

2002 A

COD. 193105109

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



CONTROL BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) EN SU ESTADO NINFAL Y ADULTO POR SU PARASITOIDE *Gonatopus bartletti* (Hymenoptera: Dryinidae)

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

**ANGÉLICA VERÓNICA RIOS REYES**

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO, JULIO 2003.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. ANGÉLICA VERÓNICA RIOS REYES  
PRESENTE.**

Manifetamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción Tesis con el título "**CONTROL BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) EN SU ESTADO NINFAL Y ADULTO POR SU PARÁSITOIDE *Gonatopus bartletti* (Hymenoptera: Dryinidae)**", para obtener la Licenciatura en Biología.

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

**A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"**

**"2002, Año Constançia Hernández Alvirde"  
Las Agujas, Zapopan, Jal., 30 de octubre del 2002**

  
**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**



**COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

  
**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ  
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p.DR. GUSTAVO MOYA RAYGOZA. Director del Trabajo.  
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN  
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E.

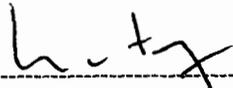
Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Titulación TESIS que realizó la pasante: ANGÉLICA VERÓNICA RIOS REYES, código 193105109 con el título: CONTROL BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (Homoptera : Cicadellidae) EN SU ESTADO NINFAL Y ADULTO POR SU PARASITOIDE *Gonatopus bartletti* (Hymenoptera : Dryinidae), consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y, en su caso, programación de fecha de examen respectivo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T E M E N T E

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, a 7 de 7 del 2003.

EL DIRECTOR DEL TRABAJO



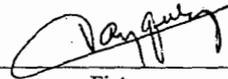
Dr. Gustavo Moya Raygoza



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

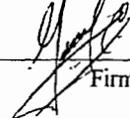
SINODALES

1.- Dr. Marcelino Vázquez García



Firma

2.- M. C. Gil Virgen Calleros



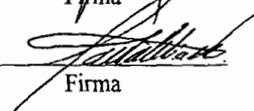
Firma

3.- M. C. J. Jesús Ruiz Moreno



Firma

4.- M- C. Ana Lilia Viguera Guzmán



Firma

Un agradecimiento muy especial a CONACYT por apoyar el proyecto con clave 38689-B y titulado "Interacciones entre insectos vectores de enfermedades a plantas, patógenos y enemigos naturales: un estudio pionero"; y ser becada del mismo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo del Dr. Gustavo Moya Raygoza por confiar en mi y darme esta responsabilidad en el proyecto.

La colaboración de los profesores Dr. Marcelino Vázquez García, M.C. Gil Virgen Calleros, M.C. J. Jesús Ruiz Moreno y M.C. Ana Lilia Viguera Guzmán por su participación como sinodales y profesores.

La ayuda de mis amigos de la secundaria y de la carrera (biólogos, agrónomos y veterinarios); a mis colegas: Karina, Karina, Bárbara, Gema, Noemí, Karla, Gloria, Sara y Elena.

A todos los que fueron mis profesores.

A mis padres por que sin ellos ni siquiera tendría una carrera universitaria, a mis hermanos por enfadosos, pero los quiero.

A mi esposo que siempre me apoyo mucho para salir adelante, pues con su esfuerzo logré cumplir muchas metas.

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi director de tesis, que también se esforzó mucho.

A mis amigas que las quiero mucho (Karina, Karina, Bárbara, Gema, Noemí, Karla, Gloria, Sara, Elena, Laura, Susana, Cinthya y Kathya).

A mi mamá Eva y mi papá Juan.

Mis hermanos Clara, Juan y David.

A mis Abuelitos y principalmente a mi abuelita Rosario, a mis tíos Guille, Raquel, Chuy, Raúl, Beto, Luci, Rosa, Carlos y Gaby. A mis primos y sobrinos (que clan tan largo).

A mi esposo Chuy que siempre ha sido muy lindo (mas le vale) y a su familia.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE DEL CONTENIDO .....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
<i>DALBULUS MAIDIS</i> INSECTO VECTOR DE PATÓGENOS.....	3
Descripción y hábitat.....	3
Importancia económica.....	3
PARASITOIDES DE <i>DALBULUS MAIDIS</i> .....	4
Descripción y hábitat.....	4
Ciclo biológico.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	7
HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
RESULTADOS.....	12
Ciclo biológico de <i>Gonatopus bartletti</i> .....	12
Parasitismo y depredación de <i>Gonatopus bartletti</i> sobre adultos y ninfas de <i>Dalbulus maidis</i> .....	20
Sobrevivencia de <i>Dalbulus maidis</i> adultos expuestos a <i>Gonatopus bartletti</i> .....	24
DISCUSIÓN.....	26
Ciclo biológico.....	26
Parasitismo.....	27
Depredación.....	28
CONCLUSIÓN .....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

## INTRODUCCIÓN

En el mundo una gran cantidad de plantas cultivadas son atacadas por insectos transmisores de patógenos (espiroplasmas, bacterias, fitoplasmas y virus); la mayoría de los cuales pertenecen al orden Homoptera (Nault, 1980, 1997; Purcell, 1982; Markham, 1983). Al llegar a una planta enferma el homóptero adquiere el patógeno mediante su aparato bucal (succionador) para luego transmitirlo a plantas sanas.

El maíz, principal fuente alimenticia para las comunidades rurales de México, es atacado y su producción es disminuida por una de las plagas más importante en América Latina, conocida como la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* (Delong y Wolcott), (Homoptera:Cicadellidae) (Nault, 1990). Este homóptero es una plaga que se caracteriza por transmitir eficientemente tres patógenos: el virus rayado fino del maíz (Marafivirus); el espiroplasma del maíz (*Spiroplasma kunkelii*), y el fitoplasma del maíz (Nault, 1990), de los cuales *S. kunkelii* es el fitoplasma más importante (Nault, 1990). Este procarionte pertenece a la clase Mollicutes, este tipo de organismo carece de pared celular, de ahí la forma en espiral y necesitan habitar en el floema de las plantas por que la osmosis le permite no perder su forma. Una vez que el espiroplasma es adquirido de plantas enfermas tiene que pasar por un período de incubación en el insecto antes de que puedan transmitirlo; esto puede ser en estado adulto o ninfal. El espiroplasma requiere de 10 a 45 días para la incubación dependiendo de la temperatura (10° a 30°C)(Agris, 1997). La incubación hace que el espiroplasma se distribuya por el cuerpo, pasa por el intestino medio, después a la hemolinfa donde se reproduce y finalmente a las glándulas salivales, para ser propagada nuevamente a una planta de maíz sana (Purcell y Nault, 1991). Este tipo de bacteria causa pérdida de la cosecha hasta en un 50% en el Sur de México, y hasta un 100% en Centro América y Brasil (Kathirithamby y Moya-Raygoza, 2000).

Por otro lado, se han encontrado varias especies de insectos que parasitan a la chicharrita del maíz; como la mosca *Metadorylas spinosus* (Hardy) (Diptera:Pipunculidae), el estrepsíptero *Halictophagus naulti* Kathirithamby & Moya-Raygoza (Strepsitera: Halictophagidae) y la avispa *Gonatopus bartletti* Olmi

(Hymenoptera: Dryinidae) (Moya-Raygoza y Trujillo-Arriaga, 1993; Kathirithamby y Moya-Raygoza, 2000). De las especies anteriores de parasitoides *G. bartletti* (drínido) es la que tiene mayor distribución geográfica y mayor tasa de parasitismo en condiciones naturales, lo que sugiere que puede ser un agente de control biológico utilizado para disminuir las pérdidas producidas por la chicharrita del maíz. Sin embargo el ciclo biológico de este parasitoide no se conoce; por lo que se especula que las hembras de *G. bartletti* podrían parasitar y depredar a su huésped.

## ANTECEDENTES

### ***Dalbulus maidis* insecto vector de patógenos**

#### Descripción y hábitat

La chicharrita del maíz *Dalbulus maidis*, 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 oscuro; las hembras presentan color amarillo claro. Ambos presentan dos manchas en la cabeza. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida desde el sur de los Estados Unidos, hasta Argentina pasando por México, Centro América y las Islas del Caribe (Nault, 1990). Además, se desarrolla en altitudes que van desde el nivel del mar hasta las partes más altas donde se siembra el maíz durante la estación lluviosa, mientras que durante la estación seca su distribución se restringe a menos de los 2,000 m, en maíz irrigado, o bien en *Tripsacum* sp. una gramínea nativa que, por ser una planta perenne le da la oportunidad a la chicharrita de entrar en un estado de latencia o alimentarse hasta que sea nuevamente la temporada de maíz (Nault, 1990).

Los individuos de *D. maidis* necesitan 23 días a una temperatura de 26°C y 50% de humedad relativa para llegar a estado adulto desde la oviposición; previo a esto requieren pasar por cinco estadios ninfales (Todd *et al.*, 1991). Los adultos pueden sobrevivir hasta 91 días bajo las mismas condiciones ambientales que los estados inmaduros (Madden *et al.*, 1986). Tanto ninfas como adultos de esta especie son transmisores de patógenos.

#### Importancia económica

Este insecto causa su principal daño, no tanto por la cantidad de savia que succiona de la planta de maíz, sino porque transmite tres patógenos: el virus rayado fino del maíz (Marafivirus); el espiroplasma del maíz (*S. kunkelii*), y el fitoplasma del maíz (especie aun no determinada) (Nault, 1990). El espiroplasma se distribuye preferentemente desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm., es en estas áreas donde las pérdidas de maíz pueden llegar hasta un 100%. Las plantas de maíz infectadas por el espiroplasma presentan los siguientes síntomas:

tienen la base de sus hojas con decoloración en forma de pequeñas rayas blancas, presentan un acortamiento en los entrenudos y no existe la producción de mazorca (Nault, 1990).

### **Parasitoides de *Dalbulus maidis***

#### Descripción y hábitat

La chicharrita del maíz es parasitada en su estado ninfal y adulto por insectos que deben pasar su estado larval dentro de la chicharrita y la matan al momento que emergen para pupar (Vega y Barbosa, 1990). Tal es el caso de la avispa *Gonatopus bartletti*, cuyas hembras son de color amarillo-rojizo claro, ápteras, con pinzas en las patas anteriores con las que atrapan insectos, de 6.5 mm de largo por 3.8 mm, mientras que el macho es de color negro, alado, de 5 mm de largo por 5.2 mm de ancho. El primer registro de este parasitoides fué en Puerto Rico, después en Nicaragua, Venezuela, Las Bahamas y Belice. En México se le ha encontrado principalmente durante la estación lluviosa en los estados de Jalisco, Colima, Morelos, Nayarit, Veracruz, Sinaloa y Puebla, (Vega y Barbosa, 1990; Moya-Raygoza y Trujillo-Arriaga, 1993).

#### Ciclo biológico

Las especies estudiadas de *Gonatopus* presentan cinco estadios larvales. Tomando de referencia a *Gonatopus chilensis* (Olmí) y *Gonatopus lunatus* Klug se explicarán a continuación las características de huevos y los diferentes estadios ninfales ya que no existe información sobre *G. bartletti*.

El huevo de *G. chilensis* mide 0.194 – 0.206 mm de largo y 0.079 – 0.092 mm de ancho, mientras que el huevo de *G. lunatus* mide 0.388 mm de largo por 0.259 mm de ancho. Los huevos son translucidos, blanquecinos y levemente testáceos en los extremos. Al momento de la eclosión, el corion se rompe lateralmente, desde el polo anterior hasta  $\frac{3}{4}$  de su longitud (Guglielmino y Virla, 1998; Virla y Mangione, 2000).

Primer estadio: el tamaño de *G. chilensis* es de 0.267 – 0.288 mm de largo por 0.125 – 0.136 mm de ancho, mientras que en *G. lunatus* es de 0.40 – 0.42 mm

de largo por 0.20 – 0.24 mm de ancho. La larva de *G. chilensis* es blanquecina y curvada y se encuentra parcialmente cubierta por un corión. Tanto la segmentación del cuerpo como los espiráculos no son evidentes. El resto del corión que cubre parcialmente a la larva es castaño claro, más oscuro en el extremo posterior. Cuando la larva pasa al segundo estadio, en cada muda la vieja cutícula queda atrapada entre el cuerpo del hospedero y la larva (Virla y Mangione, 2000). La larva de *G. lunatus* es blanquecina, la forma de su cuerpo es de barril y presenta una segmentación corporal que denota el sistema traqueal; presenta un corión de piezas grandes y está pigmentado a un tono más fuerte que el de larva. De igual modo que en *G. chilensis*, cuando la larva pasa al segundo estadio, en cada muda la vieja cutícula queda atrapada entre el cuerpo del hospedero y la larva. En ese momento el saco larvario, forma alrededor de la larva una o más exuvias siendo estas visibles (Guglielmino y Virla, 1998).

Segundo estadio: el tamaño de *G. chilensis* es de 0.456 - 0.470 mm de largo por 0.226 – 0.235 mm de ancho, mientras que el de *G. lunatus* es de 0.50 – 0.54 mm de largo por 0.30 – 0.34 mm de ancho. El cuerpo de *G. chilensis* es blanquecino aunque se pueden ver dos anillos castaños, uno ventral y otro dorsal. En *G. lunatus* es más evidente la segmentación y los espiráculos. Su anatomía es más acentuada y en la región posterior la larva presenta pigmentación bien definida (Guglielmino y Virla, 1998; Virla y Mangione, 2000).

Tercer estadio: el tamaño de *G. chilensis* es de 0.711 – 0.723 mm de largo por 0.347 – 0.359 mm de ancho, mientras que en *G. lunatus* es de 1.46 – 1.70 mm de largo por 0.36 – 0.38 mm de ancho. Este incremento en *G. chilensis* hace que el extremo posterior de la larva se curve levemente, pero no se observan cambios anatómicos significativos. *G. lunatus* tiene también un considerable incremento en su cuerpo y por lo tanto un encorvamiento (Guglielmino y Virla, 1998; Virla y Mangione, 2000).

Cuarto estadio: el tamaño de *G. chilensis* es de 0.915 – 0.959 mm de largo por 0.441 – 0.458 mm de ancho, mientras que en *G. lunatus* es de 1.46 – 1.70 mm de largo por 0.50 – 0.60 mm de ancho. En *G. chilensis* el cuerpo de la larva se sigue plegando sobre sí misma y hace que se curve la parte posterior. *G. lunatus*

presenta un incremento mayor a los anteriores estadios larvales por que su tamaño aumenta visiblemente (Guglielmino y Virla, 1998; Virla y Mangione, 2000).

Quinto estadio: el tamaño de *G. chilensis* es de 1.754 – 1.987 mm de largo por 0.882 – 0.978 mm de ancho, mientras que en *G. lunatus* es de 2.80 – 3.52 mm de largo por 1.00 – 1.12 mm de ancho. La larva en ambas especies es ápoda y prognatada, de color blanquecino o levemente amarillenta. La cabeza está bien definida, tiene tres segmentos torácicos y 10 abdominales. En este estadio es cuando la larva consume internamente al huésped y lo mata. Después de que la larva emerge del V estadio hace su capullo y pupa sobre las hojas de maíz (Guglielmino y Virla, 1998; Virla y Mangione, 2000).

Después de varios días emerge una hembra o un macho de cada capullo. Las hembras de *Gonatopus* además de ser parasitoides se les ha observado depredando, mientras que los machos sólo tienen la función de fecundar a la hembra (Virla y Mangione, 2000).

## JUSTIFICACIÓN

Dado que no existen reportes sobre el ciclo biológico de *G. bartletti*, ni de la efectividad de este parasitoide y depredador este estudio se realizó con la finalidad de generar información.

Se piensa que hembras de *G. bartletti* podrían ser efectivas depredando y parasitando a ninfas y adultos de la chicharrita de maíz, por eso es importante tener este tipo de estudio para contribuir a la disminución de productos químicos en la agricultura.

Los resultados que se generaron en este estudio tienen un efecto positivo para que forme parte de un enlistado de posibles parasitoides de control biológico que servirá a los agricultores de maíz en México y América Latina.

## HIPÓTESIS

El parasitoide *G. bartletti* puede ser un agente de control biológico de la chicharrita del maíz ya que esta avispa es parasitoide y depredadora. La depredación puede ser más efectiva que el parasitismo.

## OBJETIVOS

1. Describir el ciclo biológico de *G. bartletti* (huevo, larva, pupa y adulto).
2. Evaluar la capacidad de parasitismo y depredación de hembras de *G. bartletti* sobre adultos y ninfas de *D. maidis*.
3. Determinar la sobrevivencia de los adultos de *D. maidis* parasitados y sin parasitar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La cría de *D. maidis* se realizó bajo condiciones controladas; a temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ , con humedad relativa del 50% y un fotoperiodo de 12 h. luz - 12 h. oscuridad. Las colonias de *D. maidis* se alimentaron con plántulas de maíz y los individuos de *G. bartletti* se alimentaron con chicharritas. *D. maidis* y *G. bartletti* se colectaron en zonas de cultivo de maíz en la localidad del Grullo, Jalisco, México; las colectas fueron en los meses de septiembre y noviembre del 2002.

Para comparar dos variables en cualquiera de los experimentos se aplicó la prueba de t-student usando el programa statistica, 1995. Statistica for Windows, Tulsa, Ok.

### Experimentos

#### 1.- Descripción del ciclo biológico de *G. bartletti*

Para determinar el número de días que necesita *G. bartletti* desde su estado de huevo hasta el último estadio larval se efectuó el siguiente procedimiento. Una hembra de *G. bartletti* se expuso a 10 individuos adultos de *D. maidis* seleccionados al azar con un total de 65 repeticiones, para que la hembra de *G. bartletti* los parasitara por un período de 48 h. Lo anterior se realizó en una caja tipo hoja, que se colocó en una planta de maíz sobre su hoja. Diariamente las chicharritas expuestas se revisaron para determinar cuando la larva del parasitoide (en su último estadio) emergiera de *D. maidis*. Simultáneamente se tomaron chicharritas expuestas al parasitoide cada 24 h para fijarlas y determinar el estudio larvario del parasitoide con la ayuda de un microscopio estereoscópico. La fijación se hizo según la técnica utilizada por Virla y Mangione (2000), que consiste en poner las chicharritas en formol al 10% durante 24 h, para después transferirlas a alcohol al 70%.

Las pupas formadas a partir de las larvas emergidas fueron observadas diariamente para determinar el número de días que transcurrieron y llegar al estado adulto. En total se revisaron 32 pupas.

A cada hembra y macho emergido se le determinó el número de días que permanecieron vivos. En el caso de las hembras se mantuvieron vivas desde su

emergencia hasta su muerte exponiéndolas a chicharritas en cajas individuales. El número de días se determinó para 10 hembras y 17 machos emergidos.

La comparación en el número de días entre pupas que dan origen a machos y hembras se efectuó con la prueba t-student. Esta misma prueba fue usada para comparar la longevidad entre las hembras y machos adultos. En total fueron 27 individuos.

Además se colectaron individuos de *D. maidis* para saber si hembras y machos son parasitados por igual y determinar si existe preferencia del parasitoide por alguna parte del cuerpo (tórax o abdomen) de la chicharrita.

2.- Evaluación de la capacidad de parasitismo y depredación de hembras de *G. bartletti* sobre adultos y ninfas de *D. maidis*.

En diferentes casos se agregaron 10 adultos ó 20 adultos de *D. maidis* que fueron expuestos a una hembra de *G. bartletti* por dos días los que contenían 10 adultos ó tres días los que contenían 20 adultos. En total se usaron 280 adultos de *D. maidis* con un total de 28 repeticiones. La exposición se efectuó en cajas tipo hoja en plantas de maíz. Al azar, de cinco a seis días después de la exposición y cuando es evidente el saco formado por el parasitoide en *D. maidis* se revisaron las chicharritas, para saber cuantas fueron depredadas sólo parte de su cuerpo (mordidas) ó consumidas totalmente y cuantas forman saco por el parasitoide. El procedimiento anterior también se efectuó en ninfas de *D. maidis* para saber si depredan y parasitan a las chicharritas en su estado inmaduro. En total se usaron 110 ninfas. Tanto en adultos como en ninfas el número de chicharritas fue homogenizado a un día de exposición.

Además se evaluó la capacidad de depredación y parasitismo de las hembras de *G. bartletti* en adultos de *D. maidis* a través del tiempo. Lo anterior se hizo desde el primer día que emerge la hembra hasta el día 12. En total se utilizaron 7 hembras, las que fueron transferidas diariamente a chicharritas sanas. Las anteriores chicharritas expuestas fueron revisadas posteriormente para saber el nivel de depredación y parasitismo.

### 3.- Supervivencia de los adultos de *D. maidis* parasitados y sin parasitar.

Se utilizó como un tratamiento adultos de *D. maidis*, los que fueron expuestos a una hembra de *G. bartletti* por 48 h. Además se tuvo un testigo de chicharritas adultas, que no fueron parasitados. Los adultos parasitados y sin parasitar fueron mantenidos en cajas de tipo hoja que se colocaron en la hoja de maíz. Cada 24h. y durante 12 días después de que fueron parasitados *D. maidis* por *G. bartletti*, se cuantificó el número de adultos muertos en los dos tratamientos (adultos parasitados y sin parasitar). Cada uno de los tratamientos tuvo 5 repeticiones y cada repetición estuvo formada por 10 individuos.

## RESULTADOS

### 1. Ciclo biológico de *Gonatopus bartletti*

*Gonatopus bartletti* necesita un promedio de 11.9 días desde su estado de huevo hasta su último estadio larval (Cuadro 1, Figuras 3, 4, 5, 6). Cuando la larva esta madura abre el saco larval que se desarrolla en *Dalbulus maidis*. Al momento de salir la larva consume el contenido interno del huésped, dejando sólo el exoesqueleto y causándole la muerte. Una vez que emerge la larva comienza a elaborar su capullo y pupar.

Las pupas que dieron origen a las hembras de *G. bartletti* necesitan un número similar de días a los de los machos ( $t= 0.79$ ;  $p= 0.43$ ;  $gl= 14$ ). Desde que se forma la pupa (Figura 7) hasta que emerge la hembra se requiere en promedio 13.3 días y para los machos 13.9 días (Cuadro 1). En total 73 larvas llegaron a su último estadio.

Por otro lado, la longevidad de las hembras de *G. bartletti* es mucho mayor que la de los machos ( $t= 10.4$ ;  $p= 0.001$ ;  $gl= 9$ ) (Figura 8). En promedio las hembras permanecen vivas 21.6 días, mientras que los machos sólo un día (Cuadro 1).

El ciclo biológico de las hembras de *G. bartletti* dura en promedio 46.6 días a  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} C$ , desde su oviposición hasta la muerte, mientras que para los machos es de 26.6 días en promedio a la misma temperatura.

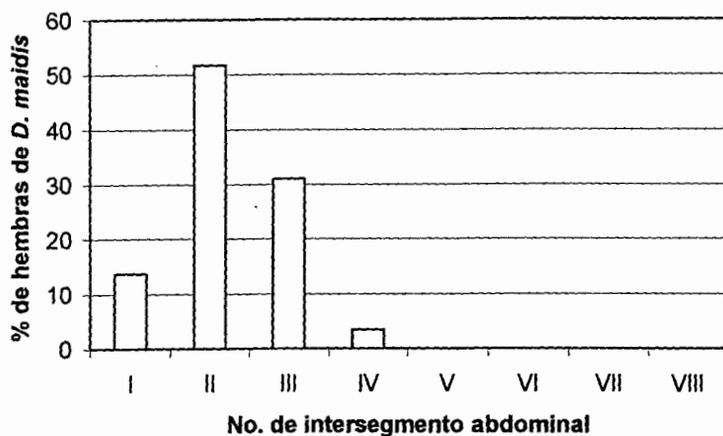
Además se observó partenogénesis pues las hembras de *G. bartletti* sólo dan origen a machos cuando estas no son fecundadas. Las hembras de *G. bartletti* parasitan por igual a hembras y machos de *D. maidis* en condiciones naturales. En noviembre del 2002 se colectaron en total 55 adultos de *D. maidis* con evidencias de parasitismo por *G. bartletti*, de los anteriores 30 adultos fueron hembras y 25 machos de *D. maidis*. Independientemente del sexo de las chicharritas en su mayoría (50 individuos) ostentaron un saco formado por la larva de *G. bartletti*, mientras que muy pocos (cinco individuos) presentaron dos sacos.

Las hembras de *G. bartletti* tomaron a las chicharritas con sus tenazas ubicadas en las patas anteriores para poder ovipositar en ellas. El punto de oviposición es donde se desarrolla el saco larval de la avispa y este nunca

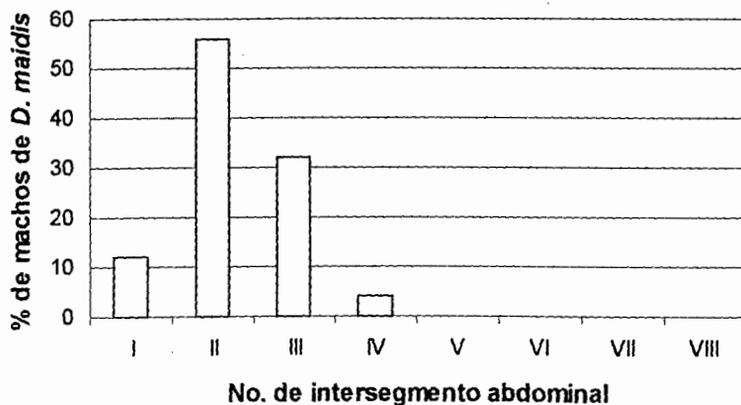
ocurrió en el tórax de *D. maidis*. Hembras y machos de *D. maidis* siempre mostraron el saco larval entre el I y IV intersegmento abdominal (Figura 1, 2 y 3). En ambos sexos el saco larval se encontró preferentemente en el II intersegmento abdominal.

Cuadro 1. Duración en días del ciclo biológico de *Gonatopus bartletti*

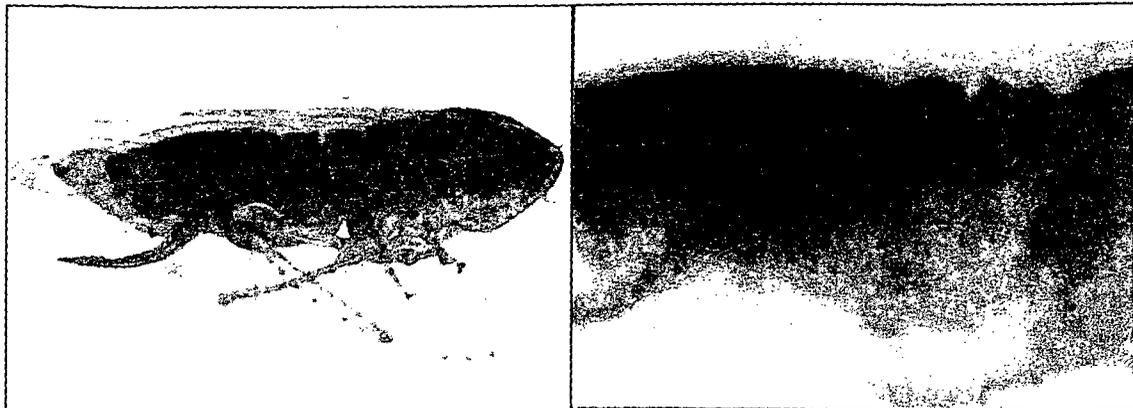
Período	No. total de muestra	Promedio de días	Error estándar
Huevo a último estadio larval	73	11.9	0.2
<b>Pupa a adulto</b>			
hembras	15	13.3	0.5
machos	17	13.9	0.5
<b>Adulto</b>			
hembras	10	21.6	2.0
machos	17	1.0	0.0



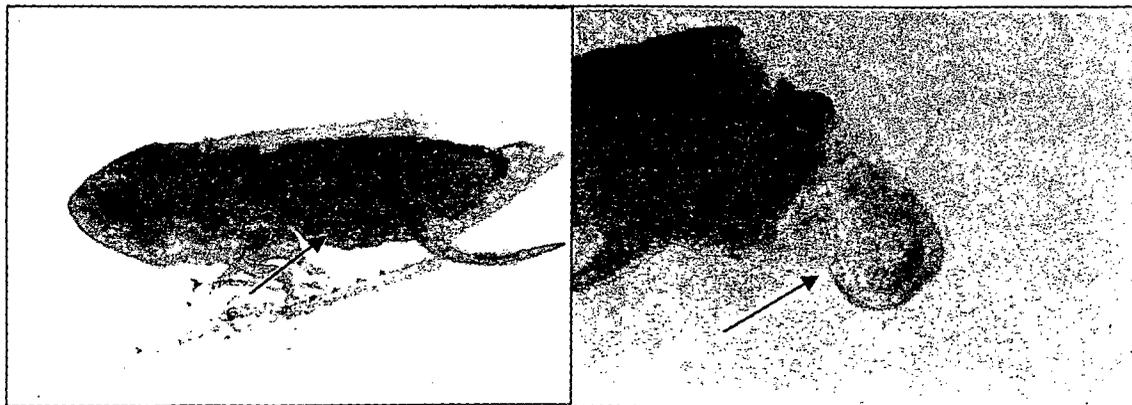
**Figura 1.** Localización del saco larval formado por *G. bartletti* en los intersegmentos abdominales de las hembras de *D. maidis*. n= 30 hembras de *D. maidis*.



**Figura 2.** Localización del saco larval formado por *G. bartletti* en los intersegmentos abdominales de los machos de *D. maidis*. n= 25 machos de *D. maidis*.



**Figura 3.** *D. maidis* parasitado por *G. bartletti*, estado de huevo, dos días después de la oviposición. Izquierda: la flecha señala el punto de oviposición de *G. bartletti* en *D. maidis* en el segundo intersegmento abdominal; derecha: vista ampliada de el punto de oviposición de *G. bartletti*.



**Figura 4.** *D. maidis* parasitado por *G. bartletti*, segundo estadio, seis días después de la oviposición. Izquierda: parasitoide con desarrollo larval semiexterno; derecha: larva fuera del hospedero.

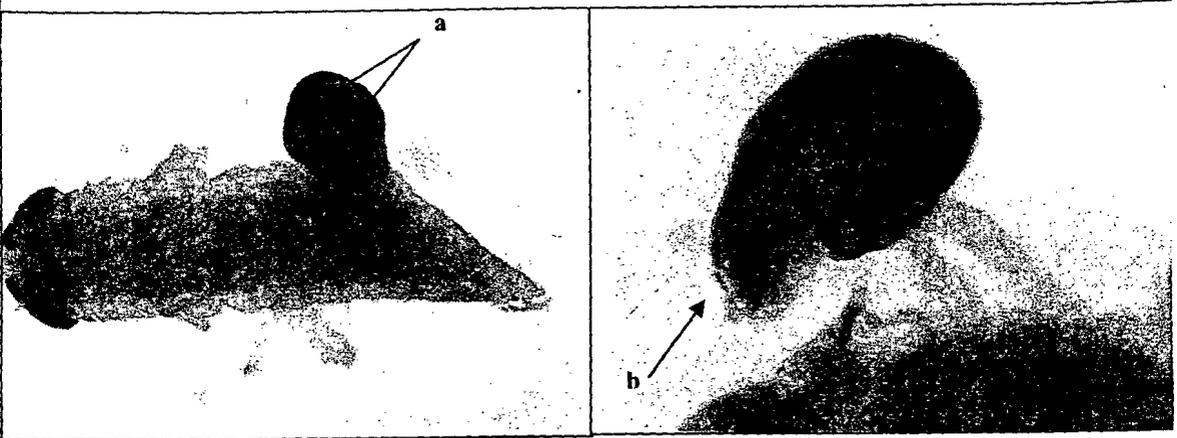
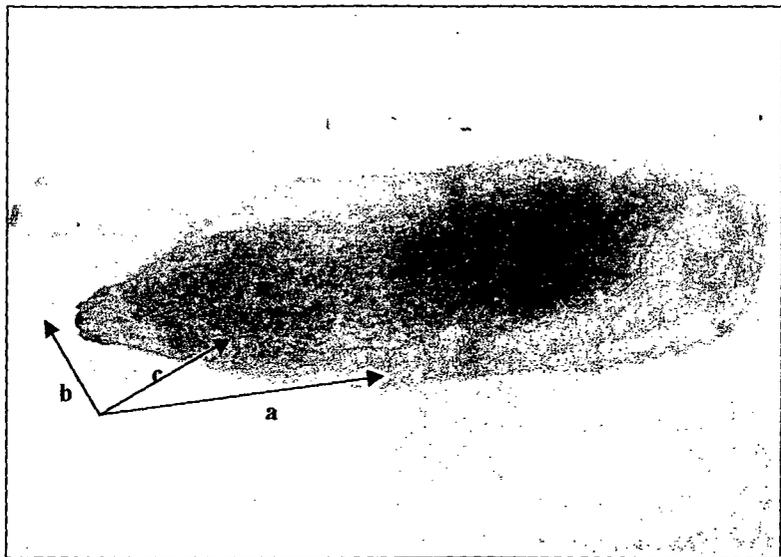


Figura 5. *D. maidis* parasitado por *G. bartletti*, tercer estadio larval, diez días después de la oviposición. a) el saco presenta dos capas; b) parte anterior de la larva



Figura 6. *D. maidis* parasitado por *G. bartletti*, cuarto estadio, doce días después de la oviposición. a) El saco presenta tres capas; b) las mandíbulas de la larva están desarrolladas.



**Figura 7.** Pupa de *G. bartletti*, trece días después de la oviposición. Presenta a) pupario, b) mandíbula y c) patas en formación.

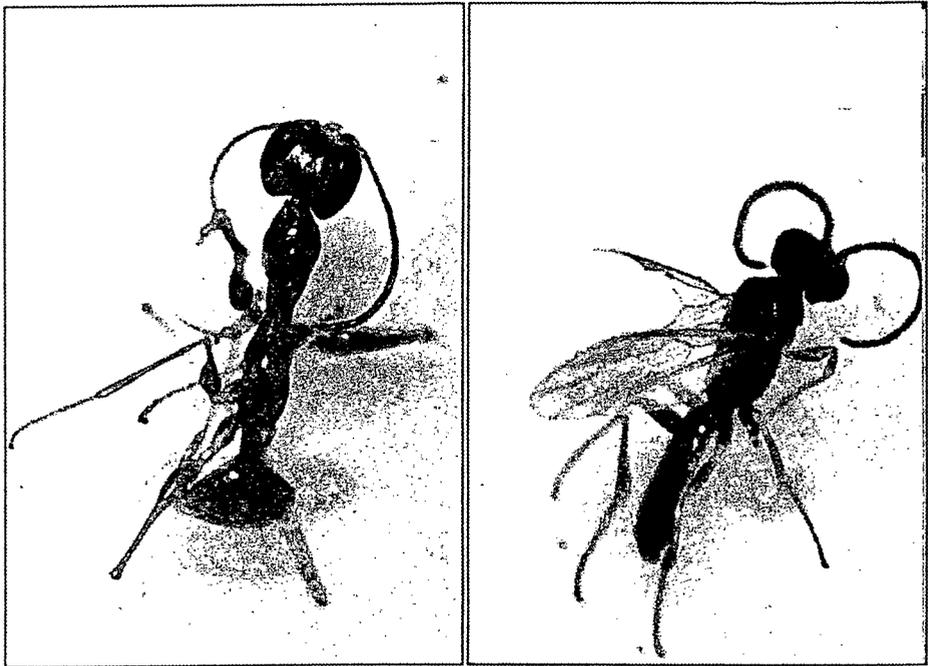


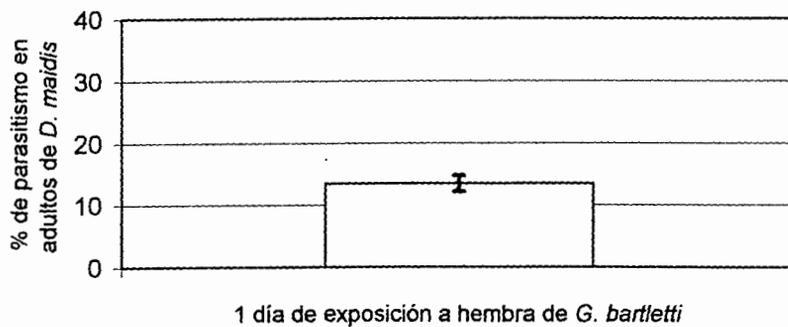
Figura 8. Hembra (izquierda) y macho (derecha) de *G. bartletti*

## 2. Parasitismo y depredación de *Gonatopus bartletti* sobre adultos y ninfas de *Dalbulus maidis*

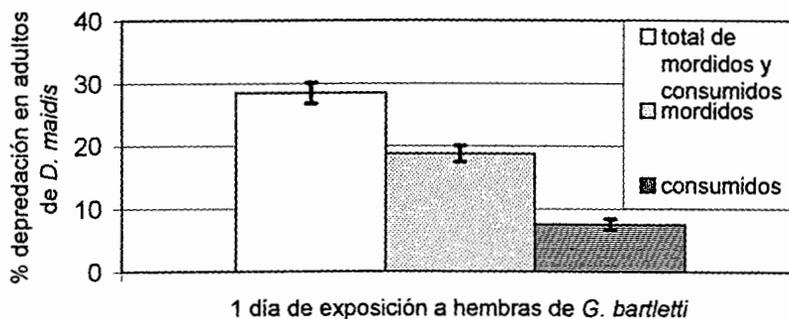
Las hembras de *G. bartletti* parasitaron y depredaron adultos y ninfas de *D. maidis*. Al exponer una hembra de *G. bartletti* con 10 ó 20 adultos de *D. maidis* por un día a  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , se encontró que 13.4% de los adultos son parasitados (Figura 9). Mientras que el nivel de depredación sobre los adultos fue el doble ya que el 26.3% fueron depredados en un día (Figura 10). La mortalidad es causada porque las chicharritas son mordidas por *G. bartletti*, ya que se observaron individuos con sólo parte de su cuerpo mordido o porque las chicharritas son consumidas (Figura 10).

El 13.7% de las ninfas de *D. maidis* fueron parasitadas (Figura 11). Lo anterior se encontró al exponer una hembra de *G. bartletti* con 10 ó 20 ninfas de segundo estadio por un día a  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Las larvas de *G. bartletti* continuaron su desarrollo y emergieron cuando el huésped *D. maidis* pasó de ninfa a adulto, pero se observó que fue parasitado en estado de ninfa (a partir del segundo estadio). Esto se encontró en un 50% de la población. El nivel de depredación sobre las ninfas fue similar al encontrado sobre los adultos, ya que el 22.6% de las ninfas quedaron mordidas o consumidas (Figura 12).

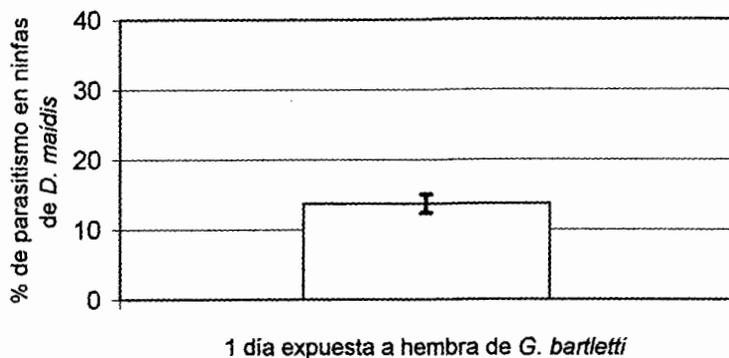
Las hembras de *G. bartletti* parasitan y depredan a *D. maidis* desde el día que emerge de su estado de pupa (Figura 13). Durante los primeros 12 días desde que emerge la hembra, esta muestra mayor capacidad de depredación que como parasitoide, excepto en los primeros dos días, donde su eficiencia como parasitoide y depredador son similares.



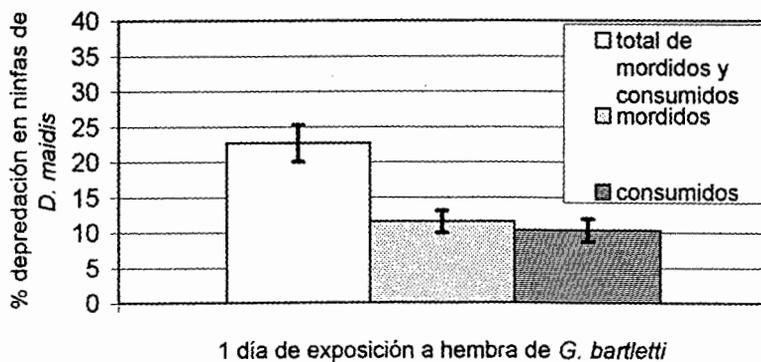
**Figura 9.** Porcentaje de parasitismo en adultos de *D. maidis* por hembra de *G. bartletti* en un día.  
n= 280 adultos de *D. maidis*



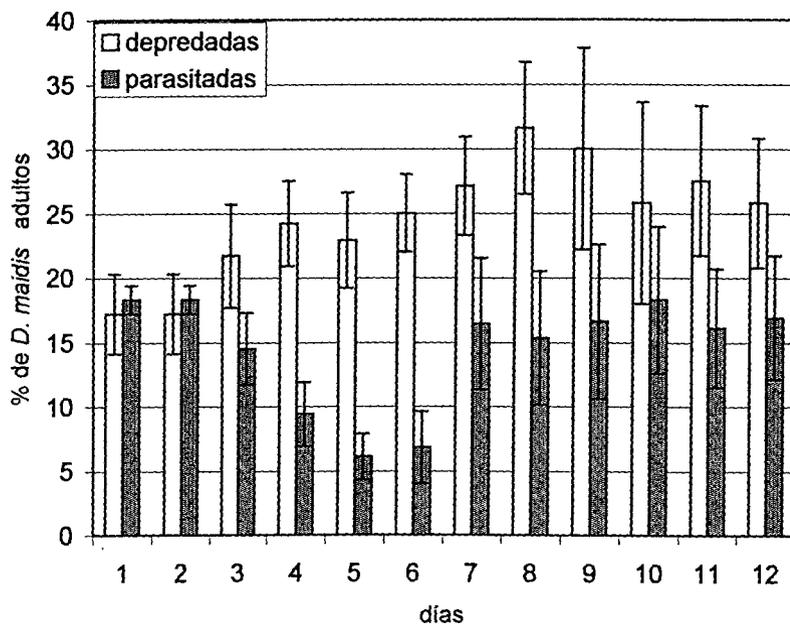
**Figura 10.** Porcentaje de depreación en adultos de *D. maidis* por hembra de *G. bartletti*.  
n= 280 adultos de *D. maidis*



**Figura 11.** Porcentaje de parasitismo de chicharritas ninfas por hembras de *G. bartletti* en un día.  
n= 110 ninfas de *D. maidis*



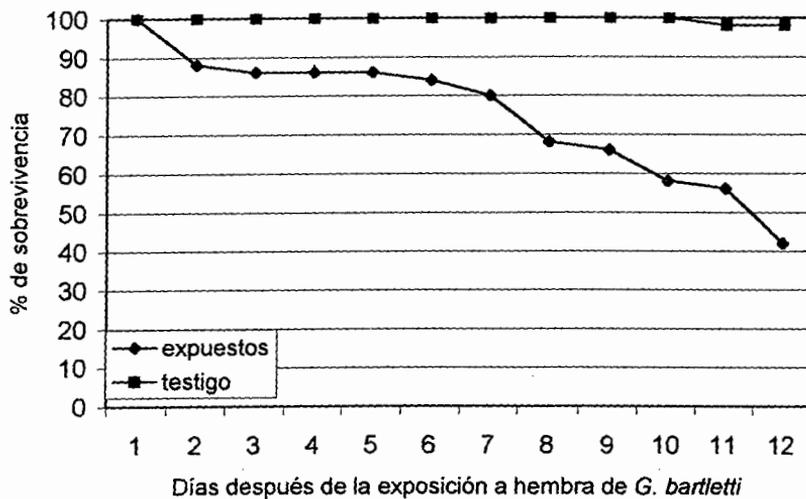
**Figura 12.** Porcentaje de depredación de chicharritas ninfas por hembras de *G. bartletti* en un día.  
n= 110 ninfas de *D. maidis*



**Figura 13.** Porcentaje de depredación y parasitismo de chicharritas adultas por hembras de *G. bartletti* después de que emergen.

### **3. Supervivencia de *Dalbulus maidis* adultos expuestos a *Gonatopus bartletti***

A los dos días después de exponer a *D. maidis* adultos con una hembra de *G. bartletti*, se observó un 88.0% de supervivencia de las chicharritas considerando que la población fue de 50 individuos. (Figura 14). En estos dos días la causa de mortalidad fue la depredación. El resto de los días la causa de mortalidad de las chicharritas fue por el parasitismo, ya que del día 8 al 12 las larvas de *G. bartletti* emergieron del huésped decreciendo la población hasta un 42.0%.



**Figura 14.** Porcentaje de sobrevivencia de *D. maidis* adultos expuestos a hembra de *G. bartletti*. n= 50 *D. maidis* expuestos y n= 50 *D. maidis* testigo sin exponer.

## DISCUSIÓN

### Ciclo biológico

Los drínidos tienen un ciclo biológico variado, como *Aphelopus atratus* que dura en promedio 74 días, *Anteon ephippiger* que es de 44 a 54 días, *Anteon pubicome* de 42 días y *Gonatopus sepsoides* de 51 días (Waloff y Jervis, 1987). En el caso de *G. bartletti* se encontró que las hembras duran en promedio 46.8 días desde huevo hasta que la hembra muere; mientras que los machos necesitan 26.8 días en promedio, desde huevos hasta que mueren.

Aquí se encontró que las hembras de *G. bartletti* duran 21.6 días en promedio como adultas, mientras que los machos sólo duran un día. En otras especies de drínidos el tiempo que viven las hembras y machos es variable. Las hembras de *Gonatopus lunatus* viven de 69 a 118 días (Guglielmino y Virla, 1998). Las hembras de *Pseudogonatopus chilensis* viven de 1.5 a 18 días, mientras que los machos viven sólo de 1 a dos días (Virla, 1995). Las hembras de *Aphelopus atratus* viven 10 días y los machos 6.5 días; en *Aphelopus melaleucus* las hembras duran 7.5 días y los machos viven 7.8 días; en *Aphelopus serratus* las hembras duran 9.6 días y los machos 6.3 días; en *Dicondylus bicolor* las hembras viven 6.0 días y los machos 6.9 días (Waloff y Jervis, 1987).

Los machos de *G. bartletti* quienes sólo duran un día en estado adulto, tienen la única función de fecundar a la hembra. Cuando el macho de *G. bartletti* no fecundó a la hembra, esta presentó reproducción arrenotóquica dando origen únicamente a machos. En otras especies de los géneros *Gonatopus* y *Pseudogonatopus* se han encontrado resultados diferentes. Waloff (1990) menciona que *Gonatopus sepsoides* tiene partenogénesis y cuando no es fecundada la hembra da origen a hembras solamente. De la misma manera *G. lunatus* y *Pseudogonatopus chilensis* dan origen a hembras, cuando la hembra no es fecundada (Virla, 1995; Guglielmino y Virla, 1998). Clausen (1940) dice que la mayoría de los drínidos presentan partenogénesis, dando origen a las hembras, cuando estas no son fecundadas. Sin embargo, en *G. bartletti* se observó que las hembras no fecundadas dieron origen a machos. Olmi (1999) menciona que

cuando la hembra da origen a machos estas tienen mayor probabilidad de ser fecundadas y así tener descendencia mixta y ser abundante.

El lugar donde la hembra de cualquier especie de drínido oviposita en el huésped es un carácter específico. En el caso de *G. bartletti* la hembra oviposita preferentemente en el segundo intersegmento abdominal. Resultados similares fueron encontrados en *G. chilensis* (Guglielmino y Virla, 1998), mientras que en *G. lunatus* es en el tercer y cuarto intersegmento abdominal (Virla y Mangione, 2000).

La mayoría de los individuos de *D. maidis* colectado en el campo presentaron sólo un saco, donde el huevo eclosiona y se desarrolla la larva de *G. bartletti*, sin embargo algunos individuos tenían dos sacos. Cuando en *G. bartletti* existen dos sacos (doble oviposición) es esperado que exista competencia intraespecífica. Waloff (1990) menciona que en el superparasitismo sólo una de las dos larvas se desarrolla y pupa, esto se ha observado en el drínido *Dicondylus bicolor*.

En los drínidos el primer estadio larval se desarrolla completamente dentro del huésped y el resto de los estadios se desarrollan semiexternamente (Waloff y Jervis, 1987). El saco donde crece la larva de *G. bartletti* mostró tres capas. Lo mismo fue encontrado en *G. chilensis* y *G. lunatus* (Virla y Mangione, 2000; Guglielmino y Virla, 1998). En *G. bartletti*, *G. lunatus* y *G. chilensis* la primera capa se genera en el segundo estadio larval, la segunda capa en el tercer estadio larval y la tercer capa en el cuarto estadio. El quinto estadio larval de las tres especies de *Gonatopus* es fuera del huésped.

### Parasitismo

Moya-Raygoza y Trujillo-Arriaga (1993) indican que el porcentaje de parasitismo en *D. maidis* por *G. bartletti* en condiciones naturales es de 5.4% para hembras de esta chicharrita, 2.7% para machos y 1.6% para ninfas. En condiciones de laboratorio se encontraron mayores niveles de parasitismo por *G. bartletti*, debido a que chicharritas adultas (hembras y machos) fueron parasitadas en un 13.4% y las ninfas fueron parasitadas en un 13.7%, cuando se expusieron por un día al parasitoide

Aquí no se encontraron diferencias en el nivel de parasitismo entre adultos y ninfas. Sin embargo, Butin (1989), encontró mayor parasitismo en ninfas que en adultos. En este estudio se observó que cuando las chicharritas son parasitadas como ninfas, estas llegan a estado adulto y la larva del drínido completa su desarrollo. Sin embargo, en otros casos como en *G. chilensis* la ninfa parasitada no presenta muda y no llega a estado adulto (Virla y Magione, 2000).

### Depredación

Moya-Raygoza y Trujillo-Arriaga (1993) sugieren que *G. bartletti* podría ser un buen agente de control biológico, porque las hembras además de ser parasitoides podría castrar a las chicharritas y podrían ser depredadoras. La mayoría de los drínidos castran al huésped (Waloff y Jervis, 1987), debido a que la larva del parasitoide afecta las gónadas del huésped en ambos sexos (Clausen, 1940).

Las hembras adultas de *G. bartletti* parasitaron y depredaron a ninfas y adultos de *D. maidis*. La misma conducta ha sido observada en otras especies como *Pseudogonatopus chilensis* y *Agonatopus* sp. (Quezada, 1979; Virla y Mangione, 2000). La depredación de *G. bartletti* sobre *D. maidis* es mayor que el parasitismo. Mientras que en *G. sepsoides* el parasitismo es mayor que la depredación (Waloff, 1990).

## CONCLUSIONES

El ciclo biológico de *Gonatopus bartletti* es similar al de otros drínidos. Las pupas que dan origen a hembras y machos de *G. bartletti* tienen un número similar de días. La longevidad de las hembras de *G. bartletti* es mayor a la de los machos. Las hembras adultas de *G. bartletti* toda su vida ovipositan. Las hembras de *G. bartletti* parasitan a machos y hembras de *Dalbulus maidis* por igual.

Las hembras de *G. bartletti* parasitan y depredan a adultos y ninfas de *D. maidis*. Las chicharritas adultas y ninfas son más depredadas que parasitadas. La hembra de *G. bartletti* desde que emerge de su pupa parasita y depreda.

La hembra de *G. bartletti* es un buen agente de control biológico pues decremента el nivel de población de *D. maidis* hasta un 42.0% en tan sólo 12 días.

*G. bartletti* puede considerarse como un agente de control biológico para disminuir las poblaciones de *D. maidis*, por su capacidad como parasitoide y depredador. Debido a que este drínido redujo la población de *D. maidis* hasta más del 50% en menos de 12 días. Futuros estudios podrían ser encaminados a demostrar la capacidad de castración de *G. bartletti* sobre hembras y machos de *D. maidis*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrios G. N. 1997. Plant Pathology, Fourth Edition, editorial: Academic Press, San Diego California, pp: 457-459.
- Buttin, G. D. 1989. Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) Parasites of Leafhoppers and Planthoppers (Homoptera) in Forage-Type Bermudagrass. Journal of the Kansas Entomological Society. 62: 602-606.
- Clausen C. P. 1940. Entomophagous insects, editorial: Hafner Publishing Company, New York, pp: 316-325.
- Guglielmino, A., y E. G. Virla. 1998. Postembryonic development of *Gonatopus lunatus* Klug (Hymenoptera: Dryinidae: Gonatopodinae), with remarks on its biology. Ann. Soc. Entomol. Fr (N. S.). 34: 321-333.
- Kathirithamby, J. y G. Moya-Raygoza. 2000. *Halictophagus naulti* sp. n. (Strepsiptera: Halictophagidae), a new species parasitic in the corn leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) from Mexico. Ann. Entomol. Soc. Am. 93: 1039-1044.
- 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: 475-485.
- Markham, P. G. 1983. Spiroplasmas in leafhoppers: a review. Yale J. Biol. Med. 56: 745-751.
- Moya-Raygoza, G., y J. Trujillo-Arriaga. 1993. Dryinid (Hym.: Dryinidae) parasitoids of *Dalbulus* leafhopper (Hom.: Cicadellidae) in Mexico. Entomophaga 38: 41-49.
- Nault, L. R. 1980. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges and vectors. Phytopathology 70: 709-712.
- Nault, L. R. 1990. Evolución de una plaga de insectos: el maíz y las chicharras. Un estudio de caso. Biología, Ecología y Conservación del género *Zea*. Benz, B.F. Compilador. Universidad de Guadalajara, pp. 179-202.

- Nault, L. R. 1997. Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 521-541.
- Olmi, M. 1999. I Driinidi e la Loro Utilizzazione in Lotta Biologica: Problemi e Prospettive. *Metcalfa Pruinosa: Diffusione nel Continente Europeo e prospettive di controllo biológico.* 55: 27-34.
- Purcell, A. H. 1982. Insect vector relationships with procaryotic plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopathology* 20: 397-417.
- Purcell, A. H. y L. R. Nault. 1991. Interactions among plant pathogenic prokaryotes, plants, and insect vectors. *Microbial Mediation of Plant-Herbivore Interactions.* 13: 383-405.
- Quezada, J. R., 1979. Hallazgo de *Agonatopus* sp: (Hymenoptera: Dryinidae), Parasito del *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) en el Salvador. *CEIBA*, 23: 1-13.
- 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.
- Vega, E. F., y P. Barbosa. 1990. *Gonatopus bartletti* Olmi (Hymenoptera: Dryinidae) in Mexico: a previously unreported parasitoid of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott) and the mexican corn leafhopper *Dalbulus elimatus* (Ball) (Homoptera: Cicadellidae). *Proc. Entomol. Soc. Washington* 92: 461-464.
- Virla, E. G., 1995. Biología de *Pseudogonatopus chilensis* Olmi 1989 (Hymenoptera: Dryimidae). *Acta Ent. Chilena* 19: 123:127.
- Virla, E. G., y S. Mangione. 2000. Morfología de los estados preimaginales de *Gonatopus chilensis* y consideraciones sobre las estructuras relacionadas a la nutrición de sus larvas inmaduras (Insecta: Hymenoptera: Dryinidae). *Neotrópica* 46: 37-49.
- Waloff N and M. A. Jervis. 1987. Communities of Parasitoids Associated with Leafhoppers and Planthoppers in Europe. *Advances in Ecological Research.* 17: 299-313.

- Waloff, N. 1990. Superparasitism and miltiparasitism of Cicadellidae and Delphacidae (Homoptera, Auchenorrhyncha). *The Entomologist* 109: 47-52.