.0684	2253
Calera	0.57	0.0128	0.73	0.0005	2021
Bañón	0.68	0.0003	0.86	0.0001	1993
Padre Santo	0.77	0.2234	0.87	0.0009	2271
Chaparrosa	0.94	0.0001	1.00	0.0001	1973

\*Significancia ( $p$ ), con  $p \leq 0.05$ .

SD= Número limitado de datos para realizar el análisis

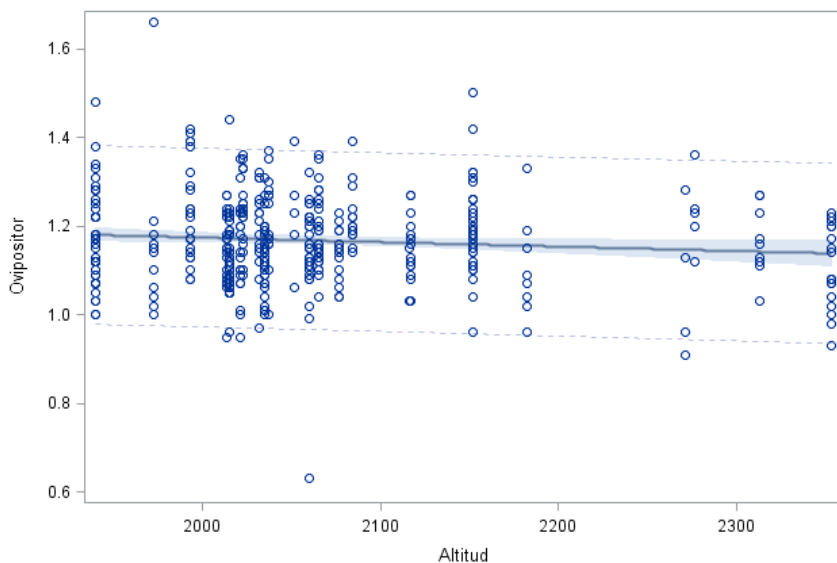
Se encontró una asociación positiva entre la longitud del cuerpo y el ovipositor de las hembras, es decir a mayor tamaño del cuerpo, mayor tamaño del ovipositor; esta relación se detectó en 18 de las localidades muestreadas, lo que significa en un 78% de los sitios muestreados hubo esa relación positiva entre tamaños de cuerpo y ovipositor (Cuadro 1). En los casos donde fue significativa la asociación de las dos variables antes mencionadas, el coeficiente de correlación ( $r$ ) indicó que para la localidad de 'Villa de Cos 1' hubo menor relación entre tamaño del cuerpo y tamaño del ovipositor, ya que solo explicó el 40% de la variabilidad encontrada; sin embargo, también se encontró una alta relación entre tamaño de cuerpo y tamaño del ovipositor en las localidades de 'El Salto' y 'Chaparrosa', donde el tamaño del cuerpo representó el 94 y 96% de la variabilidad encontrada en el tamaño del ovipositor de las hembras, respectivamente (Cuadro 1).

En las localidades de 'El Saladillo', 'Las Cruces', 'Villa de Cos 2', 'Felipe Ángeles' y 'Padre Santo', no se detectó asociación entre estas dos variables (Cuadro 1).

Por lo que respecta a la asociación entre la longitud del cuerpo y la placa genital de los machos, se detectó que solo en un 50% de las localidades hubo una asociación positiva entre estas dos variables, en tanto que en nueve de las localidades muestreadas no hubo una asociación significativa entre ellas. La variabilidad explicada por parte del tamaño del cuerpo de los machos de *C. tenellus* con relación al tamaño de su placa genital, fue mayor, en promedio, que para la relación entre el tamaño del cuerpo de las hembras y el tamaño de su ovipositor. Es de llamar la atención que la localidad de 'Chaparrosa' fue el lugar donde se tuvieron los niveles de correlación mas altos, y significativos estadísticamente entre el tamaño del cuerpo y el tamaño del ovipositor en las hembras y el tamaño de la placa genital en los machos de la chicharrita del betabel, respectivamente (Cuadro 1).

En cuanto a la relación que hubo entre la longitud del ovopositor de las hembras y la altitud del sitio de colecta, se encontró que es una relación inversa ( $r = -0.14$ ;  $p = 0.003$ ); es decir, las hembras tienen un ovopositor mas pequeño a medida que se colectan en sitios de mayor

altura; de hecho, la altitud explicó significativamente ( $p = 0.003$ ) sólo el 2% de la variación de la longitud del ovopositor (Figura 10). A diferencia de las hembras, en los machos no se detectó asociación significativa entre la longitud de la placa genital y la altitud ( $r = 0.06$ ;  $p = 0.31$ )



**Figura 10.** Relación entre la altitud (msnm) y la longitud del cuerpo en las hembras de la chicharrita del betabel, *C. tenellus*.

