



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

“Contribución al conocimiento bioecológico de *Drepanosiphum braggii*
Gillette (Hemiptera:Aphididae) sobre su hospedante, *Acer negundo* Linn.
(Aceraceae) bajo condiciones de arbolado urbano y en poblaciones
silvestres.”

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIÓLOGO
PRESENTA:
ROSA ISELA SANCHEZ VAZQUEZ



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. ANA LILIA MUÑOZ VIVEROS

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS.

Biól. Ana Lilia Muñoz Viveros.

Por su apoyo en la realización de este trabajo.

Por su paciencia y palabras de ánimo para culminar este escrito.

M. en C. Rebeca Peña Martínez.

Por su apoyo y disposición bibliográfica acerca del tema.

M. en C. Refugio Lomelí Flores.

Por su apoyo en la determinación de los himenópteros y su disposición de literatura acerca del tema.

Biól. Antonio Marin Jarillo.

Por su apoyo en la determinación de los coccinélidos.

DEDICADA A:

Vany y Giselita

Por llenar mi vida de alegría y metas.

Por constituir mi aliento en los momentos difíciles y mi recompensa en los logros alcanzados.

Mauricio

Por tu apoyo y enseñanzas, por permitirme compartir la mejor experiencia contigo, mi vida.

Victor Raymundo Sánchez Vergara

Papá, por tus sacrificios, por todo cuanto hiciste para que tuviera más herramientas en mi vida

Por ser mi ejemplo a seguir de entrega y lucha continua.

Ofelia Vázquez Gonzaga

Mamá, por la existencia, por haberme dado mucho de ti, por tu amor y sacrificios, por ahora proteger a mis dos grandes tesoros.

Especialmente a mi hermana Elvira

Símbolo de fortaleza, gracias por tu gran apoyo y por extender tu amor a mis hijas.

Mis hermanos Ana y Arturo

Por los momentos compartidos, por las lecciones que nos dejaron.

Mis sobrinas Casy y Monse

Por su cariño y alegría.

Laura e Israel

Por su valiosa amistad y apoyo, por sus atenciones.

Francis y Gerardo, Joel y Argelia

Por los momentos agradables compartidos.

Amigos y compañeros

Afectuosamente, con los cuales me formé durante los años de estudio

INSTITUTO MONTINI (Familia Cantú)

Miss. Lucero, Prof. Raymundo y Miss. Lourdes

Por su apoyo y confianza brindados en este tiempo de labor compartido.

ÍNDICE:

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCIÓN	7
3. ANTECEDENTES	9
3.1. GENERALIDADES DE <i>Drepanosiphum braggii</i>	9
3.2. GENERALIDADES DE <i>Acer negundo</i> Linn (Aceraceae)	11
4. OBJETIVOS	13
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	10
5.1 AREA VERDE DEL CAMPUS IZTACALA	14
5.2 CAÑADA DE CONTRERAS	14
5.3 EL SALTO, DONATO GUERRA	15
6. MATERIALES Y MÉTODO	17
6.1. TRABAJO DE CAMPO	17
6.2. TRABAJO DE LABORATORIO	17
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
7.1. CICLO BIOLÓGICO GENERACIONAL	19
7.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS BIOLÓGICAS	23
7.2.1. DIAGNOSIS DE CAMPO	23
7.2.2. FUNDATRIZ	24
7.2.3. ALADA PARTENOGENÉTICA	25
7.2.4. OVÍPARA	26
7.2.5. MACHO	26
7.3. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL	28
7.4. ENEMIGOS NATURALES	31
7.4.1. DEPREDADORES	32
7.4.1.1. ORDEN COLEOPTERA	32
7.4.1.2. ORDEN HEMIPTERA	34
7.4.1.3. ORDEN NEUROPTERA	35
7.4.1.4. ORDEN ARANEAE	36
7.4.2. PARASITOIDES	37
7.4.2.1. FAMILIA APHIDIIDAE	37
7.4.3. HIPERPARASITOIDE	38
7.4.3.1 FAMILIA PTEROMALIDAE	38
7.5. PREFERENCIA DE ESTRATOS	39
7.6. INFESTACION Y DAÑO POR <i>D. braggii</i>	41
8. CONCLUSIONES	44
9. LITERATURA CITADA	45
10. ANEXOS	48
10.1 ANEXO A	49
10.2 ANEXO B	50
10.3 ANEXO C	51

1. RESUMEN.

El presente trabajo se enfocó a aspectos bioecológicos del áfido *Drepanosiphum braggii* sobre su hospedante *Acer negundo* ("acezintle"), tanto en condiciones urbanas (Campus Iztacala, UNAM; Tlalnepantla de Baz, Estado de México), como silvestres (Cañada de Contreras, Delegación Magdalena Contreras; D.F. y el Salto, Donato Guerra, Estado de México). En condiciones urbanas se realizó un muestreo y revisiones directas con periodicidad de 15 días para obtener la fluctuación poblacional utilizando una red de golpeo, considerando dos alturas del arbolado (estrato bajo y medio); de manera más esporádica se efectuó recolecta directa y observaciones de campo en árboles ubicados en su hábitat natural, es decir a orillas de ríos. Este material se depositó en frascos viales con alcohol al 70% y también se obtuvo material vivo, el cual se mantuvo en cámaras de cría con la finalidad de obtener las formas biológicas representativas del ciclo biológico generacional y sus enemigos naturales. A partir de los resultados se establece que bajo condiciones urbanas *D. braggii* es una especie holocíclica monoecica, registrando la aparición de las fundatrices al inicio de la primavera; las vivíparas aladas en el periodo primavera-verano; los machos y hembras en otoño-invierno, observando una relación directa entre la presencia de cada tipo de forma biológica y la fenología de la planta. Del ciclo descrito en condiciones urbanas y naturales, se detectó un desfase en la aparición de la fundatriz, que en condiciones naturales fue desde enero, mientras que en condiciones urbanas fue hasta marzo, probablemente por la falta de recursos, condicionados por la fenología de la planta. Los registros morfológicos y morfométricos de las cuatro formas de vida permitieron establecer diferencias evidentes entre éstas: la Fundatriz, a diferencia de la vivípara alada fue de mayor tamaño y presentó una mancha en los fémures del par metatorácico; la ovípara fue áptera con el abdomen notoriamente más alargado y una gran cantidad de sensorias en las metatibias y el macho fue alado con bandas segmentales, gran cantidad de sensorias antenales y gonapófisis evidentes. Con respecto a la fluctuación poblacional esta describió un comportamiento irregular, la cual se asoció a la poda imprevista a la que se sometieron los acezintles en el área de estudio evitando así obtener el comportamiento poblacional anual para este pulgón. En conjunto, se recolectaron depredadores de las familias: Coccinellidae, Anthocoridae, Chrysopidae y del orden Araneae, principalmente en condiciones urbanas; mientras que en condiciones naturales (Donato Guerra) fue posible la obtención del parasitoide perteneciente al género *Trioxys* y su hiperparásito del género *Asaphes*. De acuerdo a la prueba de ANOVA no se detectaron diferencias entre los estratos, sólo se resaltó la preferencia del pulgón en el envés de las hojas. De manera general el follaje del arbolado de acezintles del Campus Iztacala tiene una apariencia de regular a buena (30-40%), sin embargo la falta de un manejo adecuado podría ocasionar que la población de estos áfidos se dispare hasta constituirse en una plaga.

2. INTRODUCCIÓN.

La mayoría de los insectos son directa o indirectamente benéficos o neutros en cuanto a las relaciones con el ser humano. Los insectos polinizan plantas, enriquecen el suelo, y contribuyen a la apariencia estética y educativa del hombre (Coulson y Witter, 1990).

Los insectos pueden causar diversos tipos de daños, cuando las poblaciones se incrementan en forma anormal o se desplazan de un área a otra. Para aquellos que se alimentan de plantas, sus daños se manifiestan en cualquier edad de éstas y pueden afectar todas sus partes, las consecuencias directas pueden ser: la muerte de los árboles, la interrupción del desarrollo y/o el deterioro de los productos; indirectamente las plagas incrementan el peligro de incendios al producir desperdicios inflamables y madera muerta favoreciendo el establecimiento de plagas secundarias y enfermedades (Rodríguez, 1990).

Entre los insectos, el grupo de los áfidos o pulgones es uno de los de mayor importancia, en especial en las regiones templadas. El éxito alcanzado por ellos se basa entre otros aspectos biológicos, a su tipo de reproducción, que es vivípara y partenogenética, lo cual propicia el desarrollo geométrico de las poblaciones y la aparición de biotipos resistentes a plaguicidas. Esto ha provocado adicionalmente que estos insectos hayan cambiado su estatus de plagas secundarias a primarias de los cultivos en los últimos 20 años, debido al abuso de los insecticidas como único método de combate (Peña *et al.*, 1992).

Además, sus secreciones salivales tóxicas y su capacidad para transmitir virus, los colocan entre los más potentes enemigos de los cultivos agrícolas a nivel mundial (Peña *et al.*, 1986).

Sin duda, uno de los aspectos más interesantes de los áfidos radica en su polimorfismo. Durante su ciclo biológico que es de tipo heterogónico (alternancia de una generación sexual y numerosas generaciones partenogenéticas de vida corta durante su ciclo anual), los áfidos pueden ya sea alternar entre plantas hospederas pertenecientes a diferentes familias, partes de una misma planta, estaciones del año, presentando formas invernantes y de verano, ápteros y alados y formas de organismos migrantes con no migrantes. Toda esta variación puede ocurrir dentro del ciclo anual de una sola especie (Kring, 1972).

Los daños que provocan los áfidos pueden ser:

a) DIRECTOS. Al ocasionar agallas en brotes de crecimiento, pecíolos de hojas, tumores en corteza, tallos, raíces, pseudoagallas en follaje y deformación del desarrollo del follaje al reducirse

el tamaño de hojas y pecíolos (Tavera,1996). Este daño es provocado por el déficit de grandes cantidades de savia y por el efecto de la saliva inyectada en los tejidos atacados (Holman, 1974)

b) INDIRECTOS. Por la transmisión de virus, excreción de mielecilla y cambios en las comunidades de microflora en la superficie vegetal (Tavera, *op cit.*).

Con frecuencia esto no se tiene en cuenta, sino hasta que la planta ha muerto. Por ejemplo, las relaciones entre los áfidos y las plantas hospederas, al igual que entre los áfidos y sus enemigos naturales, se rompen de forma más rápida en las zonas tropicales que en las zonas templadas de manera que no se desarrollan grandes colonias que cubran la mayor parte de las áreas de crecimiento de las plantas. Sin embargo, se ha demostrado que hasta las colonias medianas, al ocasionar el más insignificante daño, pueden reducir considerablemente la producción final (Holman, *op. cit.*).

Cabe mencionar que aunque los áfidos son plagas importantes en el ámbito agrícola, también repercuten de manera considerable a nivel forestal, lamentablemente los datos sobre insectos forestales son muy escasos y aislados y, lo que es peor, se ha tenido la idea en general que estos artrópodos son de poca importancia dentro de la protección forestal. Muchas especies ni siquiera han sido descritas o catalogadas en las ciencias biológicas, careciéndose de información básica, como guía para su combate, lo mismo se puede decir para el caso de las plagas que afectan plantaciones, viveros y productos forestales (Rodríguez, 1990).

En México, a pesar de la importancia económica, biológica y ecológica de los áfidos, hasta 1985 el conocimiento del grupo era muy reducido lo cual se debe en parte a su tamaño, su biología tan compleja y a la dificultad que presenta la determinación de las especies (Peña, *et al.* 1986). Ejemplo de esto es el pulgón *Drepanosiphum braggii* que infesta al árbol *Acer negundo*; del cual sólo se encuentra información acerca de su caracterización (Gillette, 1907; Palmer, 1952; Blackman e Eastop, 1994) y por otro lado, Peña *et al.* (*op.cit.*) de un trabajo realizado en Xochimilco, catalogan a esta especie como anholocíclica monófaga, y posteriormente (1992) reportan algunos de sus enemigos naturales.

3. ANTECEDENTES

3.1 Generalidades de *Drepanosiphum braggii* Gillette.

ORDEN	HEMÍPTERA
SUBORDEN	HOMOPTERA
SUPERFAMILIA	APHIDOIDEA
FAMILIA	APHIDAE
SUBFAMILIA	DREPANOSIPHINAE
TRIBU	DREPANOSIPHINI
GÉNERO	<i>Drepanosiphum</i> Koch, 1855.
ESPECIE	<i>D. braggii</i> Gillette, 1907.

Los hemípteros constituyen el mayor y más diversificado conjunto de exopterigotos. En él se incluyen alrededor de 60, 000 especies, que se distribuyen en dos conjuntos muy homogéneos: homópteros y heterópteros (De la Fuente, 1994).

Los hemípteros se reconocen a primera vista por su forma y sobre todo por sus piezas bucales, que constituyen un aparato picador succionador en forma de pico, generalmente se extiende a lo largo del cuerpo y algunas veces hacia la base de los apéndices posteriores; la porción segmentada es el labio, y sirve como una vaina para los cuatro estiletes picadores (Borror *et al.*, 1989).

Se alimentan siempre de líquidos, que obtienen picando y succionando. Debido a éstos hábitos en los que siempre interviene la penetración a través de la pared del organismo presa, muchas especies de hemípteros pueden actuar como vectores de enfermedades, causadas por protozoos o por virus, tanto en animales como en plantas. Bien por sus efectos directos, o por este papel de vectores de virosis, muchas especies de este orden tienen una gran importancia económica.

En cuanto a su morfología, los tres segmentos torácicos están muy irregularmente desarrollados, alcanzando el escutelo del mesonoto un extraordinario desarrollo. El primer par de alas suele ser mayor que el segundo. El abdomen está formado por once segmentos, que sólo son reconocibles en los casos en que presentan menores modificaciones abdominales.

Los hemípteros experimentan muy pocos cambios durante su desarrollo postembrionario, ya que a excepción de algunos homópteros prácticamente no sufren metamorfosis.

El suborden Homoptera se caracteriza por no presentar gula o ser membranosa. Las alas en estado de reposo nunca se cruzan y quedan dispuestas inclinadas, en forma de tejado, sobre el dorso. El par de alas anterior presenta una consistencia uniforme en toda su extensión. La base del rostro emigra hacia atrás, y queda situada entre las coxas del primer par de patas. Pronoto, generalmente, pequeño. Tarsos de uno a tres artejos (De la Fuente, 1994).

La superfamilia Aphidoidea, de la que numerosas especies se les considera de importancia económica, ya que son plagas de cultivos agrícolas y forestales en México (Peña, *et al.*, 1995) está conformada por tres familias, entre ellas Aphididae es la más conocida y está representada por 10 subfamilias, 8 de las cuales se han detectado en el país (Tavera, 1996).

La clasificación designada anteriormente esta de acuerdo con la propuesta por Nieto, *et al.*, 1997.

El género *Drepanosiphum* Koch, 1855; está incluido en la subfamilia Drepanosiphinae Herrich-Schaeffer en Koch, 1857 (1854 nomen nudum) (Nieto, *et al.*, *op. cit.*).

De acuerdo a Eastop y Ris (1976) el género está representado por 12 especies, pero Remaudière y Remaudière (1997) indican que son 7 las especies que lo integran, entre éstas *D. braggii*.

Este pulgón es descrito como una nueva especie por Gillette (1907) en su estudio realizado en Colorado; es retomado posteriormente por Palmer (1952) para incluirlo en su libro "Aphids of the Rocky Mountain Region", y por Blackman y Eastop (1994) para presentarlo en su libro "Aphids of the Worlds Trees". Estos autores describen al género como áfidos de tamaño medio a alargados, con antenas largas y cornículos tubulares, cuyas especies están asociadas con el género *Acer*.

Todas las formas vivíparas son aladas, formando agregaciones en el envés de las hojas. Los machos alados son grandes y las hembras ovíparas son ápteras, con la terminación del abdomen extendido a manera de ovipositor (Blackman y Eastop, *op. cit.*; Department of Agriculture, 1920)

Estos organismos presentan tubérculos frontales marcados, cabeza y lados del abdomen con sedas cortas, mucho más que el primer segmento antenal. Antenas con pequeñas sedas; base y proceso terminal mayor a 0.5 mm., *unguis* varias veces más grande que la base del VI, sedas antenales generalmente pequeñas e inconspicuas, sensorios secundarios grandes, ovados y ciliados. Pterostigma de las alas anteriores con una banda obscura en el borde inferior que se atenúa cerca del término proximal. Cornículos cilíndricos, más de cuatro veces más largo que su ancho basal y lisos. Cauda más corta que ancha con una protuberancia en el ápice; placa anal dentada en los organismos vivíparos (Palmer, 1952).

En México datos más enfocados a su biología son los presentados por Peña, *et al.* (1986) quienes catalogan a este áfido como una especie anholocíclica monófaga, y el trabajo de Peña *et al.* (1992)

efectuado en Xochimilco reporta que los enemigos naturales para *D. braggii* están representados principalmente por organismos del orden Coleoptera: *Adalia bipunctata*, *Coccinellina emarginata*, *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *H. koebelei* y *Scymnus* spp.

Por su parte Remaudière y Peña (*in litt.*) señalan que este pulgón es conocido en 6 estados de Estados Unidos. Asimismo, realizaron colectas en el Valle de México en donde detectaron también la presencia de *D. braggii*.

3.2 Generalidades de *Acer negundo* Linn.

Esta especie queda comprendida en la familia Aceraceae. De acuerdo con Martínez (1979), esta familia se caracteriza por sus hojas opuestas, trifoliadas; flores unisexuales, las masculinas en un árbol y las femeninas en otro, desprovistos de corola y con 4 a 6 estambres; el fruto consta de dos samaras. Consta de 2 ó 3 géneros y más de 100 especies en el Hemisferio Norte, principalmente de zonas templadas (Rzedowski y Equihua 1987).