Los datos encontrados apoyan la hipótesis de que hay una mayor presión de selección entre tamaño del cuerpo y tamaño del ovipositor en las hembras de la chicharrita del betabel, ya que potencialmente un ovipositor

más grande puede significar una mayor probabilidad de reproducción, ya que la mayoría de las hembras de Cicadellidae depositan sus huevos dentro de los tejidos de las plantas, y un ovipositor más grande puede significar mayor cantidad de huevos colocados dentro de la planta hospedera. Esta es una hipótesis que es valiosa de ser probada en estudios posteriores.

Finalmente, la relación inversa que se encontró entre la altitud y el tamaño del ovipositor de las hembras de *C. tenellus*, aunque interesante de probar, se debe considerar que la altitud de los sitios de muestreo, únicamente explicó 2% de la variación de la dimensión del ovipositor.

## **DISCUSION**

Las chicharritas son excelentes indicadores ecológicos, altitudinales y latitudinales dentro de áreas geográficas con características de habitats cálidos, secos a frescos o húmedos; muchas especies son excelentes indicadores botánicos debido a su preferencia por ciertas

plantas hospederas y sustratos de oviposición (Nielson y Knight, 2000). Cuando el habitat donde se desarrollan las chicharritas, sus plantas dejan de ser atractivas para su alimentación por efecto de algún estrés como la sequía, se ven forzadas a emigrar en búsqueda de plantas más suculentas, aún cuando normalmente no se alimenten de ellas; el costo de la migración para una población de chicharritas se traduce a una mayor mortalidad en su población (Hamilton y Withcomb, 2010).

La chicharrita del betabel *C. tenellus*, es una especie cosmopolita que ha colonizado una gran parte de Norte América, para lo cual ha desarrollado una estrategia de migración dentro del área donde se distribuye (Lawson *et al.*, 1951; Oman *et. al.*, 1990; Hamilton y Withcomb, 2010,). Se ha reportado que *C. tenellus* tiene tres formas: la invernal, la de verano y la migrante, y que la forma invernante consiste principalmente de hembras maduras fecundadas; en este trabajo, la mayoría de los insectos colectados pertenecieron a la forma invernante de la chicharrita del betabel.

Como anteriormente se indicó, el costo para un insecto cuando migra es a mayor mortalidad, la cual será una fuerza de selección que estará actuando constantemente sobre la población migrante. Como una forma de adaptación a esa mayor mortalidad, existe una respuesta de las chicharritas a incrementar su fecundidad, y por tanto ovipositar dichos huevos, para lo cual el desarrollo de un ovipositor de mayor tamaño le dará una ventaja competitiva a las hembras que cuenten con esa característica, lo cual ha sido demostrado en hembras de la familia Gryllidae (Bradshaw, 1986). Se observó que en el 78% de las localidades muestreadas se detectó una asociación que explicó del 40 al 96% de la variación entre el tamaño del cuerpo y la longitud del ovipositor (Cuadro 1) para las hembras de la chicharrita del betabel en esta zona productora de chiles del Altiplano Mexicano en el estado de Zacatecas. Estudios posteriores ayudarán a dilucidar con mayor precisión esta relación.

Otro factor de mortalidad sobre las poblaciones de chicharritas en el Altiplano Mexicano es la fragmentación que ha estado sufriendo al habitat natural de estos insectos

al incorporar nuevas tierras de cultivo (Aguilar *et al.*, 2000), ya que a medida que se fragmenta un habitat, se incrementa la presión sobre la población residente a tener que migrar, y por tanto el riesgo de mortalidad relacionado con este factor (Dempster, 1991; Hamilton y With comb, 2010). Sin embargo, en la zona agrícola del estado de Zacatecas, en el área comprendida entre Fresnillo, Calera, Villa de Cos y Pánfilo Natera (el área de estudio de este trabajo), las zonas abiertas al cultivo disminuyen conforme se incrementa la altitud, y para las poblaciones de *C. tenellus* que habitan en esta región, significa que a mayor altitud se tiene mayor estabilidad en su habitat, y por tanto menor frecuencia en la migración, lo que se puede asociar con menor mortalidad por ese factor, y por tanto no hay una fuerte presión sobre las hembras para tener un ovipositor de mayor tamaño. Este planteamiento está soportado por la relación inversa que se encontró entre altitud y tamaño del ovipositor de las hembras de la chicharrita del betabel, aunque es necesario realizar estudios adicionales al respecto (Figura 10).



Con el fin de dilucidar a más detalle esta relación, ya que en el presente trabajo sólo se logró explicar 2% de la variabilidad del tamaño del ovipositor debido a la altitud (relación baja, pero significativa), y por tanto es necesario incluir otras variables como temperatura, precipitación y plantas hospederas, entre otras, que ayuden a explicar cambios morfológicos en estos insectos.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, C., Martínez, E., y Arriaga, L. 2000. Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *Biodiversitas*, 30(1), 7-11.
- Backus, E. 1985. Anatomical and sensory mechanism of planthopper and leafhopper feeding behavior. Pp 163-194. En: Nault, L. y Rodriguez, J. (eds.). *The Leafhoppers and Planthoppers*. John Wiley y Sons, New York.
- Bradshaw, W. E. 1986. The evolution of insect life cycles. In F. Taylor, and R. Karban (eds). New York: Springer-Verlag, p21.
- Blocker, H. y Triplehorn, B. 1985. External morphology of leafhoppers. Pp. 41-60. En, Nault, L. y Rodriguez, J. (eds.). *The Leafhoppers and Planthoppers*. John Wiley and Sons, New York.

- Buchner, P. 1965. Endosymbiosis of animals with plant microorganisms. Interscience Publishers, New York: 297-332.
- Ceñis, J.L., Perez, P., y Fereres, A. (1993). Identification of aphid (Homoptera: Aphididae) species and clones by random amplified polymorphic DNA. Annals of the Entomological Society of America. 86 (5), 545-550
- Cwikla, P. y Freytag, P. 1983. External morphology of *Xestocephalus subssellatus* (Homoptera: Cicadellidae: Xestocephalinae). Annals of the Entomological Society of America 76 (4): 641-650.
- Dempster, J. P. 1991. Fragmentation, isolation and mobility of insect populations. The conservation of insects and their habitats: 143-153.
- Dietrich, C. 2005. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Florida Entomologist 88: 502-517.
- Dmitriev, D. 2002. General morphology of leafhopper nymphs of the subfamily Deltocephalinae (Hemiptera: Cicadellidae). Acta Entomologica Slovenica 10: 65-82.
- Dolling, W. 1991. The Hemiptera. Oxford University Press, London: 274 pp.
- Dworakowska, I. 1988. Main veins of the wings of Auchenorrhyncha (Insecta, Rhynchota: Hemelytrata). Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 52 (1-3): 63-108.
- Evans, J. 1946. A natural classification of leaf-hoppers (Homoptera, Jassoidea). Part 2: Aetalionidae,

Hylicidae, Eurymelidae. Transactions of the Royal Entomological Society of London 97 (2): 39-54.

- Evans, J. 1947. A natural classification of leafhoppers (Jassoidea, Homoptera). Part 3. Jassidae. Transactions of the Royal Entomological Society of London 98 (6): 105-271.
- Hamilton, K. 1981. Morphology and evolution of the Rhynchotan head (Insecta: Hemiptera, Homoptera). The Canadian Entomologist 113: 953-974.
- Hamilton, K. 1983a. Classification, morphology and phylogeny of the family Cicadellidae (Rhynchota: Homoptera). Pp. 15-37. En Knight, W. J.; Pant, N. C.; Robertson, T. S. y Wilson, M. R. (eds.). Proceedings of the 1st International Workshop on Biotaxonomy, Classification and Biology of Leafhoppers and Planthoppers (Auchenorrhyncha) of Economic Importance, London.
- Hamilton, K. 1984. The tenth largest family? En: Tymbal Auchenorrhyncha Newsletter No. 3: 4-5.
- Hamilton, K.G. y Withcomb, R. F. 2010. Leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae): a major family adapted to grassland habitats. Arthropods of Candian Grasslands, 1: 169-197
- Hillis, D., Wiens, J., 2000. Molecules versus morphology in systematics: conflicts, artifacts, and misconceptions. Phylogenetic analysis of morphological data, 1-19.
- Hudson, A., Richman, D.B., Escobar, I., Creamer, R., 2010. Comparison of the Feeding Behavior and Genetics of Beet Leafhopper, *Circulifer tenellus*, Populations

from California and New Mexico. *Southwestern Entomologist* 35, 241-250.