En México está representada sólo por el género *Acer* que se distribuye en el centro y sur del país (Martínez y Matuda, 1979).

Se les conoce con el nombre de “Acezintles” (Sánchez, 1980), aunque algunas especies también se les nombra como “Arces” o “maples”; en general se cultivan en varias partes, tanto por la buena calidad de su madera como por su valor ornamental (Rzedowski y Rzedowski 1985).

Rzedowski y Rzedowski (*op. cit.*) menciona que este género está representado por árboles o arbustos, a menudo dioicos; caducifolios; con hojas pecioladas, simples o compuestas, con frecuencia caducas; inflorescencias en racimos, panículas, corimbos o fascículos; flores pequeñas, verdosas, actinomorfas, unisexuales o hermafroditas; cáliz 4 ó 5-partido; corola de 4 a 5 (o más) pétalos, con frecuencia ausente; disco por lo común presente; estambres 4 a 12, inclusos o exsertos, anteras biloculares, dehiscentes longitudinalmente; ovario bilocular, con 2 óvulos en cada lóculo, de los que suele desarrollarse uno solo, 2 estilos, con estigma terminal; fruto indehiscente de 2 samaras largamente aladas, con 1 semilla en cada samara.

El *Acer negundo* es un árbol de 5 a 20 (a veces más) metros de alto, glabro o con pubescencia verde o blanquecina; con 3 a 5 (9) foliolos lanceolados a ampliamente ovados, hasta de 15 cm de largo por 8 cm de ancho, borde de los foliolos entero o dentado, a veces lobado; flores unisexuales, en inflorescencias péndulas, las masculinas fasciculadas, sobre pedicelos filiformes, sin corola; disámara de 25 a 35 mm de largo. Se distribuye en altitudes de 2600-2800 m, a orillas de arroyos en Bosque Mesófilo de Montaña o de *Abies*.

El *Acer negundo* var. *mexicanum* (DC.) Standl. & Steyerm. (*Negundo mexicanum* DC., *A mexicanum* Pax), se distribuye desde el centro de México hasta Guatemala; en la cuenca de México se refiere de la Cañada de Contreras y de cañones cercanos a Amecameca (Rzedowski y Equihua 1987).

Dado que esta variedad está considerada en estado de protección oficial bajo la designación de "protección especial", de acuerdo a la NOM-059, resulta de mayor interés mantener el arbolado de acezintles en buenas condiciones fisiológicas y sanitarias.

Rzedowski y Rzedowski (1985) refieren que en las calles de la Ciudad de México es común encontrar cultivado un árbol de color verde tierno a principios de año y corresponde a *A. negundo*, pero no es seguro que pertenezca a la variedad que se halla silvestre en la cuenca de México.

Por su parte Martínez y Matuda (1979) comentan que en la Cañada de Contreras también se encuentra distribuido el *Acer negundo* var. *orizabensis* (Rydb) St. et Steyerm, es un árbol de 10 m o más, con las ramillas purpúreo-cenicientas y a veces pubescentes; hojas con largo pecíolo, con las hojuelas ovadas y agudas, de 7 a 17 cm, obtusas a redondeadas en la base; borde aserrado; lisas arriba y más o menos tomentosas abajo; inflorescencias masculinas cortas; las femeninas largas y colgantes, hasta de 30 cm de largo.

Por otra parte, se tiene registro que los árboles de *A. negundo* presentes en arbolado urbano de la Ciudad de México se dañan con facilidad por pudriciones, insectos, tormentas y fuego (Martínez y Chacalo, 1994). Aunque son escasos los trabajos que se han realizado en el Acezintle, si existen algunos registros de los problemas que puede presentar.

Del grupo de los insectos la plaga que lo ataca es *Metcalfiella monograma*, conocido con el nombre de periquito del aguacate, donde el daño es causado por las hembras que introducen los huevecillos en las ramas, ocasionando fuertes daños e incluso la muerte de las mismas, los adultos y las ninfas se alimentan de savia, por lo que reducen el vigor de los árboles (Cibrián *et al.*, 1995).

También están reportados barrenillos como el polífago *Xyleborus dispar* y cochinillas como *Quadraspidiotus perniciosus*, que es una importante plaga agrícola (Villalva, 1996).

Asimismo lo atacan dos especies de áfidos que son específicos del *Acer*: *Peryphyllus negundinis* y *Drepanosiphum braggii*.

4. OBJETIVOS.

- T Contribuir al conocimiento del ciclo biológico generacional que presenta *Drepanosiphum braggii*, de acuerdo a la fenología de su hospedera *Acer negundo*, bajo condiciones urbanas y naturales.
- T Describir las formas biológicas que se presenten en el ciclo biológico anual, mediante el registro de caracteres morfológicos y morfométricos.
- T Conocer la fluctuación poblacional anual de *D. braggii* mediante muestreos quincenales sobre su hospedera *A. negundo* en el arbolado urbano.
- T Obtener a partir de colectas periódicas, los posibles enemigos naturales de *D. braggii*.
- T Comparar la posible preferencia de *D. braggii* en cuanto a los sitios de estancia y alimentación en dos estratos arbóreos: bajo y medio.
- T Evaluar la infestación y daño producidos por *D. braggii* sobre el arbolado urbano de *A. negundo* a partir de un censo fitosanitario.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO (FIG. 1).

Las áreas de estudio fueron elegidas porque se tenía el conocimiento previo de la presencia de poblaciones de *A. negundo* bajo condiciones urbanas y/o naturales; en particular sobre los Acezintles del Campus Iztacala- UNAM, se tenían referencias del registro de elevadas poblaciones de *D. braggii* en años anteriores al presente estudio.

Las tres zonas de estudio quedan comprendidas dentro de la Región Fisiográfica del Eje Neovolcánico, constituido por el sistema montañoso que cruza transversalmente la República Mexicana a la altura de los paralelos 19° y 20°, en una banda de 950 Km. de largo y de 50-150 Km. de ancho; abarcando desde Jalisco hasta Veracruz (Guanajuato, México, Distrito Federal, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala), lo que conlleva a que tengan cierta relación biogeográfica y ecológica (Martínez, *et al.*, 1991; Morrone, *et al.* 2002; Halffter, 1987).

5.1 Área verde del Campus Iztacala, UNAM.

El área corresponde al municipio de Tlalnepantla de Baz, en el Estado de México.

El Campus Iztacala está ubicado entre las coordenadas 19° 31' 19" y 19° 31' 36" de latitud Norte, y 99° 11' 10" y 99° 11' 21" de longitud Oeste, con una altitud de 2250 m snm. (Cetenal, 1982c).

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1988), el clima que impera en el Campus es de tipo C(Wo'')(w)b(y) que pertenece a los templados húmedos, correspondiente a la variante de los menos húmedos con lluvias en verano. Además el clima de la Ciudad de México (como el de la mayor parte del país) está determinado por los sistemas atmosféricos tropicales y extratropicales, distinguiéndose así dos estaciones climáticas bien definidas: el semestre de sequía, centrado en el invierno (noviembre-abril) y la estación lluviosa de mayo a octubre.

El crecimiento de las lluvias hacia el centro de la cuenca es tan acentuado que el clima de los suburbios del oriente de la capital tiene ya características semiáridas (Jáuregui, 1988).

La extensión que abarca el Campus Iztacala es de 16.25 hectáreas y el área verde está conformada por más del 50% de la superficie, su arbolado tiene una dominancia de tipo urbano, representada de acuerdo a su abundancia, principalmente por *Fraxinus uhdei* (fresno), *Erythrina coralloides* (colorín), *Acer negundo* (acezintle), *Jacaranda mimosifolia* (jacaranda), *Eucaliptus camaldulensis* (eucalipto), *Populus alba* (chopo o álamo plateado) y *Senna multiglandulosa* (retama) (Sandoval y Tapia, 2000).

5.2 Cañada de Contreras.

La Cañada de Contreras ubicada en la porción suroeste del D. F. (Delegación Magdalena Contreras) se localiza entre las coordenadas 19°17'49" latitud Norte y 99°15'10" longitud Oeste, a una altitud de 2560 m (Cetenal, 1982a).

De acuerdo a la clasificación de Köppen el clima que impera es de tipo Cb(w2)(w)(y')g; que corresponde, de acuerdo a las modificaciones hechas por García (*op.cit.*) a un clima templado con verano fresco largo cuya temperatura anual oscila entre los 12° y los 18°C, con la variante de ser el más húmedo de los subhúmedos, con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales. La zona presenta bosque natural con predominancia de encino, aunque algunas zonas se han destinado para uso agrícola (Cetenal, 1982a).

5.3 El Salto, Donato Guerra, México.

Se ubica en la porción suroeste del Estado de México. Está localizada en las coordenadas 19°18'15" y los 19°18'29" de latitud Norte; y entre los 100°08'29" y los 100°09'05" de longitud Oeste (Cetenal, 1976^a). A una altitud de 2200 m snm. (Mondragón, 1999)

El clima es de tipo Cb(w2)(w)(i'), que corresponde de acuerdo a García (1988), a un clima templado, con verano fresco largo, con temperatura media anual de 12°-18°C. El clima del municipio, en general, es templado subhúmedo, con lluvias en verano, caluroso en abril, mayo y junio, frío en los meses de diciembre y enero. La dirección de los vientos es de norte-este y la precipitación pluvial promedio es de 1000 mlpcm² (Mondragón, *op cit.*).

La vegetación es bosque es de pino-encino, con varias especies de *Pinus* y *Quercus*, también se reporta la presencia del laurel (*Nectandra*) y nicoxcuahuitl (*Engelhardtia mexicana*). En algunos sitios se práctica la agricultura de temporal (Cetenal, 1976^b).

El suelo es rico en materia orgánica ya que es de tipo andosol húmico de textura media (Cetenal, *op cit.*).

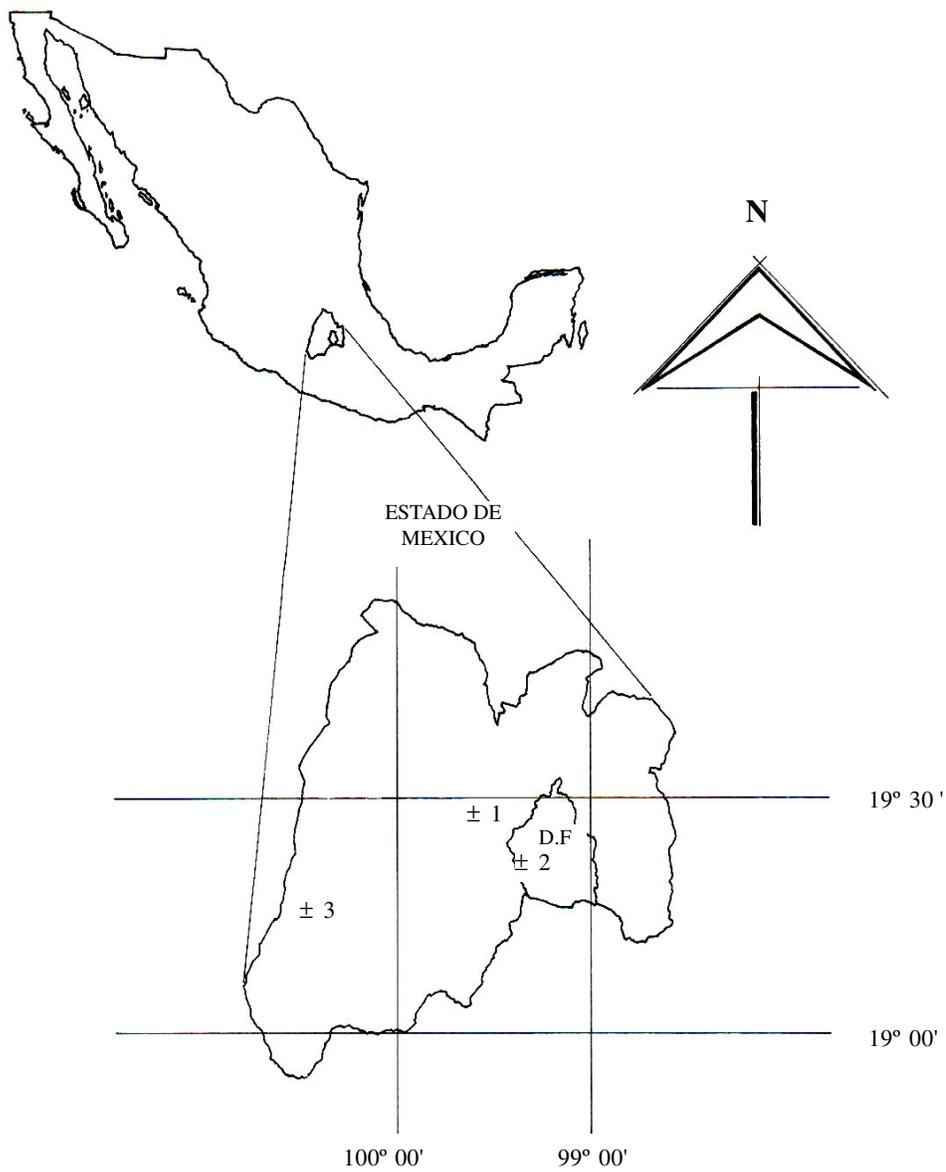


FIG. 1 Ubicación de las zonas de estudio, 1. Campus Iztacala, U.N.A.M; Tlalnepantla, Edo. de Méx.; 2. Cañada de Contreras, Delegación Magdalena Contreras, D.F.; 3. El Salto, Donato Guerra, Edo. de Méx.

6. MATERIAL Y MÉTODO.

La realización del presente estudio comprendió trabajo de campo y de laboratorio.

6.1 Trabajo de Campo.

En el arbolado bajo condiciones urbanas (Campus Iztacala-UNAM) se realizaron muestreos quincenales en un total de 5 árboles de *Acer negundo*, elegidos al azar; la recolecta del material se efectuó con el apoyo de una red de golpeo en cada árbol se golpeó tres veces en cada estrato: el estrato bajo (abajo de 1.80 m) y estrato medio (arriba de 1.80 m), el material obtenido se depositó en frascos viales con alcohol al 70%, para su posterior revisión en laboratorio y así llevar una estimación de la población presente en el área.

Durante los muestreos se levantó una evaluación de la apariencia y estado del follaje que presentaba el arbolado de acezintles del Campus Iztacala (ANEXO A), de acuerdo al criterio propuesto por Trueba (1993).

Asimismo, se realizaron revisiones directas y recolectas sobre los árboles infestados, con la finalidad de obtener organismos tanto de *D. braggii* como de aquellos que se consideraron sus potenciales enemigos naturales de acuerdo a lo reportado por Peña *et al.* (1992); dicho material se colocó en cámaras o cajas de cría para obtener formas adultas a partir de estadios tempranos.

En el arbolado de *A. negundo* bajo condiciones silvestres se efectuaron observaciones y recolectas directas de manera más espaciada, tratando de cubrir los cambios estacionales anuales para dar seguimiento del ciclo biológico generacional y el registro de enemigos naturales.

6.2 Trabajo de Laboratorio.

El material obtenido en los muestreos fue revisado y separado bajo observación de microscopio estereoscópico para contabilizar y registrar los organismos recolectados (ANEXO B).

De este material se llevaron a cabo montajes en laminilla con bálsamo de Canadá o en alfiler entomológico dependiendo del organismo (Borror *et al.*, 1992).

Técnica de aclaramiento y montaje de áfidos (Remaudière y Remaudière 1997):

- a) Con una aguja de disección fina se hace un pequeño orificio en el costado de los áfidos (ápteros y alados adultos) que están preservados en alcohol.
- b) Se agrega una pequeña cantidad de KOH al 10% y se calienta a baño maría por dos a tres, máximo cinco minutos.
- c) Se decanta el contenido de KOH y se lavan tres veces con agua destilada, dejándolos por un día en la última agua.
- d) Se decanta el agua destilada y se agrega una pequeña cantidad de cloral-fenol 1:1 a temperatura ambiente hasta que se aclaren.
- e) Se montan directamente en los portaobjetos, con bálsamo de Canadá.

Bajo observación de microscopio óptico se efectuaron mediciones morfométricas con una reglilla ocular micrométrica de las siguientes estructuras: longitud del cuerpo, cauda, cornículos, ancho de cornículos, rostro, segmentos antenales y número de sensorios, para cada una de las formas biológicas que se presentaron a lo largo del ciclo.

Asimismo, de los enemigos naturales se llevó a cabo su determinación taxonómica con ayuda de especialistas en el área.

Por otro lado, el manejo estadístico de los datos fue mediante el análisis de varianza (ANOVA) en dos bloques (Poly Software International, 1996).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Ciclo biológico generacional.

Las observaciones realizadas durante el periodo de estudio y las recolectas de las diferentes formas de vida obtenidas a lo largo del año, tanto en arbolado natural como en condiciones urbanas, indicaron que el tipo de ciclo biológico generacional del pulgón *Drepanosiphum braggii* para estas áreas de estudio y bajo las condiciones prevalecientes en dicho periodo fue de acuerdo con lo establecido por Blackman e Eastop (1994) holocíclico monoécico, a diferencia de lo reportado por Peña, *et al.* (1986) que lo catalogan como anholocíclico monófago.

Este holociclo se logra cuando los periodos de reproducción partenogenética se alternan con reproducción sexual (Daly, *et al.* 1998; Dixon, 1998), en este caso se detectó la presencia de formas partenogenéticas del pulgón en el periodo de primavera-verano, y de las formas sexuadas en otoño-invierno.

Los áfidos monoecicos tienen posiblemente enzimas detoxificantes evolucionadas u otros mecanismos apropiados, quizás algunos usan químicos tóxicos como señales, por lo cual reconocen su planta hospedera, inclusive secuestran los químicos para su propia defensa (Dixon, 1985).

Cabe mencionar que la partenogénesis es un tipo de reproducción predominante cuando las plantas tienden a perder temporalmente sus hojas como el caso del acezintle; y consecuentemente su fauna al verse afectada, tiene que recurrir a este tipo de reproducción para adquirir ventaja sobre especies meramente sexuales (Cuellar, 1977).

El ciclo de vida holocíclico monoécico de *D. braggii*, detectado en condiciones urbanas (**FIG. 2A**) concuerda con el ciclo reportado para este áfido en Norteamérica (Palmer, 1952), y con el de *D. platanoides* referido por Blackman e Eastop (*op. cit.*), basado ampliamente en los trabajos de Dixon (1971- 1983), el cual inicia en la primavera cuando los huevos eclosionan para producir a las fundatrices, estas son hembras aladas que se reproducen por viviparidad partenogenética; varias generaciones sucesivas son producidas por este medio hasta el otoño cuando se induce la formación de machos y hembras ovíparas.

En este áfido la partenogénesis y viviparidad se inicia en primavera, esto permite que los insectos exploten completamente el incremento de alimento en este tiempo (Gillot, 1995), ya que es cuando el acezintle presenta follaje verde y abundante.

Cuando las colonias llegan a estar saturadas o las plantas llegan a ser senescentes o secas, los individuos pueden volar a otras plantas de la misma especie y establecer nuevas colonias. En otoño, los machos alados y las hembras ovíparas ápteras son producidos partenogenéticamente. Estos individuos se aparean, y las hembras dejan los huevos al llegar el invierno (Daly, *op. cit.*).

Aunque el ciclo de vida que presentaron los organismos en ambas condiciones sigue el mismo patrón, hubo diferencias en cuanto al tiempo de aparición de la forma biológica que emerge de los huevos hibernados: las fundatrices, ya que en condiciones naturales (Cañada de Contreras) éstas surgieron desde el mes de enero (**FIG. 2B**), mientras que en condiciones urbanas fue hasta el mes de marzo cuando se detectó su presencia.

Esto como consecuencia, de que bajo condiciones urbanas, los árboles de acezintle pierden totalmente sus hojas en la época de invierno; mientras que en condiciones naturales no sucede así, inicia la caída de hojas desde septiembre y se extiende hasta enero, pero siempre con un follaje remanente. De ahí que en condiciones urbanas se conlleve un desfase en la aparición de las fundatrices y vivíparas aladas por la falta de recursos.

Probablemente esto induce a que *D. braggii* sincronice su desarrollo con el de su planta hospedera, ya que hay que considerar que el crecimiento de las plantas varía durante el curso del año especialmente en regiones templadas donde hay un efecto pronunciado de las estaciones; provocando que los brotes, el crecimiento de las hojas, floración/fructificación y la senescencia de las hojas reflejan cambios en la calidad de la savia (altera el nivel de nitrógeno soluble) lo cual afecta tanto el tamaño como la fecundidad de los áfidos (Dixon, 1998).

Hay que resaltar que las hembras vivíparas aladas son las que produjeron mayor número de generaciones y por lo tanto mayor permanencia durante el año, su presencia se extendió desde enero-febrero en condiciones naturales y marzo-abril en condiciones urbanas hasta agosto-septiembre en ambas, esto porque maximizan su rango reproductivo durante circunstancias favorables (en este tiempo los acezintles se encuentran con follaje abundante) canalizando sus recursos morfológicos y metabólicos que podrían ser usados para el vuelo en generaciones productivas. Además, un aspecto importante de esta forma de vida es que en cada hembra ya se están desarrollando los embriones de la tercera generación.

El conjunto de estos factores facilita que en poco tiempo la población se eleve en forma exponencial con sobreposición de generaciones (Muñoz, 1985).

La producción de formas sexuadas se detectó en otoño-invierno, ya que como lo menciona Daly, *et al.* (1998) está controlada predominantemente por cambios en la temperatura y el fotoperiodo.

El fotoperiodo es percibido directamente por la hembra progenitora (más bien que a través de la planta hospedera) y esto puede ocurrir cuando ella misma está en desarrollo embrionario. No obstante la ausencia de formas sexuadas puede ocurrir en especies holocíclicas; la inmediata generación de fundadoras no responde a las condiciones ecológicas que, en posteriores generaciones, inducen la formación de ovíparas y machos (Richards y Davies, 1984).

Asimismo no hay que olvidar que el hábitat ocupado por una especie de áfido no es uniforme, sino que consiste de un mosaico espacio-temporal de diferentes áreas, cada una con sus complementos y recursos; por lo que resulta posible que una ventaja del surgimiento de las formas sexuadas en *D. braggii* es que generan hermanos con un amplio rango de genotipos, siendo éste plausible para incluir el genotipo más apropiado en un área particular que el simple genotipo de un grupo asexual lo haría. Esto es la base del "lottery model" propuesto por Williams (1975) Los individuos genéticamente similares de un "sibship" asexual tienen los mismos requerimientos y competirán severamente unos a otros. Un padre sexualmente reproductivo reduce esta competencia produciendo descendencia genéticamente diferente. De esta manera los hermanos diversos genéticamente podrían tener más "elbow-room" siendo potencialmente mejor capaces de explotar más de un tipo de área (Young, 1981).

De acuerdo con Dixon (1998), es posible que ambos mecanismos "lottery" y "elbow-room" operen simultáneamente, pero parece estar demostrado que cualquiera de los dos es relevante en los áfidos. Las hembras ovíparas atraen al macho por medio de la feromona sexual, secretada por células glandulares localizadas debajo de las placas porosas sobre la tibia de los apéndices metatorácicos (Pickett, *et al.*, 1992)

Esta reproducción impide la paedogenesis, es decir, un áfido que debe aparearse no comienza a madurar su embrión antes que nazca. Esto significa que una hembra sexualmente reproductiva debe ya sea dejar los huevos o atrasar su surgimiento hasta que la progenie pueda madurar. La producción de huevos se dio en invierno, lo que de acuerdo a Daly, *et al.* (1998) provee una excelente oportunidad para reproducirse sexualmente, sin que el huevo necesite estar en un estado avanzado de madurez para sobrevivir a las condiciones extremas de este periodo y ausencia de plantas apropiadas para alimento (Daly, *et al.*, 1998)

Los huevos también están bien adaptados a sobrevivir periodos de estrés, algunos soportan temperaturas menores a -40 °C; aunque su resistencia está asociada con cambios en los niveles de ciertos alcoholes polihídricos, tal parece que esto es determinado más por experiencias previas a bajas temperaturas en el año que por el glicerol y manitol contenido en los huevos (Dixon, 1985).

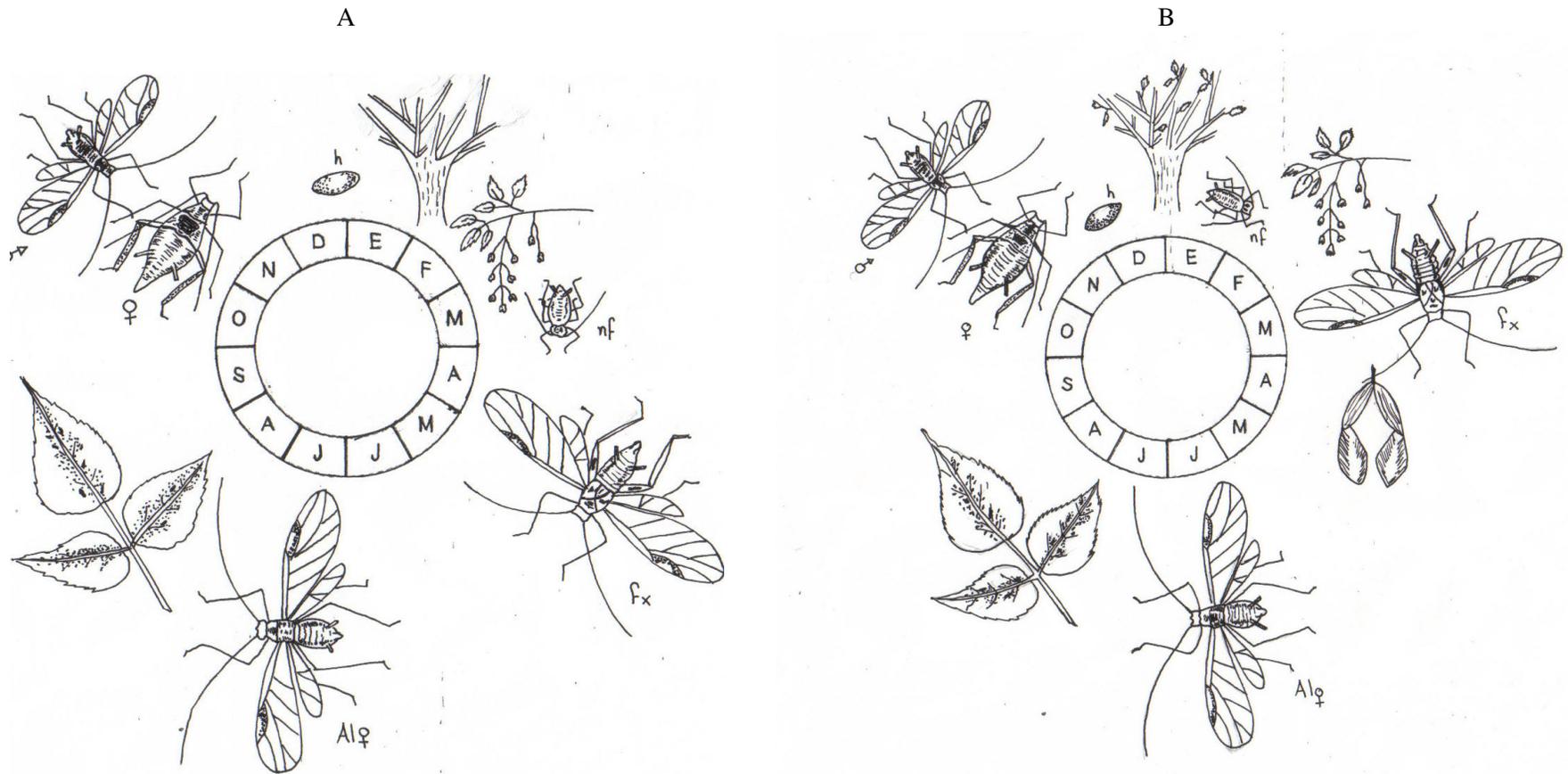


FIG. 2 Ciclo anual de Generaciones. **A)** Condiciones urbanas (Campus Iztacala, UNAM) y **B)** Condiciones naturales (El Salto, Donato Guerra y Cañada de Contreras, Del. Magdalena Contreras). En el primer caso, la aparición de las fundatrices sucede en marzo y no desde enero como en condiciones naturales, lo que conlleva a un desfase de las demás formas biológicas, por la falta de recursos determinado por la fenología de la planta hospedante; **nf** =ninf, **Fx** =fundatriz, **Al, •** = alada partenogenética, **•** = macho y **h**= huevo.
(basado en el formato de Blackman e Eastop, 1994)

7.2. Descripción de las formas biológicas registradas.

El término polimorfismo en el amplio sentido significa la presencia de más de dos formas vida de un organismo que están relacionadas con la estación del año. Para *D. braggii* en el tiempo y áreas de muestreo se detectaron las formas: a) Fundatriz, b) Vivípara alada, c) Hembra ovípara y d) Macho; para las cuales las hormonas desarrolladas juegan un papel fundamental en la dirección de su desarrollo (Daly, *et al.*, 1998)

Se observó una relación directa entre la fenología de *A. negundo* y la aparición de las diferentes formas de vida de *D. braggii*, aspectos que estuvieron influenciados directamente con la reducción del fotoperiodo y las bajas temperaturas, ya que como lo afirman Richards y Davies (1977), los mecanismos fundamentales fisiológicos que sufren los áfidos para la alternancia de hospedero y el polimorfismo están aclarados parcialmente, pero son el resultado de alteraciones en la fisiología del crecimiento de la planta hospedera.

Aunque se reporta que los áfidos pueden presentar hasta 7 formas morfológicamente distintas a lo largo del ciclo (Dixon, 1985^b), para especies del género *Drepanosiphum* sólo se reconocen 4: fundatriz, alada partenogenética, hembra ovípara y macho, lo cual se relaciona porque no realiza alternancia de hospedero por lo que no se presentan las formas migrantes (Dixon, 1998)

7.2.1 Diagnósis de campo

Los áfidos viven en colonias localizadas en el envés de las hojas, principalmente cerca de la venación; son áfidos de tamaño medio de longitud (alrededor de 3mm), su cuerpo es alargado y ligeramente globoso, de color verde tierno del que resaltan los ojos rojo carmesí; sus antenas son largas aproximadamente el doble del cuerpo; los apéndices son largos; cornículos largos y delgados; todo el cuerpo está cubierto por una secreción cerosa de apariencia pulverulenta. Cuando las colonias son densas provocan la acumulación de mielecilla tornándose las hojas lustrosas incluso se llega a desarrollar la fumagina por lo que las hojas toman una apariencia polvosa (como olin); además, los organismos al sentirse perturbados, fácilmente se dejan caer.

NOTA: En el caso de *D. braggii* se obtuvieron las mediciones señaladas en la **FIG. 3**, los datos están representados en promedios y expresados en milímetros; se midieron las 4 formas biológicas recolectadas en los muestreos y el número de ejemplares considerados para cada caso estuvo en función de la disponibilidad del material.

FORMA DE VIDA MEDICIONES		FUNDATRIZ	VIVIPARA ALADA DE VERANO	OVÍPARA APTERA	MACHO ALADO	
		LONGITUD DEL CUERPO	3.431	2.885	3.695	2.366
CAUDA		0.189	0.216	0.245	0.146	
LONG. DE CORNÍCULOS		0.704	0.600	0.630	0.500	
ANCHO DE CORNÍCULOS		0.079	0.069	0.035	0.05	
ROSTRO	I - III	0.576	0.675	0.615	1.357	
	IV + V	0.168	0.198	0.175	0.170	
LONG. ANTENAS		6.244	5.250	5.665	5.294	
ANTENÓMEROS	I	0.171	0.151	0.195	0.144	
	II	0.073	0.075	0.080	0.080	
	III	1.573	1.371	1.195	1.136	
	IV	1.271	1.233	0.140	1.072	
	V	1.220	1.150	0.135	1.037	
	VI	b	0.161	0.160	0.160	0.160
		pt	1.775	1.110	1.176	1.665
No. DE SENSORIOS EN III ANTENÓMERO		7-12	6-12	6-8	* aprox. 200	

FIG. 3. Caracteres morfométricos de 15 fundatrices, 20 vivíparas aladas, 2 hembras y 7 machos, los datos son promedios y están expresados en milímetros.* Los sensorios en el macho son numerosos abarcando los segmentos III y IV.

7.2.2 Fundatriz (FOTOGRAFÍA 1, ANEXO C)

Color de ejemplares vivos: Cabeza y tórax de color verde amarillento, cuerpo lustroso; protórax con dos líneas longitudinales blancas de consistencia cerosa; abdomen con gran número de puntos blancos, también cerosos; ojos rojo carmesí; antenas del mismo color que la cabeza, con tonalidades cafés muy tenues en los intersegmentos, las cuales se oscurecen conforme se aproximan al extremo distal de la antena; banda lateral de color verde tierno que en ambos lados corre desde el protórax hasta los segmentos abdominales viéndose interrumpida en meso y metatórax; los

cornículos son café obscuro y se tornan lustrosos en la base; apéndices verde amarillentos, tarsos y uñas se tornan oscuros. Alas hialinas, estigma pálido con borde café.

Color de ejemplares aclarados: Tórax y cabeza de color crema; antenas del mismo tono que la cabeza tornándose más oscuras hacia la parte terminal; con el abdomen incoloro; apéndices también de color claro presentándose tonalidades cafés en la base de las tibias; alas hialinas.

Caracteres morfológicos: Cuerpo de 3.4 mm de longitud; cabeza con vertex y tubérculos frontales marcados; antenas de 1.8 veces el largo del cuerpo. *Procesus terminalis* hasta 11 veces más largo que la parte basal del segmento VI; sensorios ovales transversos en número de 10-12 en el tercer segmento antenal. Cornículos delgados y alargados, de aproximadamente 3.7 veces la longitud de la cauda. Cauda de casi 0.19 mm de largo. Segmentos rostrales IV+V de 0.16 mm.

7.2.3 Alada partenogenética (FOTOGRAFIA 2, ANEXO C)

Color de ejemplares vivos: Cabeza, pronoto y antenas de color verde amarillento, con bandas longitudinales café tenues sobre meso y metatórax; antenas con tonalidades cafés en los intersegmentos más marcadas que en la fundatrix; abdomen verde amarillento, apéndices verdes tornándose oscuros en el extremo de los segmentos; cornículos verde pálido en la base y cafés en el reborde; alas hialinas, estigma pálido bordeado de café.

Color de ejemplares aclarados: Cabeza y tórax ámbar claro. Antenas del color de la cabeza. Abdomen translúcido, resaltando de color café sólo los tubérculos laterales. Apéndices claros con la base de la tibia más oscura. Los cornículos van desde crema hasta café oscuro en el reborde. Alas hialinas.

Caracteres morfológicos: Cuerpo de 2.8 mm de largo, cabeza con vertex y tubérculos frontales marcados, antenas de aproximadamente 1.8 del largo del cuerpo. *Procesus terminalis* hasta 6.9 veces más largo que la parte basal del segmento VI. Sensorios ovales transversos en número de 8-12 en el segmento III. Cornículos cilíndricos algo comprimidos antes del reborde, de casi 0.21 del largo del cuerpo. Cauda de 0.21 mm. Rostro IV+V de 0.17 mm .

7.2.4 Ovípara (FOTOGRAFIA 3, ANEXO C)

Color de ejemplares vivos: Cuerpo de color verde pasto (translúcido), con bandas longitudinales sobre dorso de mesotórax, metatórax, abdomen frecuentemente de color verde olivo; ojos rojos, más oscuros que la fundatrix; las antenas se tornan grisáceas con áreas intersegmentales oscuras casi negras hacia la región apical; cornículos oscuros; apéndices del mismo color del cuerpo, los cuales se tornan ámbar a partir de la tibia.

Color de ejemplares aclarado: Cabeza, tórax y abdomen de color crema, siendo éste último más tenue; antenas del mismo color que la cabeza con intersegmentos café oscuro, los cornículos resaltan más por el color oscuro que presentan desde la base, apéndices como en las vivíparas, pero las partes pigmentadas más marcadas.

Caracteres morfológicos: Áptera. Cuerpo de 3.7 mm que porta numerosas setas en forma de raqueta dispuestas en líneas transversales en últimos segmentos abdominales; Antenas 1.5 veces el largo del cuerpo; sensorios en número de 6-8 en el tercer antenómero. *Procesus terminalis* hasta 11 veces el largo de la parte basal del segmento VI; cornículos 2.6 veces del largo de la cauda. Cauda alargada translúcida de 0.24 mm. Apéndices con tibia posterior ligeramente ensanchada, portando numerosos sensorios en la mitad proximal.

7.2.5 Macho (FOTOGRAFIA 4, ANEXO C)

Color de ejemplares vivos: Cuerpo de color verde amarillento pálido, con bandas transversales en dorso abdominal, que abarcan desde el segmento III al VI; las antenas son del mismo tono que el cuerpo, ojos rojos carmesí, cornículos de color negro desde la base hasta el reborde.

Color de ejemplares aclarados: Tórax y cabeza café claro, abdomen transparente con bandas transversales cafés en II al VI, siendo más pronunciadas en IV-V; apéndices del mismo color con la base de la tibia más oscura; antenas café oscuras casi en su totalidad; cornículos de color café, se notan más tenues que en la ovípara; alas hialinas con estigma claro de borde café.

Caracteres morfológicos: Cuerpo de 2.4 mm de longitud; antenas de 2.2 veces el largo del cuerpo, portando un gran número de sensorios en los segmentos III, IV y V; *Procesus terminalis* hasta 10.4 veces el tamaño de la base del segmento VI antenal; cornículos de 0.21 del largo del cuerpo.

Cada forma biológica antes descrita está básicamente adaptada para su sobrevivencia, reproducción y dispersión. Ya que de acuerdo a Dixon (1985) la especialización en una de estas funciones, implica obligaciones en términos de distribución de recursos, fisiología y estructura de ahí que se

haya obtenido esta variación de formas para que los organismos puedan cubrir la función dentro de su población.

Resalta la diferencia de longitud corporal entre la ovípara con respecto a la vivípara alada, ya que como lo menciona Dixon (1985), el número de embriones por ovariola está en función del tamaño del áfido, de esta manera se garantiza un alto potencial reproductivo. En general, la fundatrix también destaca por su tamaño; sin embargo, como sucede en *Drepanosiphum platanoides* (Dixon, *op. cit.*) la fundatrix madura con bajo desarrollo de gónadas y tiene bien desarrollada su masa corporal, de ahí su tamaño y corto periodo reproductivo. Además, los ejemplares vivos recolectados mostraban los cornículos más oscuros que las formas aladas partenogenéticas.

De acuerdo al material revisado cabe destacar que una importante diferencia entre la forma ovípara áptera y la vivípara alada es que ésta última presenta mayor número de sensorios secundarios en la antena, lo que sugiere su participación en la selección de la pareja en la primera y la localización del hospedero en la segunda; además, el *proceso terminalis* es más corto (6.9 veces la parte basal) que en las otras tres formas biológicas (entre 10-11 veces más largo que la base); además, la hembra ovípara presentó las tibias engrosadas de los apéndices posteriores que concuerda con lo mencionado por Richards y Davies (1984). Mientras que el gran número de sensorios secundarios que porta el macho en las antenas, Pickett *et al.* (1992) maneja que parecen ser responsables de la detección de la feromona sexual.

7.3 Fluctuación poblacional

La fluctuación poblacional está fundamentada en el establecimiento del número de generaciones que están presentes en una temporada, los puntos de más alta densidad y la relación con los parámetros ambientales más importantes (Ibarra y González, 1980).

La facilidad de *D. braggii* para alimentarse y su tasa de reproducción dependieron, no sólo de la planta, sino también de la edad y condición fisiológica de sus hojas, ya que Richards y Davies (1984) mencionan que son preferidas las de activo crecimiento y senescentes, que las maduras o marchitas.

Basándose en la amplitud y frecuencia de la fluctuación poblacional descrita por *D. braggii* (**FIG. 4**) se determinó que corresponde al de poblaciones cíclicas, las cuales oscilan en intervalos regulares, se pueden dar en escalas de tiempo diferentes e incluyen la intervención de varios factores coincidiendo con lo establecido por Timothy (2000), quien menciona que los ciclos de abundancia marcadamente estacionales pueden ser vistos en especies multivoltinas, como es el caso de los áfidos.

El comportamiento poblacional de una especie está influenciado por un complejo conjunto de factores como son:

- a) La traslocación activa de nutrimentos.
- b) El clima: temperatura, precipitación, etc.
- c) Fotoperiodo.
- d) Enemigos naturales.

El comportamiento poblacional de *D. braggii* (**FIG. 4**), se asoció entre otros factores con los periodos de traslocación activa de nutrimentos en la planta hospedera, por lo que, en la gráfica se resaltan tres picos que corresponden a momentos importantes del ciclo biológico generacional del pulgón.

El crecimiento y la reproducción de los áfidos dependieron del estado de crecimiento, o nivel de nitrógeno soluble, ya que Dixon (1985) comenta que existe más nitrógeno en el floema de las plantas que están creciendo o que son senescentes, por los nutrimentos que están siendo trasladados activamente dentro o fuera de las hojas

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio bajo condiciones urbanas, el pico **A** de la gráfica corresponde a la presencia de follaje joven que surge en la primavera, después viene un decline cuando llega a su madurez en los meses de mayo y junio, volviendo a incrementar el nivel

de nitrógeno soluble al culminar el ciclo fenológico del árbol (pico **B**) con la senescencia, en los meses de septiembre a octubre.

El pico **A** (marzo) y el pico **C** (noviembre), aunque son muy ligeros hacen referencia al surgimiento de las fundatrices y de las formas sexuadas respectivamente. En este último caso, la abundancia de las formas sexuadas es baja, quizá por lo que indica Anderson, *et al.*, (1982), que en otoño en regiones templadas el incremento en el número es restringido por la disminución de alimento y bajas temperaturas, y la mayoría de los áfidos entra en estado de descanso en este tiempo.

El pico **B** corresponde al incremento poblacional de las vivíparas aladas, aunque la mayoría de las especies alcanzan su máximo en primavera cuando los nutrimentos están siendo translocados al nuevo crecimiento, otras especies como fue el caso de *D. braggii* alcanzan el punto máximo nuevamente en la caída de las hojas cuando los nutrimentos están siendo reabsorbidos del follaje senescente.

Al respecto es importante enfatizar que el inicio del muestreo fue en el mes de agosto y que debido a que los árboles fueron podados drásticamente en el periodo de septiembre a diciembre, la población prácticamente se anuló, lo que impidió obtener la continuidad de la fluctuación población durante la primavera, fracturando el análisis integral.

Otra posible causa es lo indicado por Hartnett y Bazzaz (1984) que éstos organismos llegaron a ser tan numerosos que redujeron el crecimiento de la planta hospedera y consecuentemente causaron un decline en su población.

Asimismo otro factor que probablemente pudo haber afectado a la población de este áfido fue la temperatura, ya que como lo mencionan Campbell, *et al.*, (1974) el rango de desarrollo de los insectos depende sobre todo de este parámetro. La cantidad de calor requerido fuera de tiempo por un insecto para completar algún aspecto de su desarrollo es considerado como la constante termal, ésta junto con el umbral pueden usarse como indicadores del potencial de abundancia y distribución de un insecto.

También hay que considerar que otro factor que pudo contribuir para que la población de áfidos describiera una gráfica variable, fue las relaciones entre la variabilidad y la abundancia promedio que pueden ser una simple e inevitable consecuencia de los eventos demográficos fortuitos en la dinámica del crecimiento y decline de una población. Anderson, *et al.*, (1982) establece que la forma precisa de estas relaciones está determinada por la magnitud relativa de los diferentes rangos de los procesos que gobiernan los cambios en la dinámica de la población (nacimiento, muerte, inmigración y emigración), y por el grado de heterogeneidad espacial y temporal.

De acuerdo a Denno y Roderick (1990) los componentes de la textura de la vegetación contribuyen a la distribución y abundancia de insectos chupadores de savia; así como el tamaño del área, la

densidad de la planta y la diversidad de la vegetación (frecuencia de no hospederos) de ahí que, considerando estos factores, la apariencia y condiciones de los árboles de acezintle en los sitios de muestreo se infiere que, probablemente exista una mayor incidencia del pulgón en el arbolado urbano que en condiciones naturales, ya que en condiciones urbanas (Campus Iztacala) el área de distribución del acezintle y la diversidad vegetacional son menor con respecto a las áreas naturales (Cañada de Contreras y Donato Guerra).

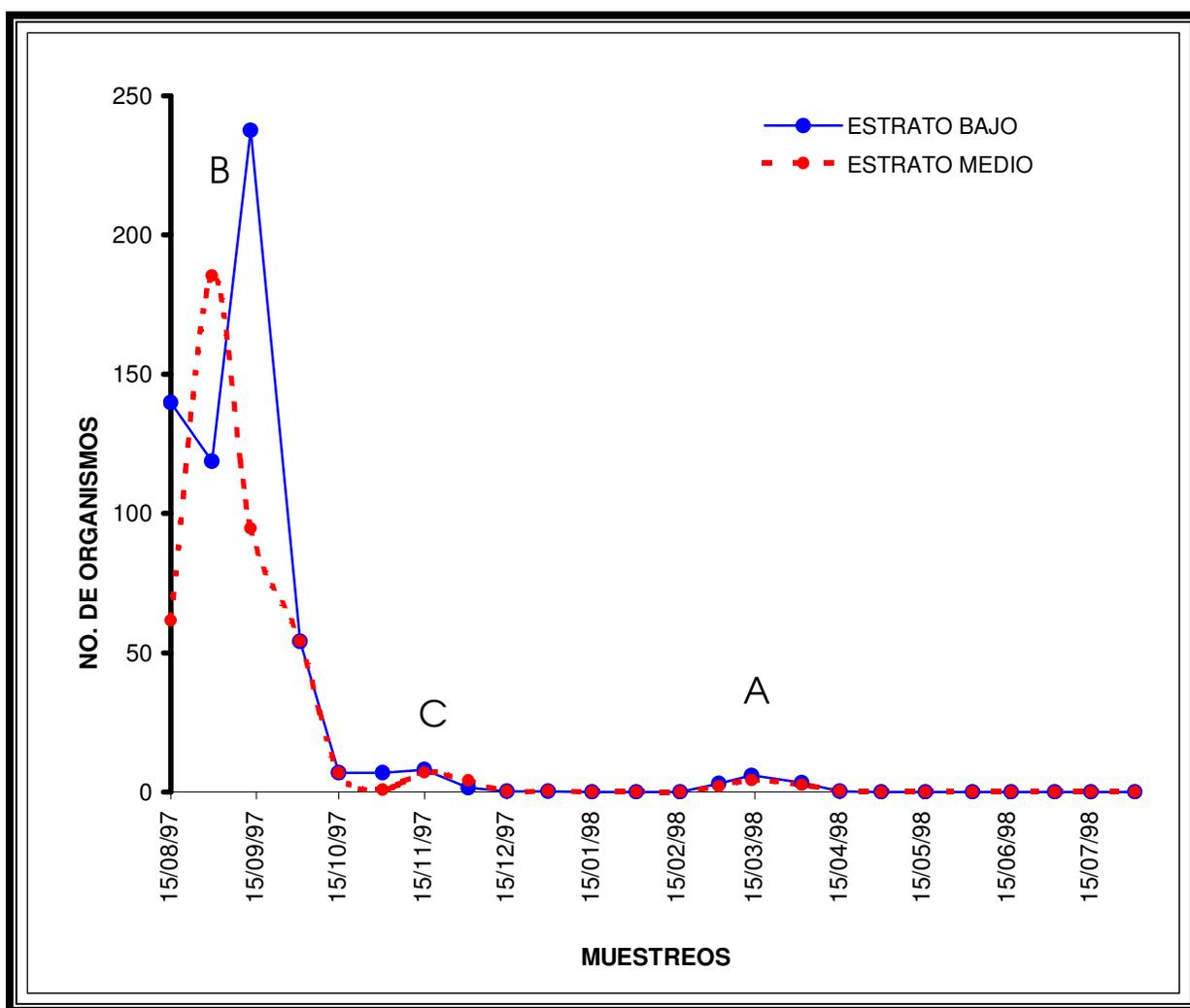


FIG. 4. Fluctuación poblacional de *Drepanosiphum braggii* sobre su hospedera *Acer negundo*.

7.4 Enemigos naturales.

En la naturaleza existen factores abióticos, como los relacionados con el clima y bióticos que regulan el desarrollo de las poblaciones. Entre los factores bióticos, los pulgones dependen de la disponibilidad de sus plantas hospederas y a su vez forman parte de redes tróficas constituyendo el recurso alimenticio de otros organismos, conocidos con el nombre de enemigos naturales (Peña, *et al.*, 1992)

En el presente estudio se lograron detectar diversos enemigos naturales como coccinélidos, chinches, neurópteros, arañas; destacando la captura del parasitoide e hiperparasitoide en el área de estudio de El Salto, Donato Guerra.

Resulta importante resaltar que cuando se realizaron las observaciones de campo se detectó que los áfidos estaban cubiertos por secreciones ceras, las cuales de acuerdo a Richards y Davies (1984) surgen de canales secretores pertenecientes a glándulas. Estas sustancias secretadas son liberadas cuando el áfido es atacado por un depredador y actúan como feromonas de alarma; fueron percibidas por los receptores antenales de otros áfidos, y provocaron que éstos se dispersaran .

Las interacciones tritróficas entre los áfidos y sus depredadores están reguladas por la acción de la feromona de alarma, pero ésta frecuentemente no actúa sola sino que lo hace con otras sustancias, principalmente de la planta hospedera, las cuales son detectadas por el sistema sensorial del áfido que está regido por la naturaleza olfatoria de los sensorios placoides de la antena.

La feromona de alarma es liberada de la secreción de los cornículos cuando los áfidos son atacados por depredadores o parasitoides y resulta en varios tipos de comportamiento defensivo o de evasión (Pickett, *et al.* 1992, Bowers, *et al.*, 1972) tal como se apreció con *D. braggii*, que al momento de las revisiones directas los pulgones dejaban caerse como una medida de evasión.

También gracias a la acción de las feromonas sexuales, se logró la captura del parasitoide y depredadores, que de acuerdo a Dawson *et al.*, (1987) estas sustancias pueden actuar como kairomonas, atrayendo depredadores y parasitoides.

7.4.1 DEPREDADORES

Los áfidos son atacados por una gran variedad de depredadores que, ya sea de manera individual o combinada, reducen las poblaciones de áfidos. Los depredadores ocurren en varias familias de diferentes ordenes de insectos, pero son más comúnmente encontradas en las familias Coccinellidae (Coleoptera), Syrphidae y Cecidomyiidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera) y Anthocoridae (Hemiptera) (Olvera, 1995).

7.4.1.1 ORDEN COLEOPTERA

FAMILIA COCCINELLIDAE

Durante el periodo de muestreo bajo condiciones urbanas se lograron detectar con mayor incidencia, tres coleópteros depredadores: *Adalia bipunctata* (**FOTOGRAFIA 5A, ANEXO C**), *Scymnus* sp. (**FOTOGRAFIA 5B, ANEXO C**) y *Mulsantina picta minor* (determinación por el Biól. Marin, INIFAP- Celaya, Gto).

Los *Scymnus* son los que tuvieron un espectro de aparición más amplio, ya que se registraron desde septiembre a noviembre y nuevamente de abril a julio, aunque en este segundo periodo con menor abundancia. Mientras que, la primer especie sólo se registro entre agosto y septiembre y *Mulsantina picta minor* de agosto a octubre, probablemente como consecuencia de la escasez de su presa, ya que son factores densodependientes de la población de áfidos.

De las observaciones directas se apreció como los coccinélidos, por sus hábitos depredadores, se nutrían durante su fase larvaria y adulta de los áfidos, como lo indica Richards y Davies, (1984) su buen manejo podría constituir una manera eficaz para reducir la población del insecto presa, ya que en este caso coincide el tiempo de aparición de éstos con el momento de mayor incidencia de *D. braggii*. Como se observa en la **FIG. 5**, agosto y septiembre son los meses de mayor incidencia de éstos organismos; tiempo que concuerda con la presencia de la población más significativa de las vivíparas aladas. Esta disponibilidad de presas permitió que no fuera sólo una generación de coccinélidos la que se desarrolló.

Se detecta un decline de la población de estos depredadores en el mes de noviembre, cuando aparecen las formas sexuales de los pulgones y el número de éstos desciende, lo que puede influir

para que muchas especies de esta familia, como lo menciona Olvera, (1995), hibernen como adultos que están en estado de diapausa reproductiva.

Además el periodo en que la población de pulgones es baja, no implica que los coccinélidos desaparezcan ya que no sólo se nutren de ellos, sino que aceptan un amplio intervalo de alimentos (Olvera, *op. cit.*) y aprovechan a los organismos que logran sobrevivir a las condiciones adversas cuando los *A. negundo* pierden el follaje.

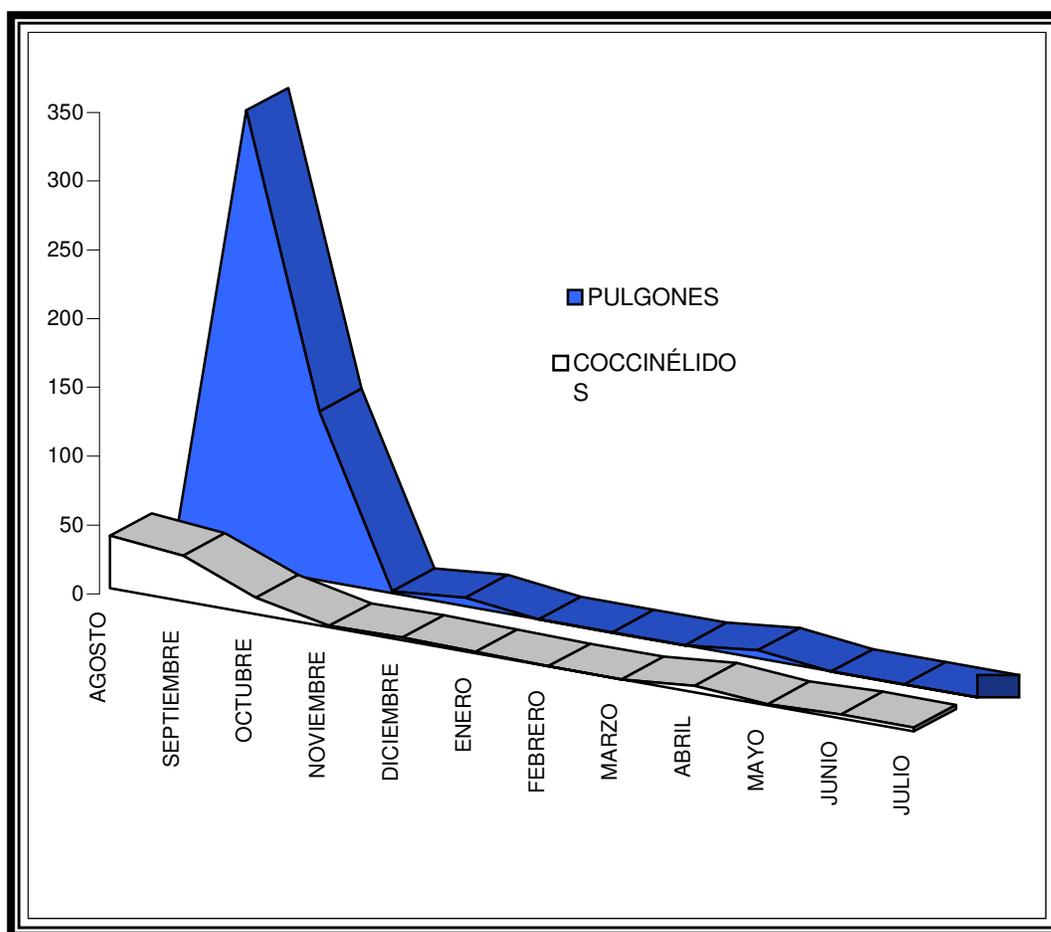


FIG 5. Fluctuación poblacional del total de coccinélidos en *A. negundo* en ámbito urbano, durante el periodo de muestreo.

7.4.1.2 ORDEN HEMIPTERA

FAMILIA ANTHOCORIDAE

En este estudio (FIG. 6) la población de chinches depredadoras comenzó a crecer hacia el mes de marzo, coincidiendo con la aparición de las fundatrices y se vuelve significativa en junio, posteriormente se dio un decremento que entre otros aspectos pudo estar relacionado con la competencia por el espacio que se estableció entre las chinches depredadoras con la población de chinches fitófagas, como fue el caso de *Stenomacra marginella* Herrich-Schaeffer (Hemiptera: Largidae), ya que como lo reporta Silvestre (2001) la mayor incidencia de este organismo sobre el arbolado de *A. negundo* se da en el periodo de agosto a febrero.

Estos insectos se encontraron principalmente sobre el follaje y las flores, bajo la corteza o entre las hojas caídas, lo cual de acuerdo a Richards y Davies (1984), son eficaces depredadores de pequeños insectos y huevos .

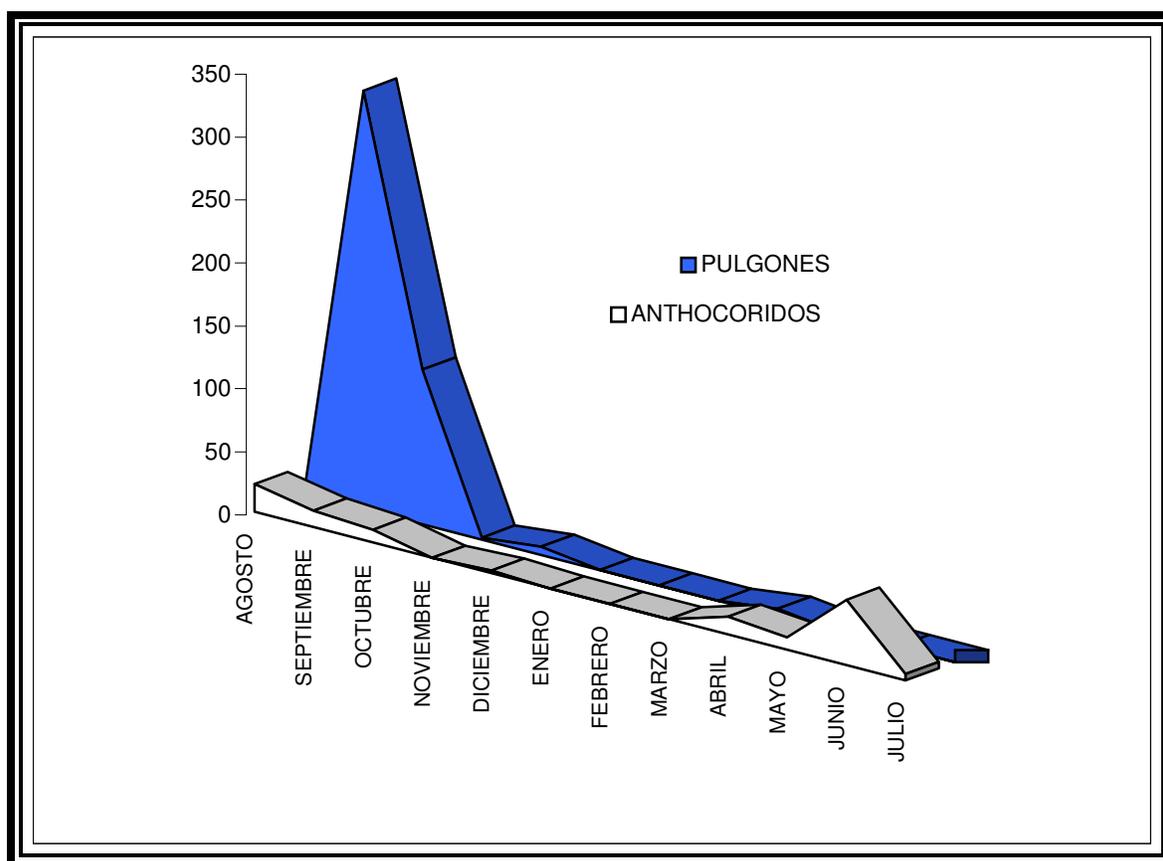


FIG 6. Fluctuación poblacional del total de anthocoridos encontrados en *A. negundo* bajo condiciones urbanas, durante el periodo de muestreo.

7.4.1.3 ORDEN NEUROPTERA

FAMILIA CHRYSOPIDAE

Como se observa en la **FIG. 7** la población de crisopas inició su crecimiento en el mes de abril, lo que coincide con la aparición de las fundatrices, hacia el mes de agosto declina considerablemente ya que de acuerdo a Olvera (1995) el invierno lo pasan en pequeños capullos, de color blanco, fabricados de seda de forma esférica u oval, en la primavera el adulto corta una tapa circular para poder escapar .

A pesar de que el número de organismos adultos recolectados en los muestreos no resultó tan numeroso, es importante resaltar que en las observaciones directas se localizaron varios huevecillos de crisopas quienes al momento de la oviposición, aplicaban una sustancia viscosa a la hoja u otro objeto y el abdomen lo levantaban, resultando un hilo viscoso perpendicular al sustrato. El hilo se endurecía rápidamente y lo coronaban con el huevecillo. Las larvas que surgían de éstos, resultaron ser voraces y se desplazaban rápidamente sobre las hojas en busca de áfidos.

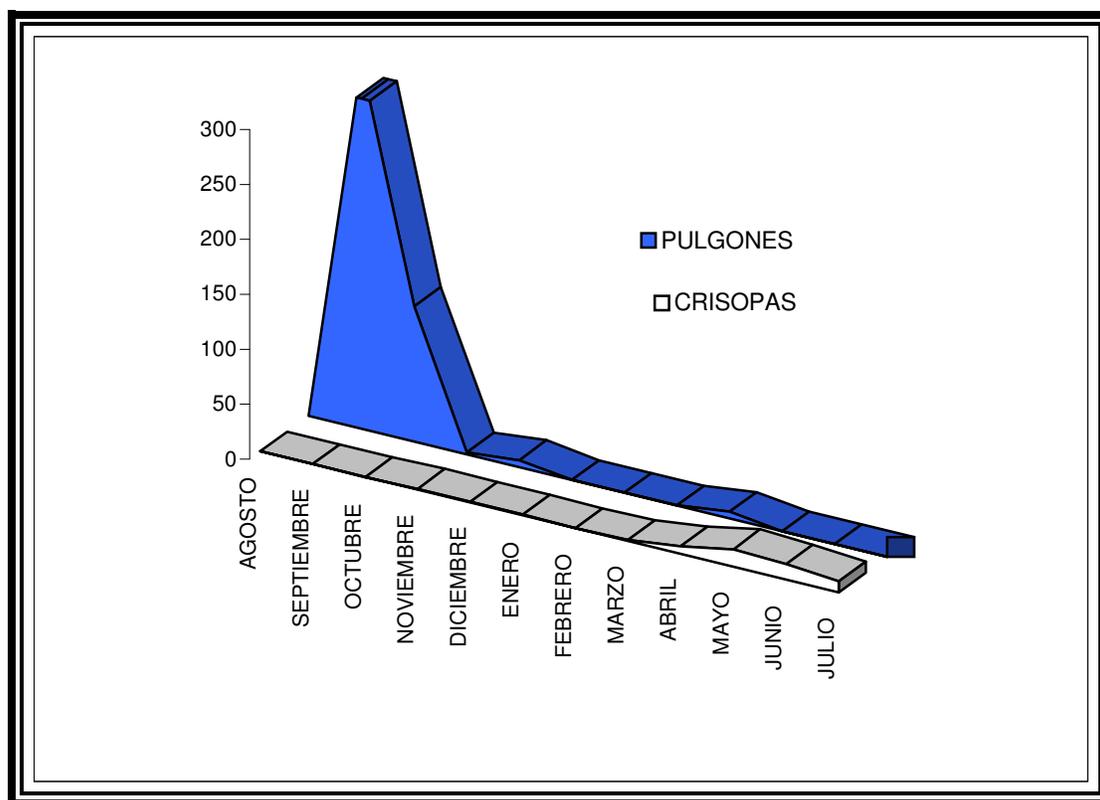


FIG 7. Fluctuación poblacional del total de crisopas encontradas en *A. negundo* bajo condiciones urbanas, durante el periodo de muestreo.

7.4.1.4 ORDEN ARANEAE

Las características biológicas de las arañas son de muchas maneras aptas para el control de ciertas plagas. Cuando llegan a un cultivo permanecen aún si la comida es escasa, y su ya baja tasa de metabolismo puede ser disminuida en un 30-40% sin perjudicar su desarrollo, permitiéndole sobrevivir sin alimento. En la **FIG. 8** se observa que, el tiempo en que la población de pulgones no se registra, de noviembre a marzo, se continuó capturando ejemplares de arañas, aunque en menor proporción, lo que sugiere su presencia aún en ausencia de esta presa. Por otro lado, las arañas son depredadoras altamente generalistas y los áfidos pueden representar sólo un recurso alimenticio más. Se logró apreciar cómo las arañas en cuanto detectaron la presencia de los áfidos rápidamente aprovecharon para explotarlos, esto gracias a su abdomen distensible, indicando Olvera (1995) que tienen gran capacidad para almacenar grasas, llegando a duplicar su peso en un corto periodo. También se observó que cuando la población de áfidos llegó a ser numerosa, muchas arañas mataban más de lo que necesitaban, y las presas eran consumidas parcialmente o abandonadas, ya que se observó que tejían trampas y mataban a los áfidos aún cuando no se alimentaban de ellos. Además, en la gráfica se observan tres picos que coinciden con la aparición de las fundatrices (abril), presencia de alto número de vivíparas aladas (julio-agosto) y presencia de formas sexuales (octubre), infiriendo la interacción tritrófica existente entre las arañas y los áfidos.

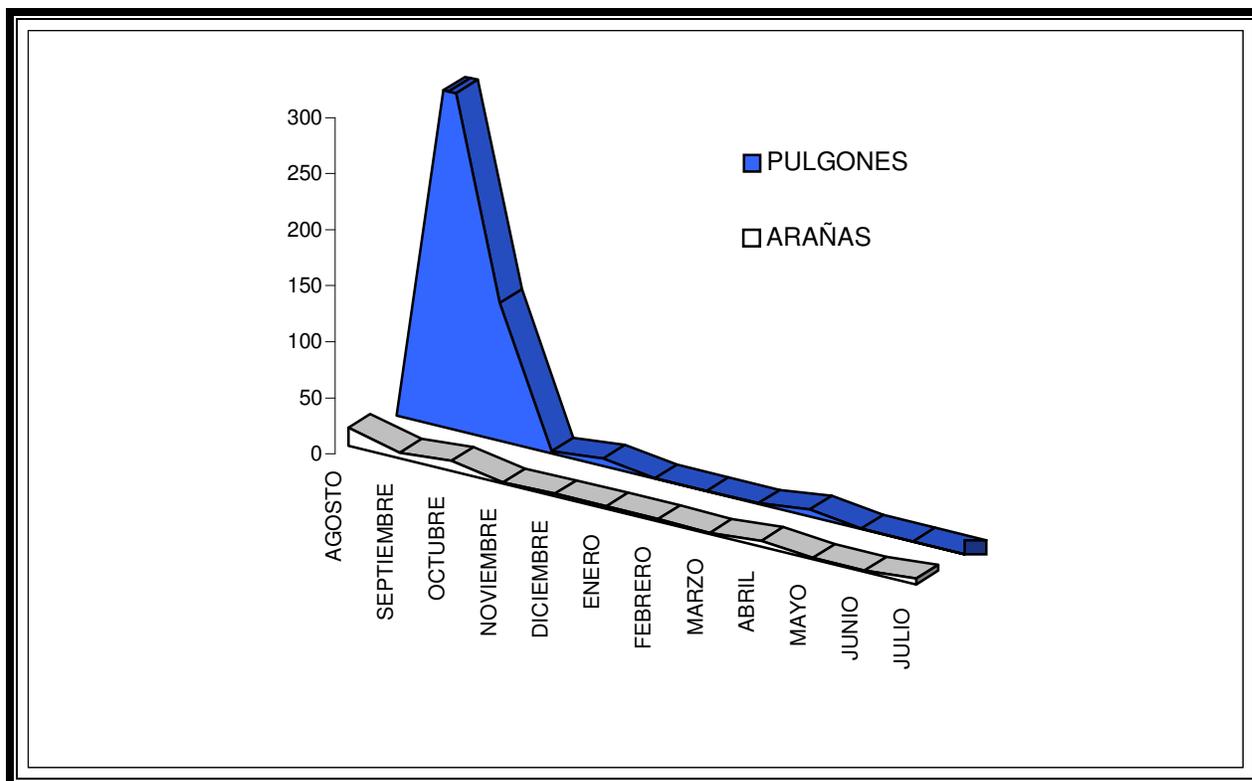


FIG 8. Fluctuación poblacional del total de arañas encontradas en *A. negundo*.

7.4.2 PARASITOIDES

7.4.2.1 ORDEN HYMENOPTERA

FAMILIA APHIDIIDAE

En el presente estudio se logró la obtención en el laboratorio a través de la captura y cuidados de áfidos recolectados en su ambiente natural, de un parasitoide perteneciente al género *Trioxys* Haliday (determinado por M. en C. Lomelí- Flores, Colegio de Posgraduados), y sólo se detectó en El Salto, Donato Guerra, y constituye el primer registro asociado a dicho pulgón.

En general las avispidas parasitoides son activas durante todo el periodo de actividad de sus huéspedes; durante épocas adversas (estación seca, caliente o fría) la supervivencia de los parasitoides ocurre como larva en diapausa (Lomelí, 1993), pero en condiciones urbanas donde los factores ambientales son más severos no se logra la presencia de éstos.

Esto aunado con la inestabilidad poblacional del pulgón, debida básicamente a las actividades culturales (poda, saneamiento, etc) y con la posible competencia con otros depredadores no les permite establecerse dentro del medio urbano.

Asimismo la presencia de plantas que son atractivas a los parasitoides vía visual o claves químicas es importante, así como la presencia de plantas que provean de alimento, tal como polen, néctar, o refugio.

Se observó cómo el parasitoide terminó con su presa ya que Poppy (1997) dice que siempre matan a su hospedero y sólo consumen uno.

La hembra deposita sus huevos, dentro de áfidos adultos o de diferentes estadios. La larva se alimenta por ósmosis en el cuerpo del huésped y antes de madurar, ataca activamente los tejidos restantes; a la muerte del áfido, teje su capullo generalmente dentro del exoesqueleto del pulgón. De la combinación de la piel del áfido y del cocón resulta el áfido, llamado comúnmente “momia”. El nuevo adulto sale por un orificio circular recortado en la momia (Lomelí, *op. cit.*).

Además, la tasa de desarrollo de las especies parasitoides está influenciada por la temperatura de una manera lineal dentro de ciertos límites y puede tomar desde dos a varias semanas bajo condiciones promedio. Los adultos son activos principalmente en días soleados y calurosos especialmente en altas horas de la mañana y en la tarde; muestran una respuesta fototáctica positiva (Olvera, *op.cit.*).

7.4.2.1.1 GÉNERO *Trioxys* Haliday. (FOTOGRAFIA 6, ANEXO C)

Como ya se mencionó anteriormente este parasitoide sólo se logró registrar bajo condiciones naturales, aunque sólo se recolectaron algunos ejemplares para hacer observaciones, en el sitio de colecta se notó que su incidencia es buena ya que existía un número considerable de momias en el envés de las hojas.

Cabe resaltar que no se tenía registro de parasitoides de *D. braggii* en los trabajos realizados por Stary y Reaudière (1988), Lomelí y Peña (2001) incluso en el Catálogo de: "Hymenoptera in America North of Mexico " (Karl, *et al.*, 1979), sólo se encuentran reportadas las especies: *Trioxys ameraceris* (*Drepanaphis acerifoliae* Thomas), *Trioxys ameraceris* (*Drepanaphis monelli* Davies), *Monoctonus pseudoplatani* (*Drepanosiphum aceris* Koch), *Dyscritulus planiceps*, *Monoctonus pseudoplatani* *Trioxys cirsii* (*Drepanosiphum platanoides*) y *Dyscritulus planiceps* (*Drepanosiphum zimmermanni* Börner).

Es importante considerar que el género *Trioxys* está asociado con el género *Drepanosiphum* o con especies cercanas a *D. braggii*.

7.4.3. HIPERPARASITOIDE

7.4.3.1 ORDEN HYMENOPTERA

FAMILIA PTEROMALIDAE

Esta familia de calcidoideos, además de ser una de las más extensas, es al parecer el grupo de himenópteros más difícil de identificar. Se reconocen a nivel mundial 3,350 especies repartidas en 644 géneros. La mayoría de los pteromálidos son parasitoides y atacan un amplio espectro de hospederos. Se sabe de especies que atacan huevos, ninfas, larvas y pupas. Se presentan tanto parásitos solitarios como gregarios y algunas especies suelen comportarse como hiperparasitoides (Lomelí y Peña, 2001), como fue el caso de la avispa recolectada en el presente estudio.

GÉNERO *Asaphes* Walker. (FOTOGRAFIA 7, ANEXO C)

En el periodo de estudio se lograron recolectar 5 ejemplares de estos hiperparásitos, sólo bajo condiciones naturales.

Desafortunadamente, el ciclo de desarrollo de los parásitos fue en general más lento y su potencial reproductivo menor que el de los áfidos. El conocimiento de estos organismos en México es aún

muy reducido, pero no hay duda de que su estudio puede aportar los elementos necesarios para llevar a cabo un manejo adecuado de ellos (Peña, *et al.*, 1992)

Es necesario mencionar que en la mayoría de los registros, el espectro de hospederos está incompleto, no se menciona donde se encuentra depositado el material, y se pone muy poco énfasis en los grupos de hiperparásitos (Lomelí, 1993).

7.5 Preferencia de estratos.

En el presente estudio de acuerdo al análisis estadístico (Poly Software International, 1996) se obtuvo que los resultados con ANOVA (**FIG. 9**) indican que no existen diferencias significativas en la incidencia del áfido en los estratos bajo y medio ($F_{1,23}=0.891$, $P_{1,23}=0.346$), es decir el pulgón se encuentra distribuido regularmente en la copa de los árboles durante su presencia registrada.

En los muestreos se observó una mayor incidencia de los pulgones en el envés y brotes de las hojas, quizás porque hay más nitrógeno en la savia del floema en partes de la planta que están creciendo, floreciendo o senescentes, porque los nutrientes están siendo transportados. De ahí que la savia no es nutritiva cuando la planta cesa su crecimiento y sus hojas están maduras.

Esto ocurre aunque el alimento de los áfidos muestra variaciones marcadas en calidad en el espacio, por ejemplo, entre partes diferentes de una planta y al mismo tiempo entre diferentes estados en el ciclo de crecimiento estacional de una planta (Dixon, 1998).

Con *D. braggii* se observó que en el momento en que las hojas se tornaban maduras, los pulgones preferían las semillas e incluso las ramillas.

Tal conducta está condicionada por lo mencionado por Hartnett y Bazzaz, (1984), quienes dicen que la mayoría de los áfidos son autoecicos, viven en una especie de planta, esta especificidad es descrita por respuestas de comportamiento y claves químicas y morfológicas que permiten que el áfido distinga la planta hospedera de una no hospedera y entre partes nutricionalmente buenas de las partes pobres de su planta hospedera, Las interacciones entre plantas e insectos no sólo están influenciadas por la dinámica de las poblaciones de plantas y por la actividad dinámica y fisiológica de las partes que la componen además, para muchos insectos fitófagos la población de hojas en la planta representa recursos viables de las cuales tienen que considerar varios aspectos tales como, longevidad, actividad asimilativa en edad específica y textura, o composición química, pueden influir en la elección de las hojas como sitios de alimento.

A partir de esto se observó un comportamiento importante que realiza *D. braggii* cada vez que se posa sobre su hoja, un recorrido a manera de reconocimiento, probablemente por lo mencionado por Dixon (1985), la acumulación de los áfidos sobre su planta hospedera es principalmente debido al rango diferencial de marcha. El rango de marcha está determinado por la respuesta de los áfidos al contacto con las características externas e internas de una planta, de esta manera puede elegir el área que más le conviene como fuente de recursos.

El áfido camina sobre la superficie percibiendo con su antena y su aparato bucal. La antena tiene muchos sensorios, los cuales cuya estructura y respuesta electrofisiológica indican que ellos los

usan en la quimiorrecepción, degustación y percepción de la hoja. Mientras camina sobre la superficie obtiene información acerca de las propiedades físicas y químicas de la superficie y la química interna (Dixon, *op. cit.*).

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	ÓDE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	VALOR DE F	VALOR DE P
LINEAS	1	2425.704	2425.704	0.891	0.346
COLUMNAS	23	539357.696	23450.335	8.614	0.000
INTERACCIÓN	23	75093.996	3264.956	1.199	0.250

FIG. 9. Muestra los valores obtenidos en el análisis de varianza bifactorial, en los que se demuestra que no existe preferencia del pulgón por algún sitio de estancia.

7.6 Infestación y daños por *D. braggii*.

Aunque la evaluación se realizó durante todo el periodo de muestreo (Agosto de 1997- julio 1998), los resultados de infestación y daños están enfocados al periodo en que se detectó con más incidencia la presencia del pulgón (agosto-septiembre de 1997).

De los 63 árboles de acezintles localizados en el área verde del Campus Iztacala- UNAM, durante el periodo de estudio, aparentemente sólo 3 no estaban infestados por *D. braggii*, probablemente por su ubicación más aislada de los demás. En cuanto a la apariencia del follaje de los árboles infestados (**Fig. 10**), únicamente el 6% estaba en excelentes condiciones, la mayoría tenía una condición entre regular y buena, 30 y 40 % respectivamente, y sólo el 24% estaba en una condición mala.

Aunque la mayoría de los árboles de acezintle tenga una condición entre regular y buena, es difícil lograr que todo el arbolado esté en óptimas condiciones, ya que este árbol en su hábitat natural forma parte de la vegetación riparia en cañadas, lo que confiere mayor estabilidad ambiental, situación que difícilmente se alcanza en zonas urbanas; sin embargo es importante realizar un manejo adecuado para que el porcentaje de árboles de condición mala no sea mayor.

Por otro lado no hay que olvidar que estos áfidos como lo menciona García (1994) podrían llegar a ser molestos para algunas personas, aunque estén interaccionando constantemente con especies animales de diferente naturaleza, que constituyen la fauna del ecosistema.

Los áfidos tienen sensorios basicónicos, quimiorreceptores que son responsables en la elección del alimento. Simplemente se plantea que para que una planta sea un alimento aceptable, es necesario que: 1) la planta produzca un atractivo olor, 2) su sabor sea agradable, y 3) no contenga algún químico que sea repulsivo, inhibidor, esterilizante, o tóxico (Jolivet,1998)

Estos áfidos fueron atraídos por el color amarillo de las hojas viejas, porque parecen responder principalmente a las claves visuales mostrando una marcada orientación a este color. De acuerdo con Dixon (1998), el color es un buen indicador del estado nutritivo de la planta. El follaje joven y senescente es generalmente amarillo en climas templados. Los áfidos son más atraídos por el color que por el olor, de ahí que se infiere que cuando se inicia el desarrollo foliar en los *Acer* y la caída de sus hojas, también sean momentos de mayor incidencia del áfido.

Considerando que a diferencia de las especies anholocíclicas monófagas u oligófagas que parecen estar bien adaptadas a sus plantas hospederas, puesto que éstas no muestran en general daños severos (Menchaca, 1996), las especies holocíclicas como la población de *D. braggii* si podría provocar un daño considerable, a pesar del porcentaje relativamente bajo del follaje en mala

condición ya que no hay que olvidar que cuando las poblaciones de insectos son mayores, como sucedió en condiciones urbanas, la pérdida de savia impide el crecimiento y empobrece su calidad. La facilidad de los áfidos para alimentarse y su tasa de reproducción dependieron, no sólo de la especie huésped, sino también de la edad y condición fisiológica de sus hojas, siendo preferidas las de activo crecimiento y senescentes que las maduras y marchitas, por su alto contenido de azúcares y aminoácidos (Richards y Davies, 1984; Kennedy, 1997). Los aminoácidos son esenciales para el crecimiento, así los áfidos tienen que ingerir grandes cantidades hasta adquirir la suficiente proteína, lo que eleva aún más el efecto dañino a la planta hospedera (Dixon, 1985).

De ahí que los acezintles tiendan a incrementar su probabilidad de daño cuando la plaga prefiere áreas metabólicamente más activas; además Gillot (1995) reporta que muchas especies, cuando se alimentan, inyectan saliva que causa necrosis al tejido de la planta e indirectamente la hacen más susceptible para el ataque por patógenos, especialmente hongos y virus.

En general, los daños que los áfidos producen sobre su hospedera pueden ser substanciales, debido a la pérdida de biomasa y traslado de linfa, transmisión de infecciones virales y fúngicas. Por otro lado los individuos de una población de árboles son generalmente muy variables en calidad. La razón por la que ciertos individuos son más resistentes a los ataques de parásitos no está claro, pero está probablemente relacionado al estado general y a la viabilidad de los recursos del árbol; árboles fuertes pueden más fácilmente producir sistemas de defensa químicos o fisiológicos (Archetti, 2000).

Por un lado, mientras que el ataque de la plaga es frecuentemente la causa de reducir el rango de crecimiento de la planta, éste puede asimismo influir tanto en la probabilidad como las consecuencias del ataque de otros insectos, además las plantas que tienen crecimiento lento por razón de su edad o las condiciones del suelo en su microhábitat particular, pueden ser más propensas al ataque de insectos o pueden sufrir grandes pérdidas de funcionamiento con cada insecto que soportan (Crawley, 1989).

Por lo que todas estas condiciones expuestas hacen que la susceptibilidad de la población de acezintle a presentar un daño cada vez mayor sea evidente, puesto que la diversidad de fitófagos que constituye a la fauna acompañante fue considerable, ya que durante el presente estudio se observaron: hemípteros (por ejemplo *Stenomacra marginella*), homópteros (*Hoplophorion monogramma*), otra especie de áfido (*Peryphyllus negundinis*) y ácaros fitófagos, entre otros. Así como también hay que considerar que el área de estudio (Campus Iztacala) no es un ambiente natural por lo que la calidad del suelo y la presencia de contaminación son otros de los factores importantes que influyen en el óptimo crecimiento de éstos árboles.

Esto sucede porque en algunos casos, la acción de agentes abióticos genera alteraciones en el desarrollo de las plantas, que pueden manifestarse con síntomas similares a los producidos por organismos dañinos. Estos problemas proceden de los dos medios en los que se desarrolla la planta: el aire y el suelo (Villalva, 1996).

Los árboles están frecuentemente bajo mayor estrés en áreas urbanas que naturales por el aumento de temperatura, compactación del suelo, zonas radiculares restringidas, y variación en la intensidad de la luz y viento, provocado por los edificios y pavimento. Este estrés más la falta de humedad, rompe raíces y seca el follaje; incrementa los nutrientes solubles de las plantas y reduce la producción de compuestos secundarios importantes como defensas ante herbívoros. También altera el equilibrio entre los insectos plaga y niveles tróficos superiores.

Al alterar la diversidad de las plantas, introduciendo otras, contaminando el ambiente, y someterlas a estrés; se provoca un incremento en la distribución y abundancia de insectos considerados como plaga (Dreistadt, *et al.* 1990).

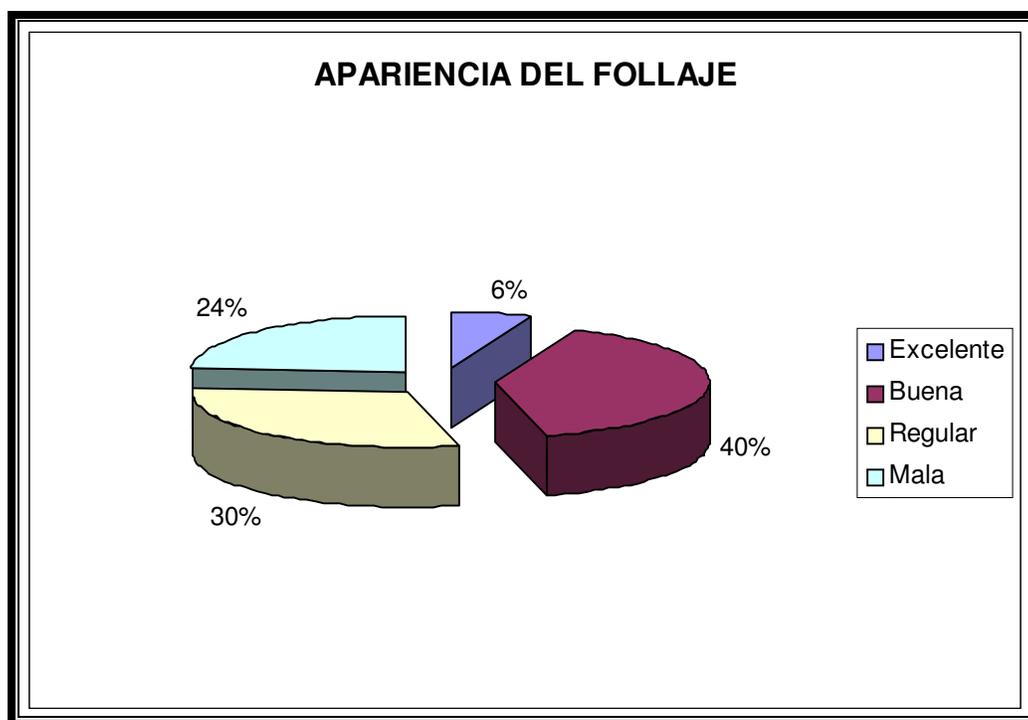


FIG 10. Datos obtenidos del censo fitosanitario donde se resalta el porcentaje de *A. negundo* que presentan alguna imperfección a la vista.

8. CONCLUSIONES

- ↯ *Drepanosiphum braggii* se comportó como especie holocíclica monoécica, que se desarrolló sobre su hospedante el *Acer negundo*.
- ↯ En el ciclo biológico generacional de *D. braggii* bajo condiciones naturales, las fundatrices emergieron desde enero, mientras que en condiciones urbanas se ve desfasado hasta el mes de marzo, por la falta de recursos.
- ↯ De las formas biológicas obtenidas tanto en condiciones urbanas como naturales destaca que la fundatrix fue más grande que la vivípara alada y presentó una mancha en los fémures del par metatorácico, la ovípara fue áptera con abdomen más alargado y el macho es el de menor tamaño, alado y con bandas transversales sobre el abdomen.
- ↯ El comportamiento poblacional de *D. braggii* bajo condiciones urbanas fue del tipo cíclico
- ↯ De los enemigos naturales, la variedad de depredadores fueron básicamente coccinélidos, crisópidos, chinches y arañas. De los coccinélidos no se había registrado *Mulsantina picta minor*.
- ↯ Se obtuvo un nuevo registro de parasitoide *Trioxys* (Hymenoptera:Aphidiidae)
- ↯ Se registró por primera ocasión el hiperparasito *Asaphes* (Hymenoptera:Encyrtidae).
- ↯ El parasitoide e hiperparasitoide se localizaron sólo en la Cañada de Contreras, Del. Magdalena Contreras.
- ↯ La incidencia del pulgón *D. braggii* sobre el arbolado de *Acer* del Campus Iztacala no es tan severa; sin embargo, la falta de un manejo integrado propicia la potencialidad de adquirir el estatus de plaga.

9. LITERATURA CITADA

- Anderson, R.M., D.M. Gordon., M.J. Crawley y M.P. Hassell. 1982. **Variability in the abundance of animal and plant species.** Nature. 296, 245-248.
- Archetti, M. 2000. **The Origin of Autumn Colours by Coevolution.** J. theor. Biol. 205, 625-630.
- Barnes, R.D. 1989. **Zoología de los invertebrados.** 5ª. Edición. Interamericana Mc Graw Hill. México . 957 pp.
- Blackman, R.L., Eastop, V.F. 1994. **Aphids on the World's Trees: an identification and information guide.** CAB International.
- Borror, D.J., Ch. A. Triplehorn y N.F. Johnson. 1989. **An introduction to the Study of Insects.** 5a. ed. Ed. Harcourt Brace College Publishrs. E.U. 875 pp.
- Bowers, W. S. 1972. **Aphid alarm pheromone: Isolation, Identification, Synthesis.** Science: 77.
- Campbell, A., B.D. Frazer. 1974. **Temperature requirements of some aphids and their parasites.** Journal of Applied Ecology. 11, 431-438.
- CETENAL. 1976a. **Carta topográfica: Villa de Allende E-14 A-36.** Escala 1:50 000. México.
- CETENAL. 1976b. **Carta edafológica: Villa de Allende E-14 A-36.** Escala 1:50 000. México.
- CETENAL. 1982b. **Carta topográfica: Ciudad de México E-14 A-39.** Escala 1:50 000. México.
- CETENAL. 1982a. **Carta edafológica: Ciudad de México E-14 A-39.** Escala 1:50 000. México.
- CETENAL. 1982c. **Carta topográfica: Cuautitlán E-14 A-29.** Escala 1:50 000. México.
- Cibrián, T.D., M.T. Méndez, B.R. Campos, H.O. Yates, L.J. Flores. 1995. **Insectos Forestales de México.** Universidad Autónoma Chapingo. México. 453 pp.
- Coulson, R:N: y J.A. Witter, 1990. **Entomología Forestal: Ecología y control.** Limusa. México. 751 pp.
- Crawley, M.J. 1989. **Insect Herbivores and Plant Population Dynamics.** Anu. Rev. Inc. 34: 531-564.
- Cuellar, O. 1977. **Animal Parthenogenesis.** Science. 197, 837-843.
- Daly, H.V., J.T. Doyen, A. H. Purcell III. 1998. **Introduction to Insect Biology and Diversity.** 2a. ed. Oxford University Press. Estados Unidos. pp. 680.
- De la Fuente, J. A. 1994. **Zoología de Artrópodos.** Interamericana Mc Graw Hill. España. p. 538-554.
- Denno, R. F., y G. K. Roderick. 1990. **Population Biology of Planthoppers.** Ann. Rev. Entomol. 35, 489-520.
- Department of Agriculture, 1920. **Generic Classification of the Hemipterous: Family Aphididae.** E.U. Bulletin 829: 109 pp.
- Dixon, A.F. G. 1985. **Aphid Ecology.** Blackie. Chapman and Hall. E.U. 157 pp.
- Dixon, A.F.G. 1985. **Structura of Aphid Populations.** Ann. Rev. Ent. 30, 155-174.
- Dixon , A.F.G. 1998. **Aphid Ecology: An optimization approach.** Chapman & Hall. Gran Bretaña. pp. 299.
- Dreistadt, S.H., D.L. Dahlsten., G. W. Frankie. 1990. **Urban Forests and Insect Ecology: complex interactions among trees, insects, and people.** Bioscience. 40: 3.
- Eastop, V. F. y D.H. Ris. 1976. **Survey of the World's Aphids.** Publishers Tha hague. Francia. 573 pp.
- García, E. 1988. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen.** Offset Larios. México. 221 pp.
- García,G.J. 1994. **Biología y control de plagas urbanas.** Interamericana McGraw Hill. México.
- Gillette, C.P. 1907. **New species of Colorado Aphididae: with notes upon their life habits.** Canad. Ent. 39:389-396.
- Gillette, C.P. y M.A. Palmer. 1931. **The Aphididae of Colporado: Part I.** Ann. Ent. Soc. Am. 24: 827-934.

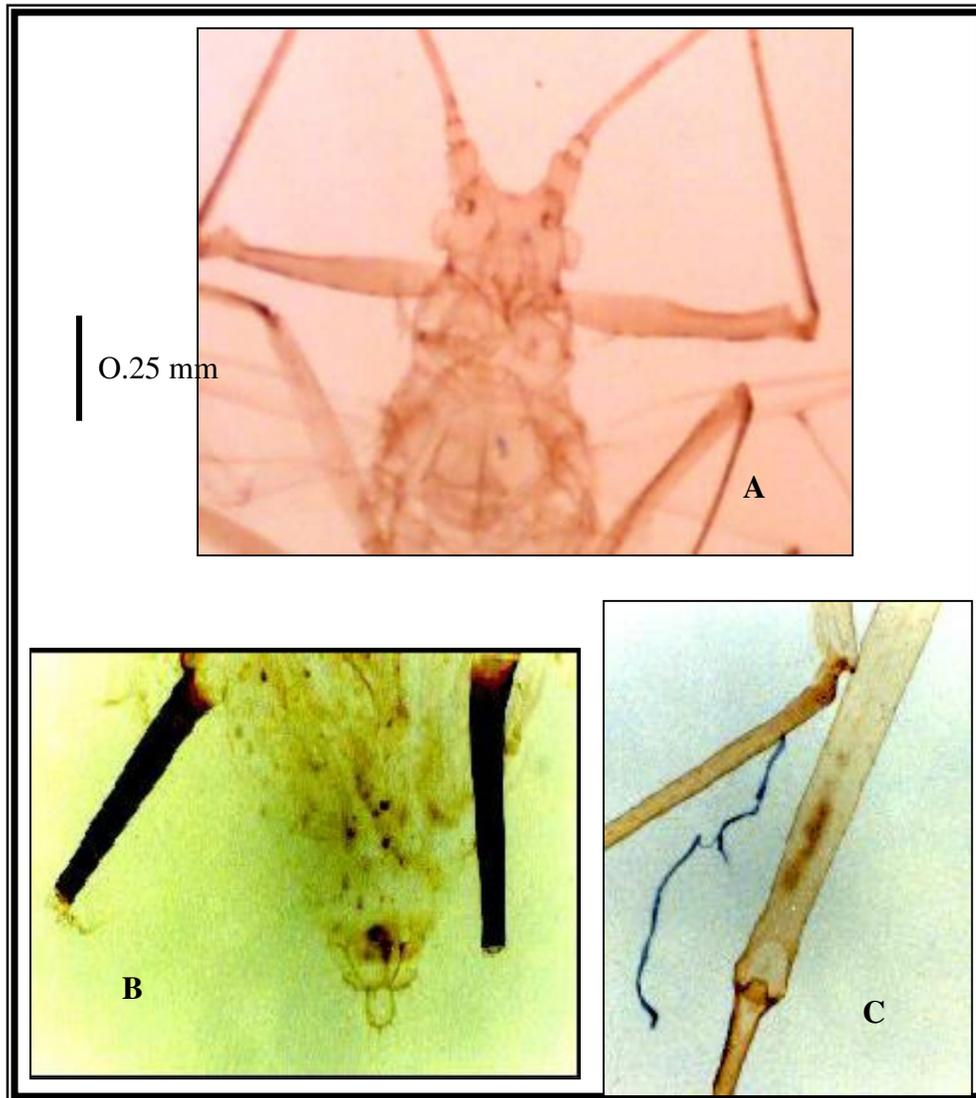
- Gillot, C. 1995. **Entomology**. 2a. ed. Plenum Press. Estados Unidos. 748 pp.
- Hartnett, D.C. y F.A. Bazzaz. 1984. **Leaf Demography and Plant-Insect interactions: Goldenrods and Phloem-Feeding aphids**. *Am. Nat.* 124: 137-142.
- Holman, J. 1974. **Los áfidos de Cuba**. Organismos-Instituto Cubano del Libro. Cuba. 304 pp.
- Ibarra R., J.E. y H. González. 1980. **Fluctuaciones poblacionales de los estados de desarrollo de la palomilla de la manzana, *Laspeyresia pomonella* (L.) en Santiago, N. L.** Centro de Investigaciones Biológicas, DIC y UANL, México. XV Congreso Nacional de Entomología (Biología, Ecología y Comportamiento). *Folia entomológica* (45):56.
- Jáuregui, O.E. 1987. **Climas: Atlas de la Ciudad de México**. Departamento del Distrito Federal. México. p. 37.
- Jolivet, P. 1998. **Interrelationship between Insect and Plants**. CRC press. E.U. 309 pp.
- Karl, V., P. D. Hurd y D.R.Smith. 1979. **Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico**. Vol. 3. Smithsonian Institution Press. E.U. 570 pp.
- Kennedy, J.S. y J. Brady. 1997. **A Clear Thinket in Behaviors Confused World**. 42: 1-22.
- Kring, J.B. 1972 **Flight Behavior of Aphids**. *Ann. Rev. Ent.* 17: 461-491.
- Krombein, K. V., Paul D. Hurd, Jr., David R. Smith. 1979. **Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico**. Vol. 3. Indexes. Smithsonian Institution Press. E.U.
- Llorente, B.J., A. García, E. González. **Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México**. UNAM. México. 660 pp.
- Lomelí, F.J.R 1993. **Hymenopteros Parasitoides de Áfidos en México**. Tesis para obtener el título de Biólogo. I.P.N. México. 148 pp.
- Lomelí, F.J.R y R. Peña M. 2001. **Lista de los Himenópteros Parasitoides de Áfidos (Homoptera: Aphididae) de México**. ENCB. México. p 77- 91(En: Vargas, *et al.*2001).
- Martínez, C.M. J. Ramírez., T. Alvarez. 1991. **Variación intrapoblacional e Interpoblacional**. *Acta Zoológica Mexicana*. 47: 1-51
- Martínez, G.L., H.A. Chacalo, 1994. **Los árboles de la Ciudad de México**. UAM. México. 351 pp.
- Martínez, M., 1979. **Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas**. Fondo de Cultura Económica. México. 1218 pp.
- Martínez, M. y E. Matuda. 1979. **Flora del Estado de México**. Tomo 1. Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. México. 478 pp.
- Menchaca, R.A.M. 1996. **Insectos que atacan al arbolado urbano de la Ciudad de México; su área conurbada**. Tesis de Licenciatura. E. N.C. B. I.P.N.México. 112 pp.
- Mondragón, J.A. 1999. **Donato Guerra. Monografía Municipal**. Instituto Mexiquense de Cultura. México. 162 pp.
- Morón, N.A., R.A. Terrón. 1988. **Entomología práctica**. Instituto de Ecología. México.
- Morrone, J.J. *et al.* 2002. **Mexican Biogeographic Provinces: Preliminary Scheme, General Characterizations, and Synonimies**. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83-108.
- Muñoz, V. A.L. 1985. **Estudio sobre los áfidos (Homoptera:Aphididae) asociados a Tejocote silvestre (*Crataegus pubescens* (H.B.K.) Steud.) en la zona Norte de la Sierra Nevada, Pue.** Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. México. 101 pp.
- Nieto, N.J., D.M. Mier, G. Remaudiere. 1997. **Les noms taxa du groupe-famille chez les Aphididae: Hemiptera**. *Revue. Fr. Ent.* 19 (3-4): 77-92.
- Olvera, M.A.1995. **Enemigos Naturales de Áfidos en México**. Ensayo bibliográfico que para obtener el título de Biólogo. I.P.N. México. 76 pp.
- Palmer, M.A. 1952. **Aphids of the Rocky Mountain Region**. The A.B. Hirschfeld Press. Denver, Colorado. 452 pp.
- Peña, M.R. 1995. **Status of systematic information on the aphids of Mexico**. UNAM. México. 66 pp.

- Peña, M.R., M.J. Cervantes, F.J. Lomelí. 1992. **Afidos y sus enemigos naturales**. 3a. Semana de Investigación Científica. UAM. Xochimilco. México.
- Peña, M.R., R.R. Pazos, S.J. Macías, 1986. **Aphidoidea (Homoptera: Stenorrhyncha) del arbolado de la Ciudad de México. I. Identidad y Observaciones biológicas y ecológicas**. Resúmenes XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, N.L. 14-15 pp.
- Pickett, J.A., L.J. Wadhams y C. M. Woodcock. 1992. **The Chemical Ecology of Aphids**. Annu. Rev. Ent 37: 67-90
- Poly Software International. 1996. **ProStat Version 1.02 Windows 95**. Salt Lake City, U. T. U. S. A
- Poppy, G. M. 1997. **Tritrophic interactions: improving ecological understanding and biological control?**. Endeavour. 21(2): 61-64.
- Remaudière, G., R. Peña. 1981. **Contribución al conocimiento de los áfidos de México**. Inédito
- Remaudière, G. y M. Remaudière. 1997. **Catalogue del Aphididae du Monde**. Homoptera: Aphidoidea. Institut National de la Recherche Agronomique. París. 475 pp.
- Richards, O.W. y R.G. Davies. 1977. **IMSS' General Textbook of Entomology. Clasification and Biology**. Tenth edition. Chapman and Hall. London.
- Richards, O.W. y R.G. Davies. 1984. **Tratado de Entomología**. Omega España.
- Rodríguez, L.R. 1990. **Plagas Forestales y su Control en México**. Universidad Autónoma Chapingo. México. 217 pp.
- Ross, H.H. 1982. **Introducción a la Entomología General y Aplicada**. 5a. Ed. Omega. Barcelona. 536 pp.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. **Atlas Cultural de México. Flora**. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Grupo Editorial Planeta. México. 222 pp.
- Rzedowski, J. G.C. Rzedowski. 1985. **Flora Fanerogámica del Valle de México**. Vol. II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México. 674 pp.
- Sandoval, M. L. S. y F.J. Tapia. 2000. **Estudio dasonómico y dendrológico de las especies leñosas del Campus Iztacala- U.N.A.M. para una eficiente gestoría de las áreas verdes**. Tesis Licenciatura. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 123 pp.
- Sánchez, S.O. 1980. **La Flora del Valle de México**. 6a. edición. Herrero. México. 517 pp.
- Silvestre, J.M. 2001. **Contribución al conocimiento bioecológico de la chinche roja *Stenomacra marginella* Herrich Schaeffer (Hemiptera: Largidae en tres especies del arbolado del Campus Izatacala, Mexico: *Acer negundo* L., *Erythrina coralloides* D.C. y *Fraxinus uhdei* (Wenz) Ling**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, U.N.A.M. México. 61 pp.
- Tavera, S.J. 1996. **Biología y Ecología de Áfidos (Homoptera: Aphidoidea) en México**. Ensayo bibliográfico que para obtener el título de Biólogo por la opción de seminario de titulación. Temas Selectos de Ecología Aplicada. IPN-ENCB. México.
- Timothy, D. S. 2000. **Insect Ecology**. Academic Press. Estados Unidos. pp 481.
- Trueba, E.V. 1993. **Diagnóstico fitosanitario de seis especies arbóreas del Campus Chapingo, U.A.Ch. y una propuesta para su manejo**. Tesis de Licenciatura. U.A.Ch. México. 68 pp.
- Vargas, M., Polanco, O.J., Zuñiga, G. 2001. **Contribuciones entomológicas**. Instituto Politécnico Nacional. ENCB. México.
- Villalva, Q.S. 1996. **Plagas y enfermedades de jardines**. Mundi-Prensa. España. 192 pp.
- Young, J.P. 1981. **Sib Competition can favour sex in two ways**. Journal of Theoretical Biology. 88: 755-756.

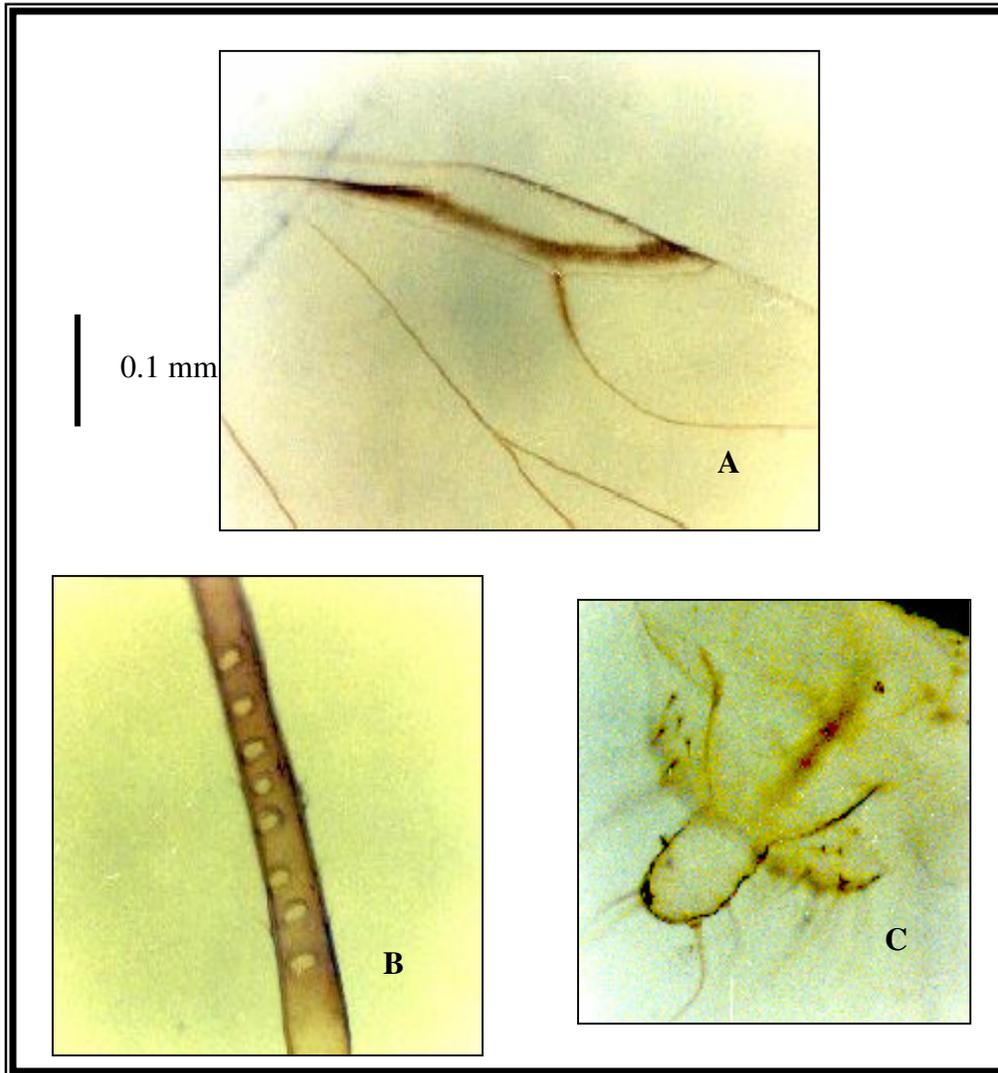
10. ANEXOS

ANEXO A. Criterio propuesto por Trueba (1993) para evaluar el estado fitosanitario de las especies arbóreas.

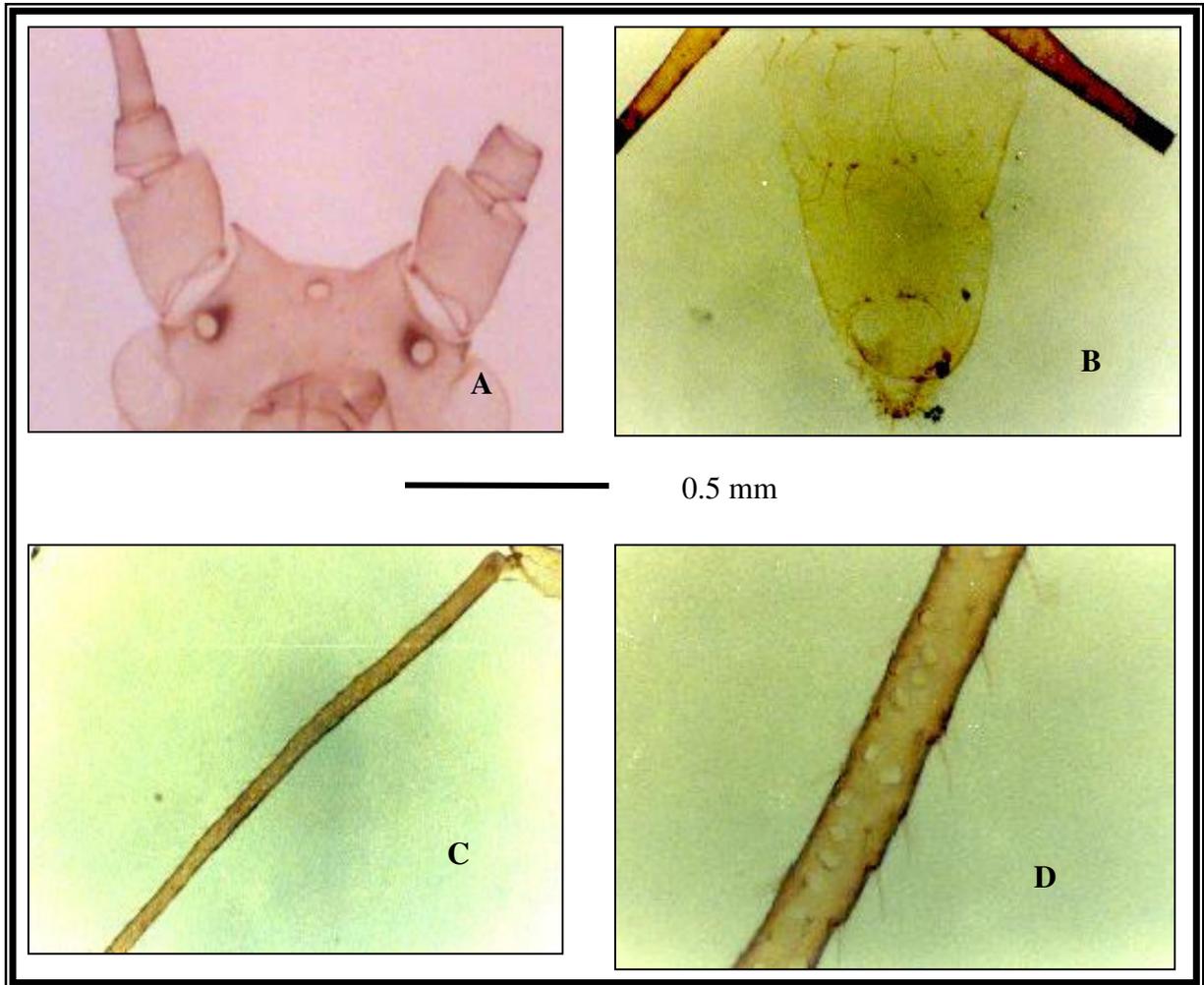
VAIO R	ESIADO	APARENCIA
APARIENCIA ESTÉTICA		
0	Excelente	Sano, conformación casi perfecta
1	Bueno	Alguna deficiencia o daño ligero
2	Regular	Deficiencia marcada y/o daño
3	Mala	Totalmente enfermo y conformación pésima
COPA		
0	Sano	
1	Menos del 50%	
2	Más del 50%	
BROTOS		
0	Excelente	Brillantes sin problema
1	Brillantes	Brillantes y vivos
2	Muertos	
FOLLAJE		
0	Excelente	
1	Bueno	Alguna imperfección a la vista
2	Regular	La mitad del follaje con imperfecciones
3	Mala	Follaje desagradable a la vista
FUSTE		
0	Normal	Sin daño
1	Daño inferior	
2	Daño medio	
3	Daño superior	
RAMAS		
0	Excelente	Sanas sin daño
1	Buena	Algunas con daño mecánico o enfermedad
2	Regular	La mitad con daño
3	Mala	Más del 75% con daño

ANEXO C. FOTOGRAFÍAS DE LAS DIFERENTES FORMAS DE VIDA DE *D. braggii*.

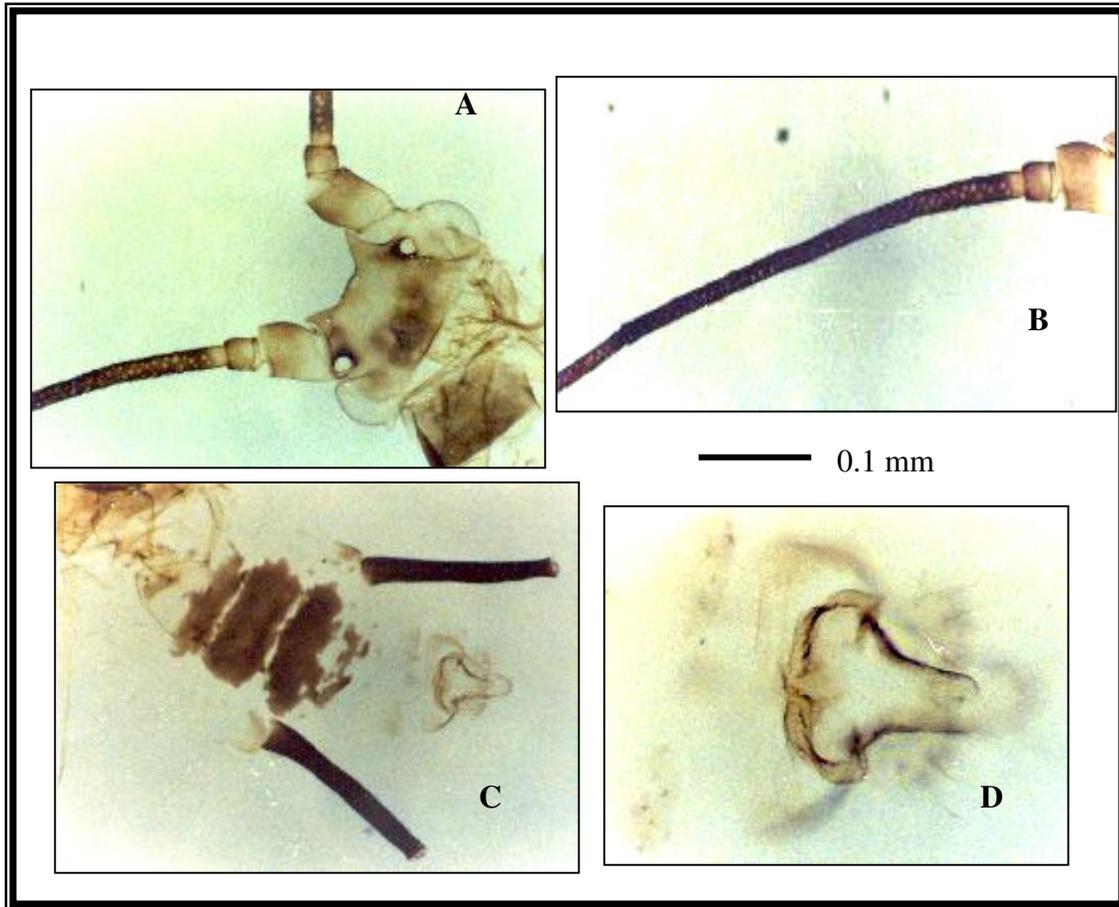
FOTOGRAFIA 1. FUNDATRIZ (20 X) A. Cabeza y tórax, B. Abdomen se observan los cornículos y la cauda , C. Mancha característica en el fémur de los apéndices metatorácicos.



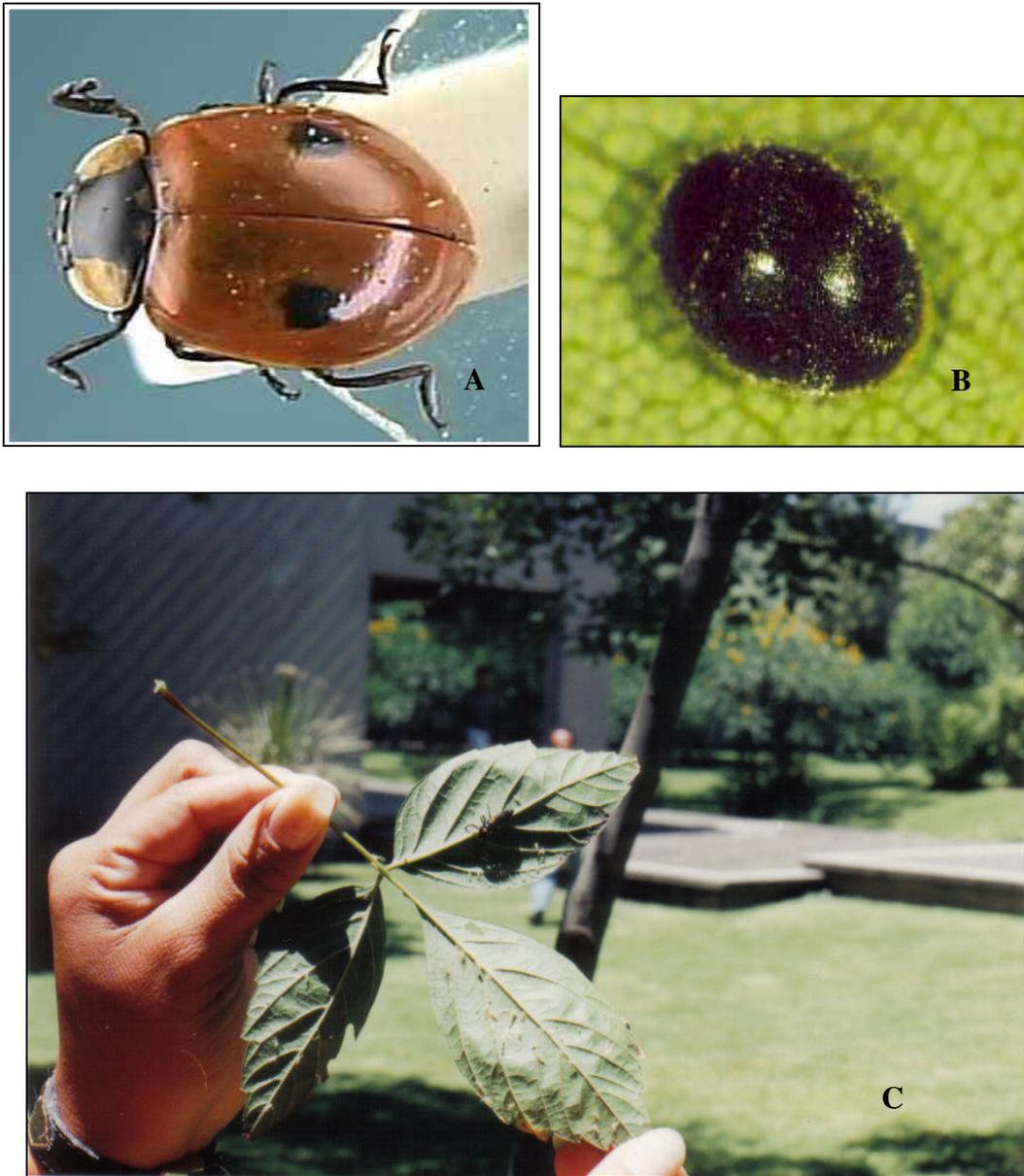
FOTOGRAFIA 2. ALADA PARTENOGENETICA. A. Ala, resaltando el estigma de borde oscuro (20 X), **B.** Sensorios en el antenómero III (62X), **C.** Cauda (62X).



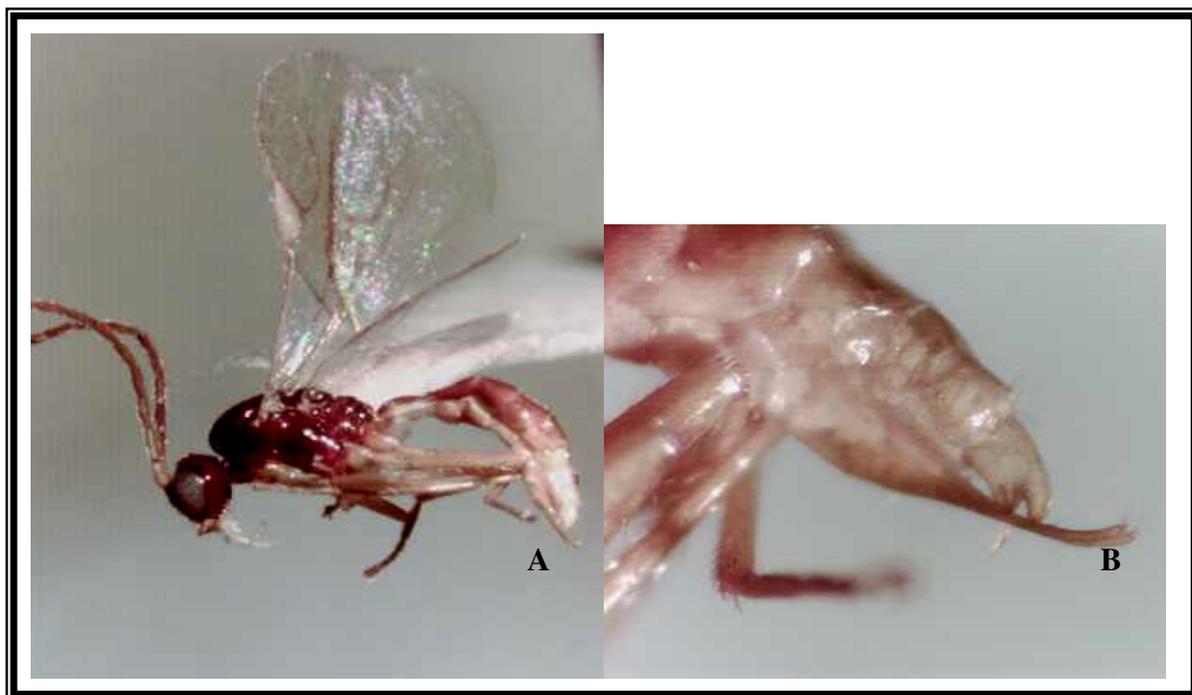
FOTOGRAFIA 3. HEMBRA OVIPARA. (20X) **A.** Cabeza, donde los tubérculos frontales y vertex no son tan pronunciados como en la alada partenogenética, **B.** Cornículos y cauda, se nota el alargamiento de los últimos segmentos abdominales, **C y D.** Sensorias en las tibias de los apéndices posteriores.



FOTOGRAFIA 4. MACHO. (20 X) **A.** Cabeza, **B.** Antenómeros III y IV portando gran cantidad de sensorios, **C.** Abdomen y cornículos, resaltan las bandas transversales, **D.** Cauda y gonapófisis.



FOTOGRAFIA 5. DEPREDADORES DE *Drepanosiphum braggii*. A. *Adalia bipunctata*, B. *Scymnus* sp. C. Larva de coccinélido alimentándose con pulgones *D. braggii*.



FOTOGRAFIA 6. Avispita parasitoide de *D. braggii* perteneciente al género *Trioxys*, recolectada en la localidad de El Salto, Donato Guerra. A. Vista general del parasitoide. B. Acercamiento que muestra el ovipositor de la avispa.



FOTOGRAFIA 7. Hiperparásito de *Drepanosiphum braggii* localizado en El Salto, Donato Guerra, perteneciente al género *Asaphes* Walker.