- Klein, M., Raccach, B., Oman, P., 1982. The occurrence of a member of the *Circulifer tenellus* species complex (Homoptera: Cicadellidae: Euscelini) in Israel. *Phytoparasitica* 10, 237-240.
- Klein, M., Raccach, B., 1991. Morphological characterization of two populations of *Circulifer* (Homoptera: Cicadellidae) from Israel. *Isr. J. Entomol* 24
- Kramer, S. 1950. The morphology and phylogeny of Auchenorrhynchos [sic] Homoptera (Insecta). *Illinois Biology Monthly* 20: 1-111.
- Latreille, P. 1825. Homoptères. Homoptera. Seconde section. Familles Naturelles du Règne Animal, exposées succinctement et dans un ordre analytique, avec l'indication de leurs genres. 570pp.
- Lawson, F. R., Chamberlin, J. C., y York, G. T. 1951. Dissemination of the beet leafhopper in California US Dept. of Agriculture, 1030, 59p.
- Linnavuori, R. 1959. Revision of the Neotropical Deltocephalinae and some related subfamilies (Homoptera). *Annals of Zoological Society, Vanamo* 20: 1-370.
- McKamey, S. 2002. Leafhoppers of the World database: progress report. P. 85. En Hoch, Asche, H.; Homberg, C. and Kessling, P. (eds). 11th. International Auchenorrhyncha Congress, 5-9 August 2002, Potsdam/Berlin, Germany.
- Moya-Raygoza, G., Larsen, K.J., Rauk, A., 2005. Geographic and seasonal variation in size and color of adult corn leafhoppers (Hemiptera:

- Cicadellidae) from Mexico. *Environmental entomology* 34, 1388-1394.
- Moya-Raygoza, G., Urias, A.M., Uribe-Mu, C.A., 2012. Habitat, body size and reproduction of the leafhopper, *Dalbulus elimatus* (Hemiptera: Cicadellidae), during the winter dry season. *Florida Entomologist* 95, 382-386.
- Munyaneza, J., 2005. Purple top disease and beet leafhopper-transmitted virescence agent (BLTVA) phytoplasma in potatoes of the Pacific Northwest of the United States. *Potato in progress: Science meets practice*, 211-220.
- Murphy, R. W., J. W. Sites Jr., D. G. Buth & C.H. Haufler, 1996. Proteins: isozyme electrophoresis. In: D. M. Hillis, C. Moritz & B. K. Mable (eds.), *Molecular Systematics*. Sinauer Sunderland, pp. 51-120.
- Nielson, M. W. y Knight, W. J. 2000. Distributional patterns and possible origin of leafhoppers (Homoptera, Cicadellidae). *Rvsta. Bras. Zool.* 17 (1): 81-156.
- Oman, P.; Knight, W. y Nielson, M. 1990. Leafhoppers (Cicadellidae): a bibliography, generic check-list and index to the world literature 1956-1985. CAB International Institute of Entomology, Wallingford, U.K. 368 pp.
- Rakitov, R. 1996. Post-moulting behaviour associated with Malpighian tubule secretions in leafhoppers and treehoppers (Auchenorrhyncha: Membracoidea). *European Journal of Entomology* 93: 167-168.
- Simpson J. 1997. Amplified fragment length polymorphisms. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 60:73-76.
- Smithers, C.N. 1981. *Handbook of insect collecting: collection; Preparation, Preservation and storage*. Reed.

Zahniser, J.N., Dietrich, C., 2013. A review of the tribes of Deltocephalinae (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae). *European Journal of Taxonomy*.

## REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

**Dr. Rodolfo Velásquez Valle**  
INIFAP Zacatecas

**M.C. Mayra Denise Herrera**  
INIFAP Zacatecas

**DISEÑO DE PORTADA**  
Luis Roberto Reveles Torres

**CÓDIGO INIFAP**  
MX-0-241304-52-02-11-09-83

**ENCARGADA DE LA COMISIÓN EDITORIAL DEL  
CEZAC**  
**Dra. Raquel K. Cruz Bravo**

### **Grupo Colegiado del CEZAC**

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias  
Secretario: MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez  
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres  
Vocal: Dr. Guillermo Medina García  
Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández  
Vocal: Dr. Francisco Echavarría Cháirez  
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

La presente publicación se terminó de imprimir en formato electrónico en noviembre de 2017 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 carr Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. 01 800 088 2222 ext 82328

# CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

## DIRECTORIO

**MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez**  
**Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos*	Frijol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González	Frijol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC.	Miguel Servin Palestina	Ingeniería de Riego
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía



[WWW.INIFAP.GOB.MX](http://WWW.INIFAP.GOB.MX)

**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias