



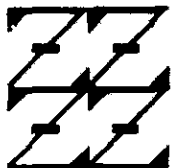
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA  
CARRERA DE BIOLOGÍA

*Prociphilus (Meliorhizophagus) fraxinifolii* (Riley).  
(HOMOPTERA: APHIDIDAE), SU MORFOLOGÍA Y  
ALGUNOS ASPECTOS BIOLÓGICOS EN  
XOCHIMILCO, D.F.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L O G A  
P R E S E N T A  
SILVIA ERIKA PEREZ PARRA

U N A M  
F E S  
Z A R A G O Z A



LO HUNDIDO EJE  
DE NUESTRA REFLEXIÓN

MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

27 7954



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.

***Tesis realizada en el Laboratorio de Entomología del Departamento  
de Zoología de la ENCB-IPN, dentro de los Proyectos:  
Colección de insectos de importancia forestal DEPI- 892246 y  
Colección Aphidoidea (Insecta: Homoptera) de México DEPI-970530  
Bajo la dirección de la M. en C. María Rebeca Peña Martínez.***

*uno no siempre hace lo que quiere  
uno no siempre puede  
pero tiene el derecho de no hacer  
lo que no quiere*

*Mario Benedetti.*

## DEDICATORIA

Masaru *kun* to Hiromi *chan*:

La vida es un reto que deben enfrentar.

Con disposición plena, ir respondiendo a cada uno de los compromisos que acepten como propios. Para mí, fácil no ha sido. Junto con su padre hemos emprendido ya muchos proyectos, algunos, todavía inconclusos. Esta tesis es uno de los proyectos que juntos hemos podido terminar. El único legado que podemos dejarles es el ánimo de aprender y poder resolver poco a poco las preguntas que ustedes mismos puedan hacer y tener por entendido el poder resolver.

Mararu, Hiromi deseo que tengan la paciencia y sabiduría para poder conciliar las dos culturas de las que ya son parte de ustedes.

Dai suki."  
Haha yori.

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante el desarrollo de mis estudios profesionales han participado profesores, asesores, apreciables amigos, que han encaminado e impulsado hasta llegar a la presentación de la presente tesis. Es mi deseo expresar mi reconocimiento, muy en especial.

A la M. en C. Ma. Rebeca Peña Martínez por su asesoría. Por mostrarme a través de su visión y optimismo el mundo fascinante de los áfidos, por su apoyo y amistad, que junto a su esposo el M. en C. José Luis García Calderón me brindaron orientación en mi formación profesional.

Al Dr. Isaias H. Salgado Ugarte. Por la revisión de los datos numéricos y su ayuda e introducción al Análisis Exploratorio de Datos. También le agradezco al gran amigo. A ti, tu familia, Mitsui y Mima todos vosotros sois fabulosos.

A la M. en C. Ma. de las Mercedes Luna Reyes por el acceso al Museo de Zoología. Agradezco la revisión de la tesis como sinodal, como persona su apoyo, amistad que con su calidez ha podido ser un aliciente hasta la presentación de esta tesis. Quiero hacer extensivo este agradecimiento al M. en C. Francisco Ramos Duran, a Mariana y Daniela.

A la Biol. Ma. del Carmen Salgado Merediz, como parte de sinodales agradezco la revisión del trabajo. Dentro de mi desarrollo profesional tuve la oportunidad de conocerla como profesora de asignatura. Fue el primer acercamiento a los insectos y más valioso que ello, aprendí que la fortaleza del espíritu es imprescindible para alcanzar una meta. Como profesional, persona, como mujer de las más admirables que he conocido.

Al Dr. Manuel F. Rico Bernal, que ha creído en nosotros, su gran calidez humana. Gracias a su apoyo y experiencia fuera del marco de las aulas. Agradezco su revisión y comentarios.

Al Dr. Mario Ishiki Ishihara, por su participación constante, y su juicio siempre crítico. Agradecerle el poder compartir juntos esta experiencia que es la vida. Por la ayuda para la identificación del material botánico. Por el patrocinio incondicional al trabajo. "Domo arigatoo gozaimasta".

Al Dr. Clyde Smith. Por la comunicación establecida facilitándome material para comparación, por sus palabras de entusiasmo, su "believe me". Lamento realmente no haberle creído.

Al Dr. Robert L. Crocker, a él tantas cosas que agradecerle, desde revisiones bibliográficas, ponerme en contacto con la Sociedad Entomológica Americana y ser interlocutor con el Dr. Smith. Por su apoyo, asesoría y revisión del manuscrito, por su ánimo siempre constante. "I'm very glad that I know you, and I appreciate all of your help very much".

A los entomólogos Dr. Héctor González del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados y el Biol. Antonio Marín Jarrillo del INIFAP-Celaya Gto. por la identificación de ejemplares colectados en este trabajo.

Al Dr. J. Rzewowski, por sus comentarios y orientación sobre el fresno para poder identificarlo.

Al Dr. Thomas L. Wendt, que pese a su negativa y por no ser especialista de la familia Oleacea me ayudó a identificar el fresno.

A la Dra. Belén Estébanes Pérez, por las horas en el SEM, y con su entusiasmo, hicimos funcionar una cámara de punto crítico obsoleta, por su calidez humana, por compartir con mi familia y aprender lo fabuloso de ser hispanos.

A los compañeros que iniciaron al igual que yo sus tesis en el Laboratorio de Entomología de la ENCB-IPN M. en C. Lorena Ruíz Montoya y M. en C. J. Refugio Lomelí Flores. Compartíamos momentos de discusión ayuda en todas las faenas. Con la mayor dicha que a mi retorno, no solamente han concluido y presentado sus tesis de licenciatura sino las de maestría.

Iguualmente deseo expresar mi gratitud a las Instituciones que me han permitido el acceso a sus instalaciones para el desarrollo de este trabajo.

El Laboratorio de Entomología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Al Museo de Zoología de la FES-Zaragoza, UNAM. A la Universidad de Hiroshima (Japón) por el acceso al microscopio electrónico de Barrido (SEM) y laboratorio de fotografía. A los ingenieros Osaki y Watanabe de Satake Corporation (Higashi-Hiroshima, Japón) por el uso de sus instalaciones en el laboratorio. A los Herbarios de MEXU y CHAPA.

# CONTENIDO

	Página
CONTENIDO	i
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE TABLAS	iv
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. OBJETIVOS	4
III. ANTECEDENTES	5
<b>HOSPEDERO</b>	5
Clasificación del fresno	6
Descripción botánica	7
<b>GENERALIDADES DE LOS APHIDOIDEA</b>	8
Sistemática	8
Biología y ciclos biológicos	11
Morfotipos	16
Fundatrix	17
Hembras vivíparas ápteras y aladas	18
Sexúparas, Ginóparas, Angrópara	18
Sexuales (machos y hembras)	19
Morfología	20
Estructura general	20
Cabeza	22
Ojos, triommatidio y ocelo	24
Antenas	24
Clípeo y rostro	26
Tórax	27
Patas	27
Alas	27
Abdomen	28
Placas anal y genital	29
Sifúnculos	30
Cauda	31
Genitales externos	31
Espiráculos	31
Seda	32
Glándulas cerígenas y exudados cerígenos	34



Dispersión y migración	34
Daños causados por los Aphidoidea	36
Mecanismo de alimentación y formación de agallas	37
Enemigos Naturales	40
Patógenos de pulgones	43
DESCRIPCION DEL PULGON DEL FRESNO	44
Descripción de Palmer (1952)	44
Descripción para el género <i>Meliarizophagus</i> por Smith (1974)	44
Descripción de Kono (1977)	45
Descripción de Blackman & Eastop (1994)	47
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	48
V. METODOLOGIA	50
Muestreo	50
Técnicas de gabinete	52
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	55
Identificación del pulgón del fresno	55
Descripción morfológica	55
Descripción del ciclo biológico	60
Aspectos ecológicos	62
Distribución espacial	62
Distribución temporal	64
Movilidad de ninfas	67
Estimación del daño provocado por la infestación de áfidos	69
Entomofauna presente en el fresno y su relación con	
<i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i>	70
Enemigos naturales	70
Depredadores	70
Parasitoides y patógenos	73
Fitófagos	75
Inventario florístico	75
VII. CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFIA	80
APENDICE 1	90
APENDICE 2	91

## INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Distribución de la Familia Oleaceae en el D.F.	5
2. <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzing) Lindelsheim.	7
3. Ciclo biológico de <i>Thecabius affinis</i> (Kaltenbach) en <i>Populus nigra</i> L.	16
4. Esquema general. Aptero.	21
5. Esquema general. Alado.	22
6. Esquema de tipos de cabezas.	23
7. Esquema de ojo triomatófido y ocelo.	24
8. Esquema de algunos tipos de antenas.	25
9. Esquema del último artejo rostral.	26
10. Esquema general de las alas de pulgones.	28
11. Esquema del abdomen, <i>Lachnus tropicalis</i> (Van der Goot) vista ventral.	28
12. Esquema de la parte terminal del abdomen.	29
13. Esquema de tipos de sífinculos.	30
14. Esquema de tipos de espiráculos.	32
15. Esquema de tipos de sedas.	33
16. Esquema de tipos de glándulas cerígenas.	34
17. Larva de sífido devorando un pulgón.	42
18. Morfología del pulgón del fresno.	46
19. Ubicación de la zona de estudio.	48
20. Mediciones.	53
21. Esquema de <i>Prociphilus</i> ( <i>Meliarhizophagus</i> ) <i>fraxinifolii</i> (Riley).	55
22. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) de los Artejos antenaes IV y V de hembra vivípara alada de <i>Prociphilus</i> ( <i>M.</i> ) <i>fraxinifolii</i> (Riley).	58
23. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) del Artejo antenaes IV de hembra vivípara alada de <i>Prociphilus</i> ( <i>M.</i> ) <i>fraxinifolii</i> (Riley).	58
24. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) del Mesotórax de hembra vivípara alada de <i>Prociphilus</i> ( <i>M.</i> ) <i>fraxinifolii</i> (Riley).	59
25. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) de Glándula cerígena del Mesotórax de hembra vivípara alada de <i>Prociphilus</i> ( <i>M.</i> ) <i>fraxinifolii</i> (Riley).	60

26. Ciclo biológico de <i>Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii</i> (Riley) en <i>Fraxinus uhdei</i> .	61
27. Disposición espacial de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley).	63
28. Disposición espacial de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) sobre <i>Fraxinus uhdei</i> en Xochimilco, D.F. México. (Ley de Taylor).	63
29. Fluctuación poblacional de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley).	65
30. Fluctuación poblacional de ninfas de alados y adultos de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) <i>Fraxinus uhdei</i> en Xochimilco, D.F.	66
31. Movilidad de ninfas de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) por horario, en el tronco de <i>Fraxinus uhdei</i> , Xochimilco D.F. México.	68
32. Movilidad de ninfas de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) por punto cardinal, en el tronco de <i>Fraxinus uhdei</i> , Xochimilco D.F. México.	68
33. Diferencia de crecimiento en DAP de <i>Fraxinus uhdei</i> con infestación por <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) (Presente) y no infestados (Ausente).	69
34. Fluctuación poblacional de coccinélidos depredadores de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) (en escala logarítmica) en <i>Fraxinus uhdei</i> , Xochimilco D.F.	71
35. Relación cuadrática entre el número total de pulgones y el número total de depredadores por muestra en <i>Fraxinus uhdei</i> en Xochimilco D.F. México.	72
36. Distribución del número de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) parasitados e infestados por hongos.	74

## INDICE DE TABLAS

	Página
1. Clasificación por Shaposhnikov (1964).	9
2. Clasificación por Heie (1980).	10
3. Grupos de organismos aliófilagos.	40
4. Uso de suelo para la Delegación Xochimilco, D.F.	49
5. Relación de fechas de colecta.	50
6. Mortometría de <i>Prociphilus (M.) fraxinifolii</i> (Riley) sobre <i>Fraxinus uhdei</i>	92

## RESUMEN

Los fresnos (*Fraxinus sp.*) son empleados como elementos de ornato tradicionales en la ciudad de México, así como álamos (*Populus spp.*) y sauces (*Salix spp.*), entre otros. Estas especies arbóreas constituyen elementos importantes en las áreas verdes urbanas; parques, plazas, jardines y alamedas.

Los fresnos son hospederos primarios de varias especies de áfidos o pulgones pertenecientes al género *Prociphilus* (subfamilia Pemphiginae) con la excepción de *Myzus beibienkoi* Narzikulov que pertenece a la subfamilia Aphidinae (Blackman & Eastop, 1994).

En *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim se pueden observar en su follaje "pseudoagallas", originadas por colonias de pulgones. Los efectos acumulativos de la infestación de este pulgón a través de varias generaciones anuales llegan a ser un problema fitosanitario.

Este estudio se llevó a cabo con el fin de: identificar al pulgón del fresno, describir su morfología para los distintos morfotipos, conocer su ciclo biológico y su disposición tanto espacial como temporal durante un ciclo anual de infestación. Evaluar los daños que provoca el pulgón al hospedero y determinar las relaciones de los pulgones con otros insectos, que están presentes en el fresno.

Los muestreos se realizaron en la Delegación Xochimilco, D.F. de abril a octubre de 1989. Posteriormente se hicieron observaciones y mediciones de los árboles para evaluar los daños ocasionados por la infestación del pulgón en 1991. Un grupo de 67 fresnos fue seleccionado con el propósito de observar los aspectos antes mencionados.

Se tomaron muestras de las ramas cada 15 días a diferentes estratos; alto, medio y bajo. Las muestras se colectaron por duplicado, un grupo de estas se sometió a un tratamiento térmico. Los ejemplares muertos de este grupo se fijaron en etanol para su posterior conteo y poder determinar los morfotipos en el ciclo biológico. El duplicado de las muestras se colocó en bolsas de malla fina para identificación de la entomofauna presente así como su posible relación con los pulgones.

Se identificó como *Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (Riley) al pulgón que infesta a *Fraxinus uhdei*. Este pulgón pertenece a la subfamilia Pemphiginae y como es característico en este grupo, esta especie presenta varios morfotipos en un ciclo anual de generaciones. A partir de micromontajes, se tomaron las mediciones para

la caracterización de los morfotipos encontrados. Las particularidades morfológicas de esta especie se muestran en microfotografías en SEM. El ciclo biológico es holocíclico monoécico, es decir, tiene reproducción tanto sexual como asexual en el mismo hospedero. *P. fraxinifolii*, no tiene una preferencia por la infestación por estratos en el follaje. El arreglo espacial de las pseudoagallas en el árbol es uniforme. La curva de distribución temporal del pulgón del fresno es bimodal presentándose un pico de abundancia en primavera y otro en otoño. Este mismo patrón se presenta en la curva parcial para morfotipos alados, con una mayor abundancia en primavera para diseminación y establecimiento de colonias y en otoño para la producción de morfotipos sexuales. Las hembras vivíparas aladas de *P. fraxinifolii* presentan vuelos triviales, durante la primavera.

En primavera, se detectó en el tronco de los árboles, un movimiento ascendente tanto de las fundatrices como ninfas, desde las raíces hacia las hojas. Esta actividad se da en horarios diurnos sin que exista una diferencia significativa con la orientación en el tronco.

La diferencia de crecimiento de los árboles cuando no hay infestación es marcada. Los árboles juveniles son más susceptibles que los maduros a la infestación, registrándose una mortalidad del 8.9% en un período de dos años.

Como enemigos naturales de *P. fraxinifolii*, se determinaron nueve especies de insectos y por lo menos una especie de patógeno. Entre los depredadores se encontraron cinco especies de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) y una de neutróptero (Neuroptera: Chrysopidae). Se determinó que su presencia es un factor densodependiente. Otros depredadores fueron larvas de *Mesograpta sp.* (Diptera: Syrphidae) y *Leucopis sp.* (Diptera Chamaemyiidae). Los camémidos son parasitados por calcidoideos (Hymenoptera: Pteromalidae). *Ephedrus meliarhizophagi* Stary & Remaudière (Hymenoptera: Aphididae) fue la única especie parasitoide de *P. fraxinifolii*. Se estimó la mortalidad conjunta de áfidos por efecto del parasitoide y hongos entomofthorales. Se identificaron otros insectos presentes en el fresno y la relación que guarda con *P. fraxinifolii*. Se realizó un listado florístico de plantas aledañas a los fresnos, y los áfidos que las parasitan, estas especies que pueden ser huéspedes alternativos para la entomofauna benéfica.

## I. INTRODUCCION

Los áfidos o pulgones pertenecen al orden Homóptera y constituyen el grupo más interesante del orden, por sus particularidades biológicas (Pesson, 1951). Son considerados como el grupo entomológico más importante desde el punto de vista agronómico en un plano mundial (Leclant, 1978. citado por Remaudière & Autrique, 1985). No sólo por los daños directos por succión de savia e inyección de saliva tóxica, sino por ser importantes transmisores de virus. Poseen un gran potencial reproductivo, con tipos de reproducción sexual y asexual. Tienen una gran variabilidad génica, lo que los hace resistentes a condiciones adversas y les proporciona la capacidad de generar biotipos resistentes a plaguicidas (Eastop, 1977). El número de especies registrados para la superfamilia Aphidoidea es de aproximadamente 4,700 especies, pertenecientes a 493 géneros aceptados, (Remaudière & Remaudière, 1997). De estos, 1,758 especies incluidas en 270 géneros dependen para su alimentación en la totalidad o parte de su ciclo de biológico de especies leñosas (Blackman & Eastop, 1994).

Poseen una amplia distribución y su régimen alimenticio va de monófagos a polífagos, teniendo una gran adaptación para explotar al máximo el medio en el que viven. Tienen ciclos biológicos con alternancia de tipos de reproducción y de hospederos, presentando una diversidad de morfotipos (Peña-Martínez, 1989).

A pesar de su importancia, el conocimiento de los pulgones en México es escaso. Se han registrado cerca de 200 especies; de estas 50 son de importancia agrícola y 73 de interés forestal. El resto parasita plantas silvestres, de las cuales poco se conoce de su biología y los daños directos e indirectos no han sido evaluados con precisión (Peña-Martínez *et al*, 1985; Peña-Martínez, 1992). En este listado sólo aparecen mencionadas ocho especies de pemphiginos, entre ellas: *Prociphilus (Paraprociphilus) mexicanus* Remaudière & Muñoz (Remaudière & Muñoz, 1985) y *Meliarhizophagus fraxinifolii* (Riley). Esta última, hasta entonces no incluida como subgénero de *Prociphilus*. Solamente para *P. (P.) mexicanus* existe información biológica publicada (Remaudière & Muñoz, 1985) y ejemplares depositados en colecciones reconocidas.

Peña-Martínez (1985), considera a *Prociphilus (M.) fraxinifolii* como una de las especies que presenta reproducción sexual y asexual en la Ciudad de México. Hasta antes del presente estudio sólo se contaba con pocos ejemplares en colecciones y se carecía de información más precisa de aspectos morfológicos, biológicos y ecológicos. Información necesaria para llevar a cabo un manejo racional de estos insectos de importancia potencial en las zonas urbanas.

## **II. OBJETIVOS**

- 1. Identificar al pulgón del fresno; describir su morfología general y algunas de sus particularidades.**
- 2. Conocer el ciclo biológico o ciclo de generaciones del pulgón del fresno.**
- 3. Estudiar los siguientes aspectos de su ecología poblacional:**
  - a) Probar un método de muestreo para conocer su distribución espacial en el árbol.**
  - b) Examinar la estructura de la población por estadios.**
- 4. Estimar factores de mortalidad de los fresnos, en relación con la infestación del pulgón.**
- 5. Determinar la presencia de otros insectos en el fresno y su posible relación con el pulgón del fresno.**

### III. ANTECEDENTES

#### HOSPEDERO

Los fresnos son ampliamente empleados en la Ciudad de México, con fines de ornato, en parques y calzadas. La infusión de su corteza es popularmente empleado como febrifugo. La madera es fuerte y pesada, se usa principalmente en la elaboración de mangos de herramientas, remos etc. (Matuda & Martínez, 1979). Su importancia económica se hace evidente por las características anteriormente señaladas.

Reportes florísticos coinciden en registrar una sola especie de fresno *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim, Bot. Jahrb. Engler. 40:221. 1907. (Standley, 1982), en cuanto a su distribución dentro del Valle de México se registra de Tepozotlán a Xochimilco y de Otumba a Tlalmanalco en altitudes entre 2250 a 2800 msnm (Sánchez-Colon, 1985).

La distribución para el Distrito Federal, de acuerdo con Rapoport *et al* (1983) se muestra en la figura 1.

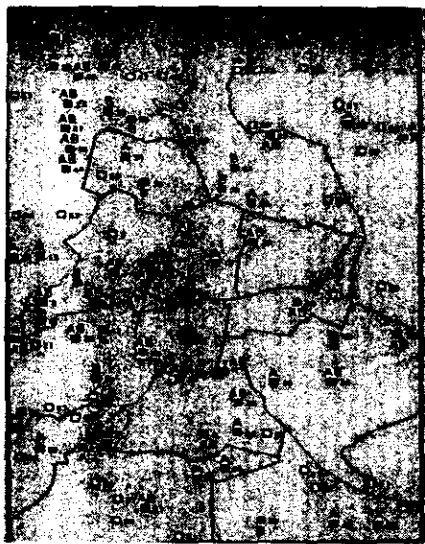


Figura 1. Distribución de la familia Oleaceae en el D.F.  
A. *Fraxinus uhdei* (Wenzig). Tomado de Rapoport *et al* (1983).



Rapoport *et al* (1983) y Sánchez-Colon (1985) en sus reportes florísticos coinciden en registrar para la familia Oleaceae a *Fraxinus uhdei* como única especie dentro el género con distribución en el D. F. y Valle de México, respectivamente.

En tanto que Martínez y Matuda (1979) reportan para la familia Oleaceae a *Fraxinus uhdei* y *Fraxinus viridis* var. *berlanderiana*.

La determinación de este grupo se basa en características de las semillas, las cuales se desarrollan hasta que el árbol ha alcanzado su madurez (aprox. 15 años).

### **Clasificación del fresno**

La familia Oleaceae comprende árboles y arbustos de alrededor de veinte géneros y de más de quinientas especies ampliamente distribuidas en regiones templadas y tropicales. Los árboles son empleados como ornamentales y en la fabricación de muebles, del género *Olea*, el olivo, es explotado por el aceite comestible que de este se produce (Bailey, 1975).

*Fraxinus uhdei* pertenece al género *Fraxinus* L. con cerca de 65 especies, originarias de las regiones templadas del Hemisferio Norte. En el Valle de México *Fraxinus uhdei* es la única especie reportada. En condiciones naturales, se desarrolla entre los 2250 a 2800 msnm, en microhábitats húmedos en cañadas y barrancas, como bosques mixtos o bosques mesófilos. Es una especie extensamente cultivada en muchas partes del país (Rzedowski & Rzedowski, 1985).

**División: Embryophyta**

**Subdivisión: Diplodialia**

**Clase: Magnoliatae (Dicotyledoneae)**

**Subclase: Asteridae (Cronquist, 1988)**

**Orden: Scrophulariales**

**Familia: Oleaceae**

**Género: *Fraxinus***

**Especie: *Fraxinus uhdei* (Wenzing) Lingelsheim**

### Descripción botánica

*Fraxinus uhdei* (Wenzling) Lindelsh. (Figura 2). Arbol dióico hasta de 25 metros de alto de corteza rugosa y estriada; hojas de 5 a 9 folíolos, casi sésiles a delgadamente peciolados, lanceolados, oblongo-lanceolados o elípticos, de 5 a 15 cm de largo, de 1.5 a 5 cm de ancho, ápice largamente atenuado, bordes finamente dentados o serrulados, base obtusa, redondeada o aguda, membranosos o algo engrosados, haz glabro, envés verde claro, generalmente a lo largo la nervadura media, pero grabro en el resto; panículas de 7 a 20 cm de largo, raramente más pequeñas, muy ramificadas laxas o densas; flores de un diminuto cáliz tetradentado, pétalos ausentes, las flores masculinas con dos estambres de 0.3 a 0.5 cm de largo, las femeninas con un pistilo de 0.4 a 0.7 cm de largo, estilo bifido, samara de 2.5 a 4 cm de largo, con un pequeño cuerpo oscuro más o menos cilíndrico, de alrededor de 0.7 cm de largo, con un ala de alrededor de 0.5 cm de ancho, obtusa algo emarginada en el ápice (Sánchez-Colón, 1985).

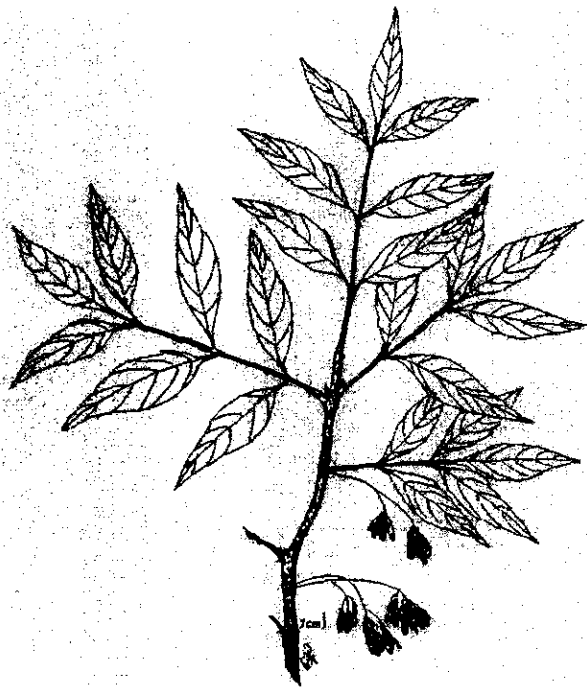


Figura 2. *Fraxinus uhdei* (Wenzling) Lindelsh.

## GENERALIDADES DE LOS APHIDOIDEA

Los miembros de la superfamilia Aphidoidea (Homóptera) son conocidos como áfidos o pulgones. Los pulgones forman colonias, donde son parásitos de las plantas, succionando su savia. El largo de su cuerpo es de 0.5 a 10 mm, siendo más frecuente, 2 mm (Peña-Martínez, 1992). Sus cuerpos son blandos. Los adultos tienen cuerpos ápteros o alados, las antenas de cuatro a seis artejos, por lo general seis. Los dos primeros artejos pueden presentar prolongaciones, dependiendo del taxón. Los ejemplares alados, presentan venación típica de las alas sigue la fórmula  $Sc+R+M+Cu+1^{\circ}A$ . La vena Media puede presentar bifurcaciones. El tarso está segmentado en dos, el primero muy corto y el segundo ostenta un par de uñas. El abdomen cuenta con ocho segmentos bien definidos, en el quinto o sexto segmento abdominal, presenta sífinculos; estos varían en forma, desde largos, tubulares, poros o estar ausentes como en la subfamilia Pemphiginae. La cauda es una proyección en la punta del abdomen, varía de forma según los taxa. La presencia y forma de los sífinculos y la cauda son características taxonómicas para diferenciar a los miembros de esta superfamilia (Baker, 1920).

La información que se presenta en este trabajo está enfocada a conocer las particularidades de los pulgones para ir entendiendo a la subfamilia Pemphiginae. Los pemphiginos pertenecen a la familia Aphididae, pero sus peculiaridades morfológicas, como de sus ciclos de generaciones son característicos (Aoki, 1980; Smith, 1974, 1984; Blackman & Eastop, 1994). Dependen en su totalidad o parte de su ciclo biológico de especies de plantas leñosas para su alimentación (Blackman & Eastop, 1994).

### Sistemática

En el desarrollo de la afidología han habido diferentes sistemas de clasificación Van der Goot (1913), Baker (1920), Börner (1930), Börner & Heinze (1957), Shaposhnikov (1964), Eastop (1966), Heie (1980) entre otros.

Remaudière y Stroyan (1984), hacen mención a estas clasificaciones propuestas para los Aphidoidea (= Aphidoidea, Adelgidae y Phylloxeridae). La clasificación de Shaposhnikov (1964) y de Eastop (1966) se encuentra entre las más mencionadas por los autores recientes (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación por Shaposhnikov (1964).

FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	SUBTRIBU
<b>SUPERFAMILIA ADELGOIDEA</b>			
Adelgidae		Pineini Dreyfusiini Adelgini	
Phylloxeridae		Phylloxerini Phylloxerini	
<b>SUPERFAMILIA APHIDOIDEA</b>			
<b>Pemphigidae</b>	<b>Pemphiginae</b> <b>Eriosomatinae</b> <b>Fordinae</b>		
Lachnidae		Cinarini Lachnini Tramini	Cinarina Schizolachnina Stomaphidina Lachnina
Mindaridae Anoecidae Phloeomyzidae Thelaxidae	Thelaxinae Hormaphidinae	Oregmini Hormaphidini Callaphidini Saltusaphidini	Macropodaphidina Saltusaphidina
Callaphididae			
Chaitophoridae	Chaitophorinae	Chaitophorini Periphyllini	
Aphididae	Atheroidinae Pterocommatinae Aphidinae	Aphidini Macrosiphini	Rhopalosiphina Aphidina Anuraphidina Lisomaphidina Macrosiphina
Greenideidae			

Tomado de Iliarco y A. Van Harten (1987).

En la tabla 2, se muestra la clasificación de Heie (1980), que se basa en los registros fósiles. Sin embargo, Remaudière y Stroyan (1984), consideran que los conocimientos acerca de las relaciones filogenéticas entre los grupos conocidos son aún insuficientes para establecer una clasificación filogenética razonable.

Tabla 2. Clasificación por Heie (1980).

FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	SUBTRIBU
<b>SUPERFAMILIA PHYLLOXEROIDEA</b>			
Adelgidae			
Phylloxeridae			
<b>SUPERFAMILIA APHIDOIDEA</b>			
Mindaridae			
Hormaphididae	Oregminae		
	Hormaphidinae		
Phloeomyzidae			
Thelaxidae			
Anoeciidae			
Pemphigidae	Eriosomatinae	Eriosomatini	
		Tetraneurini	
	Pemphiginae	Prociphilini	
		Pemphigini	
	Fordinae	Fordini	Baizongiina
			Geocina
			Fordina
Drepanosiphidae	Drepanosiphinae	Melaphidini	
		Neophyllaphidini	
		Paoliellini	
		Spicaphidini	
		Pataeosiphonini	
		Israelaphidini	
		Drepanosiphini	
	Phyllaphidinae	Phyllaphidini	Phyllaphidina
			Callaphidina
			Therioaphidina
		Macropodaphidini	
		Saltusaphidini	
	Chaitophorinae	Chaitophorini	
		Siphini	
Greenideidae	Greenideinae		
	Cervaphidinae		
Aphididae	Baltichaitophorinae		
	Pterocommatinae		
	Aphidinae	Aphidini	
		Macrosiphini	
Lachnidae	Lachninae	Stomaphidini	
		Lachnini	
	Cinarinae	Cinarini	
		Schizolachnini	
		Eulachnini	
	Traminae		

Tomado de Ilarco y A. Van Harten (1987).

Remaudière y Stroyan (1984), proponen una clasificación que incluye veinte subfamilias pertenecientes a la familia Aphididae:

Pemphiginae	Phyllaphidinae
Mindarinae	Saltusaphidinae
Hormaphidinae	Macropodaphidinae
Tamaliinae	Drepanosiphinae
Neophyllaphidinae	Israelaphidinae
Phloeomyzinae	Chaitophorinae
Lizeriinae	Lachninae
Greenideinae	Pterocommatinae
Anoeciinae	Parachaitophorinae
Thelaxinae	Aphidinae

Es en esta clasificación en la que se basa el presente trabajo.

### **Biología y ciclos biológicos**

La biología de los pulgones es compleja. En cada subfamilia de pulgones se pueden presentar diferentes morfotipos dentro de una misma especie y alternancia en las plantas hospederas. Dependiendo de las características biológicas se clasifican sus ciclos biológicos o ciclo anual de generaciones.

Los ciclos biológicos son caracterizados como holocíclico y anholocíclico en base a la presencia o ausencia de generaciones provenientes de reproducción sexual, es decir, se define anholocíclico cuando se presentan formas de reproducción vivípara (reproducción asexual), y holocíclico cuando las especies presentan ambos tipos de reproducción (asexual y sexual) acompañada generalmente de polimorfismo.

El polimorfismo está definido como: individuos morfológicamente diferentes como respuesta a la variación de condiciones ambientales. Los morfotipos más comunes son las hembras ápteras y aladas vivíparas, llamadas también virginóparas, se reproducen partenogenéticamente por varias generaciones. Por cambios ambientales se producen las sexúparas. Las sexúparas portan los embriones de las hembras ovíparas y/o machos ápteros o alados y tienen la función de fecundación, depositando un huevecillo, del cual, emergen las fundatrices, cuyos descendientes, las fundatrígenas, son ápteras en las primeras generaciones y aladas al final de la estación. Esta última generación, se denomina migrantes de

primavera y se dispersan en otras hospederas (en hospederas secundarias) para dar origen a las virginóparas. (Bonnemaison, 1951).

La denominación de heteroécico (=dioécico) y monoécico (=autoécico) hace referencia a la existencia de alternancia de plantas hospederas. Para el tipo monoécico el desarrollo de generaciones sexuales y asexuales se lleva a cabo en un hospedero, esto puede hacer referencia a una especie botánica particular o taxa que por lo general son especies arbóreas. Para ciclos de vida heteroécicos la presencia de reproducción sexual determina el hospedero primario, las sexúparas (son los morfotipos que dan origen a los morfotipos sexuales) en este caso son más específicas respecto al hospedero. Posteriormente se da una migración por parte de las fundatrigenas aladas o también denominadas migrantes de primavera a un segundo hospedero. Este hospedero secundario es una herbácea que no tiene ninguna relación botánica respecto al hospedero primario (Peña-Martínez, 1992).

El ciclo completo (holocíclico), no se ha podido conservar siempre en ciertas especies. Como consecuencia de la escasez o de la desaparición de la planta huésped primaria o de las hospederas secundarias. En estos casos sólo han quedado las formas que se desarrollan según una de las dos categorías de plantas (anholocíclico). También existen especies dioicas en su origen, que se han convertido secundariamente en monoicas en este caso se denominan especies **paramonoicas**, por oposición a las especies monoicas verdaderas o **eumonoicas** (Remaudière, 1953).

Los pulgones presentan ciclos biológicos muy variados y a veces complejos. El ciclo biológico más sencillo reportado es: *Acanthohermes quercus* Kollar (*Phylloxeridae*), común sobre los *Quercus* europeos. De un huevo fecundado emerge la fundatríz que es al mismo tiempo sexúpara anfótera; esta deposita los huevos de machos y hembras fecundables. El ciclo consiste de sólo dos generaciones (Remaudière, 1953).

*Mindarus abietinus* Koch. de la subfamilia Thelaxinae tiene un ciclo más complejo. Las fundatrices engendran a las sexúparas que producen a su vez machos y hembras; el ciclo consta así de tres generaciones que se suceden en dos meses (Nusslin, 1910, citado por Bonnemaison, 1951).

Entre los Aphidinae, un pulgón del sauce, *Aphidula farinosa* Gmel., presenta tres o cuatro generaciones; las fundatrices son adultos a finales de abril y producen

sexúparas machos y hembras que se convierten en adultos a partir de finales de junio (Bonnemaison, 1951).

En la mayoría de pulgones monoécicos, el ciclo se complica por la aparición de otros morfotipos. Los huevos de invierno son depositados en otoño sobre la planta huésped. Las fundatrices emergen en primavera; engendran las ninfas que se convierten en adultos. Varias generaciones de virginóparas ápteras y/o aladas se suceden sobre su hospedero durante la primavera. Estas virginóparas aladas (migrantes) se dispersan por sus propios medios o son llevadas por el viento y aseguran la disseminación de la especie. Cuando se establece la colonia, la proporción de virginóparas ápteras es mayor. En otoño, aparecen las sexúparas ápteras, sexúparas aladas y machos. Las sexúparas aladas producen hembras sexuadas.

Estas especies monoécicas son muy numerosas en primavera, disminuyen considerablemente a lo largo del verano y se multiplican de nuevo a finales de verano o a principios del otoño. Las fluctuaciones de las poblaciones de pulgones son debidas a la acción de los parásitos y de los depredadores. Estos últimos aparecen más tardíamente que las poblaciones de pulgones los destruyen hasta tal punto que la mayor parte de estos auxiliares mueren de inanición o se ven en la imposibilidad de reproducirse. Los pulgones que subsisten, pueden entonces, multiplicarse de nuevo, lo que ocasiona un nuevo avance de la actividad de sus enemigos.

En especies holocíclicas y dioécicas; los huevos de invierno son depositados en otoño en los hospederos primarios (generalmente especies leñosas). La fundatriz engendra varias generaciones de fundatrigenas ápteras que se sucederán sobre el huésped hasta el verano y darán lugar al nacimiento de una proporción creciente de alados. Estos emigrantes son incapaces de reproducirse sobre la hospedera primaria. Abandonan el árbol dentro de 24 a 48 horas después de la última muda y no depositarán sus ninfas más que sobre diversas plantas (herbáceas) como sus hospederas secundarias. Establecidas las colonias, no queda un solo pulgón sobre el hospedero primario. Los pulgones ápteros engendrarán a los emigrantes alados cuyos descendientes irán sobre otras herbáceas para disseminarse y depositarán sobre estas plantas las ninfas que originarán a otros morfotipos denominados sexúparas. Las sexúparas ápteras aparecen a finales de verano y dan nacimiento a las sexúparas aladas que retornan sobre la hospedera primaria. Los machos alados



emergen un poco más tardíamente y vuelan hacia la hospedera primaria donde fecundan a las hembras.

En las regiones donde la temperatura mínima no desciende por debajo de 15° a 18° C, las virginóparas ápteras o aladas pueden reproducirse durante todo el invierno sobre las hospederas secundarias que conservan su follaje. Por esta razón se observa al final de los inviernos templados un movimiento inverso y precoz de los pulgones. Si el invierno es riguroso, los pulgones no pueden subsistir. Subsisten únicamente en forma de huevecillos de invierno y las hembras virginóparas aparecerán más tardíamente y en menor número.

Las condiciones climatológicas de la primavera intervienen en gran medida en la dispersión de los alados. Las lluvias destruyen una gran porción de los pulgones alados, pero relativamente es poca su acción sobre los pulgones ápteros y las ninfas. La acción de la lluvia es muy diferente según sobrevengan en el momento en que la mayor parte de los pulgones sean alados o cuando todavía se encuentren en el estado de ninfas. La importancia de este fenómeno es particularmente notable para los pulgones dioécicos. En tiempo seco, los pulgones alados que se han desarrollado sobre el hospedero primario podrán dispersarse y reproducirse, en casi su totalidad, sobre el hospedero secundario. Si llueve frecuentemente en el curso de este período, un gran número de ellos (a veces hasta el 90%) serán destruidos antes de haber podido reproducirse. En regiones donde las precipitaciones son muy frecuentes y elevada la humedad relativa del aire (climas marítimos), la fecundidad de los pulgones es pequeña en cambio la mortalidad es alta.

Los pulgones alados de las especies dioécicas se desarrollan, casi siempre, sobre las hospederas secundarias en el curso de los meses de abril a mayo; su dispersión les permite escapar parcialmente, así como su descendencia a la acción directa de parásitos y sobre todo, de los depredadores (coccinelidos, sírfidos, hemeróbidos, etc.). Las colonias de pulgones al crecer atraen a los depredadores y permiten multiplicar los parásitos, de manera que la población de pulgones disminuye rápidamente de un modo comparable al que ha sido notado en las especies monoécicas; las fluctuaciones son más brutales como consecuencia de la elevación de la temperatura en esta época del año, lo que ocasiona un desarrollo más rápido de los pulgones que las de sus enemigos naturales (Bonnemaison, 1951).

Ciertas especies de pulgones (pulgón verde del manzano *Myzus persicae* Sulzer, pulgón negro del haba *Aphis fabae* Scopoli, pulgón cenizo de la col *Brevicoryne brassicae* L.) llegan a formar grandes colonias sobre los tallos, las ramas o las hojas, el contacto estrecho de los pulgones unos con otros, modifican su fisiología y generan la aparición de un alto porcentaje de individuos alados, este fenómeno ha recibido el nombre de "efecto de grupo".

La producción de la forma sexuada, depende principalmente de la duración del día. En la mayor parte de las especies, las sexúparas aparecen a lo largo del mes de agosto y las formas sexuadas a partir del mes de septiembre; es decir, cuando la duración del día es de 12 y media a 13 horas. Hay especies en las cuales la aparición de las formas sexuadas depende de factores internos y es por lo tanto, independiente del período de la luz de día como en *Aphidula farinosa* Gmel, *Dysaphis devector* Walk, etc. (Bonnemaison, 1951).

En el caso de los Pemphiginae, la producción de sexuales puede responder a diferentes mecanismos. En *Kaltenbachiella japonica* Matsumura se presenta una reducción en su ciclo de vida, este es monoécico holocíclico sobre especies de *Ulmus*. Sobre una hoja, la fundatrix desarrolla una agalla cerrada, deposita una ninfa, de la cual su descendencia desarrollará las sexúparas. Estas sexúparas permanecen en *Ulmus* y depositan los morfotipos sexuados. Lo interesante en este punto es destacar que la sexúpara de esta especie es comparable con el emigrante y no con la sexúpara del taxon relacionado con un ciclo heteroécico (Akimoto, 1985).

Un ejemplo de ciclo biológico heteroécico de la subfamilia Pemphiginae es *Thecabius affinis* (Kaltenbach). El hospedero primario es *Populus nigra* L. en primavera emerge la fundatrix y forma una agalla en las hojas las colonias se establecen hasta mediados de junio. Hembras virginóparas aladas migran a la hospedera secundaria *Ranunculus repens* L. En septiembre se producen las sexúparas que migran a la hospedera primaria y dan origen a los morfotipos sexuales, los cuales dan origen al huevecillo para la hibernación (Figura 3).

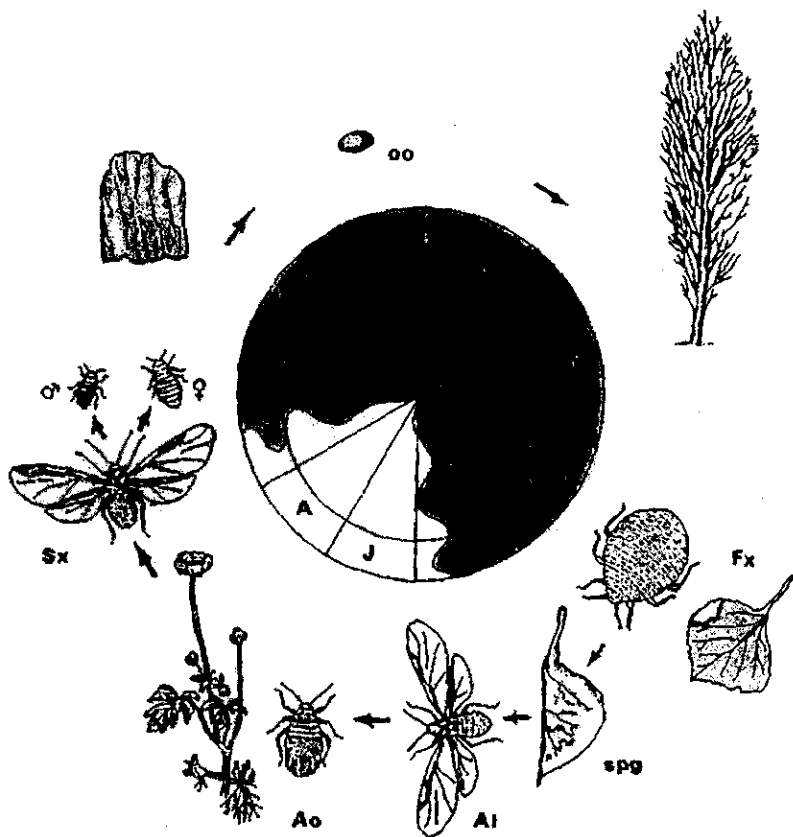


Figura 3. Ciclo biológico de *Thecabius affinis* (Kaltenbach) en *Populus nigra* L., como hospedero primario y *Ranunculus repens* L., como hospedera secundaria. Abreviaturas: Fx, fundatrix; spg, pseudoagalla; Al, hembra vivípara alada; Ao, hembra vivípara áptera; sx, sexúpara; oo, huevecillo. Tomado de Blackman & Eastop (1994).

### Morfotipos

Los morfotipos de los áfidos ó pulgones son variaciones interclonales con respecto a características biológicas y ambientales. Los individuos provenientes del mismo genotipo tienen las mismas propiedades biológicas perteneciendo al mismo biotipo (Eastop, 1973).

En los pulgones es un fenómeno común la presencia de polimorfismo clonal, esto se debe principalmente a la relación de dos características biológicas; el ciclo biológico del pulgón y la alternancia de generaciones con reproducción sexual y partenogenética, así como de la alternancia estacional de plantas hospederas (Miyasaki, 1987).

Dependiendo de la función que desempeña en el ciclo biológico, pueden definirse varios morfotipos para la misma especie. El polimorfismo es un fenómeno común en este grupo de insectos, es decir, la presencia de individuos morfológicamente diferentes dentro de una misma especie como respuesta a la variación en las condiciones ambientales. Así, dentro de una misma especie pueden presentarse hembras ápteras y aladas vivíparas en plantas hospederas secundarias (también denominadas virginóparas). Al final de verano pueden producirse las sexúparas, que durante el otoño portan los embriones de las hembras ovíparas y/o machos ápteros o alados. Estos se desplazan hacia la planta hospedera primaria, en donde realizan la fecundación y depositan los huevecillos, de los cuales emergen las fundatrices en primavera. Sus descendientes, las fundatrigenas, son ápteras en las primeras generaciones y aladas al final de la estación. Esta última generación, también se denomina migrantes de primavera, que se dispersa hacia las hospederas secundarias para dar origen durante el verano a las virginóparas ápteras y aladas (Peña-Matínez, 1992).

### **Fundatriz**

Las fundatrices son el morfotipo que emerge de un huevecillo fecundado y da lugar a las primeras generaciones de hembras partenogenéticas. Las fundatrices son ápteras (salvo algunas excepciones como en la subfamilia Drepanosiphinae). Comparando a las fundatrices con virginógenas ápteras, estas tienen cuerpos de mayor talla y forma redonda, la cabeza mas pequeña en proporción al cuerpo, los ojos menos desarrollados, las antenas mas cortas por reducción de artejos, el proceso terminal del último artejo es de menor tamaño y las patas más cortas. El sífunculo mas corto y en algunas especies menos marcado. La cauda es corta. (Bonnemaison, 1951; Miyasaki, 1987).

### **Hembras vivíparas ápteras y aladas**

Las hembras vivíparas ápteras y aladas se denominan también como fundatrígenas, para definir a las primeras generaciones provenientes del mismo clon de la fundatríz (Peña-Martínez, 1992). Las generaciones subsiguientes de la fundatríz son hembras vivíparas virginógenas ápteras y aladas.

A través de la historia evolutiva de los pulgones, los morfotipos ápteros provienen de los alados (Johnson & Birks, 1960; Heie, 1981, 1987; Shaposnikov, 1964). En los pulgones ápteros es notoria la reducción de las alas y las paredes esclerosadas del tórax. (Iñiarco & Van Harten, 1987; Heie, 1987). Considerando las características de las virginóparas ápteras en relación a las aladas: la cabeza es menos esclerosada, la segmentación entre la cabeza y tórax es menos evidente. Los ocelos pueden estar ausentes. Los ojos compuestos están menos desarrollados en los alados, en algunos taxa el ojo compuesto esta ausente. Dentro de la subfamilia Pemphiginae, a diferencia de otros grupos de la familia Aphididae no presenta tubérculos antenales, las antenas son más cortas y con un menor número de sensorios en las antenas. La cauda y sifúnculos son en general de forma general más cortos (Miyazaki, 1987).

### **Sexúpara, Ginópara, Andrópara**

Las formas sexuales en especies holocíclicas provienen de varias generaciones partenogénicas y se presentan en otoño.

En especies heteroécicas, como es el caso en la familia Aphididae, andróparas y ovíparas son producidas por diferentes hembras vivíparas. Bajo ciertas condiciones ambientales, las hembras vivíparas en la hospedera secundaria producen machos alados y ginóparas, ambas formas vuelan a la hospedera primaria, donde las ginóparas depositan hembras sexuales (ovíparas). De esta manera se requiere de dos generaciones para producir una hembra sexual. El proceso de producción del macho sexuado puede extenderse también dos generaciones (Hille Ris Lambers, 1960).

En la subfamilia Pemphiginae la manera de producción de las formas sexuales es diferente: tanto machos como hembras sexuales son producidos por la misma hembra alada vivípara, llamada sexúpara. La sexúpara se encarga de producir de manera especializada los morfos sexuales y nunca da origen a hembras vivíparas.

En especies heteroécicas de la familia Aphididae los machos son alados, y son quienes migran desde la planta hospedera secundaria a la hospedera primaria. En el caso de especies monoécicas los machos pueden ser alados o haber evolucionado como ápteros (Hielle Ris Lambers, 1960; Miyazaki, 1987).

### **Sexuales (machos y hembras)**

Los morfotipos sexuales machos en la familia Aphididae son por lo general alados, son los que emigran desde la planta hospedera secundaria a la hospedera primaria. En especies monoécicas de los Aphididae pueden ser alados o haber evolucionado para ser ápteros por no tener la necesidad de migrar. Ambos tipos de machos: alados y ápteros pueden presentarse en una sola especie de hospedero y un estado intermedio entre áptero y alado también es común. Estos morfotipos pueden reconocerse por la esclerotización de la estructura genital. En Aphididae los machos se diferencian de las hembras vivíparas por: El cuerpo, especialmente el abdomen, de menor tamaño y más oscuro, la esclerotización del abdomen es más intenso o con un patrón diferente al característico de la especie. En las antenas tienen un mayor número de sensorios y el patrón de distribución de los sensorios en los tres segmentos antenales suele ser diferente. La cauda en la mayoría de los casos es más corta (Miyasaki, 1987).

La hembra sexual se llama frecuentemente ovípara, en la superfamilia Aphidoidea se restringe la oviparidad a la hembra sexual, otro morfotipo de hembra es vivípara. Las hembras sexuales son en su mayoría ápteras. (Takahashi, 1918).

En especies de la familia Aphididae, la hembra sexual se diferencia morfológicamente de la hembra vivípara por: La cauda y la tibia que son ligeramente más notables o hinchadas, la placa genital de la hembra sexual tiene un mayor número de sedas, sus patas, antenas, sifúnculos y cauda son frecuentemente más cortos que en hembras vivíparas. En la subfamilia Pemphiginae se reconoce a los morfotipos sexuales por su tamaño, mucho más pequeño y por la ausencia de partes bucales, ya que estos morfotipos no se alimentan durante su desarrollo postembrionario. La forma reducida del cuerpo puede deberse a que produce un solo huevo. Fuera de los Pemphiginae, existen morfotipos comparables, conocidos en *Stomaphis* (Lachninae), donde tanto machos como hembras son pequeños. (Sorin, 1965; citado por Miyazaki, 1987).

### **Morfología**

Estudios morfológicos realizados a partir de una especie de pulgones se describen en: Grove (1909,1910), Davison (1913), Soliman (1927), Marchal (1928), Weber (1928). Descripciones generales de los Aphidoidea se detallan en: Buckton (1875), Willaczil (1882), Pesson (1951), Bonnemaision (1957), Holman (1974) entre otros.

La descripción morfológica que se presenta el presente trabajo, se basa en las descripciones realizadas por Miyasaki (1987).

### **Estructura general**

Para hacer la descripción de la morfología de pulgones, los separaremos artificialmente en ápteros y alados, cabe hacer mención que dependiendo de la subfamilia pueden presentarse más morfotipos como en la subfamilia Pemphiginae.

Apteros (Figura 4), tienen un cuerpo ovoide con 0.5 - 7 mm de longitud. La cabeza, tórax y abdomen difícilmente distinguibles. La cabeza y todos los segmentos torácicos están fusionados entre sí, formando lo que se ha nombrado como prosoma. Este prosoma está fusionado a su vez con el abdomen que está dividido en 8 segmentos. El tórax y abdomen están provistos de sedas que se distribuyen longitudinalmente. Las glándulas cerígenas, tubérculos y/o escleritos están en las áreas mesal, espinal y marginal del abdomen.

Alados (Figura 5), longitud del cuerpo de 0.5 - 7 mm; cabeza, tórax y abdomen fácilmente distinguibles. El tórax provisto de partes esclerosadas y dos pares de alas membranosas. El abdomen es membranoso de forma ovoidal, pero más alargado en comparación con los ápteros con una esclerotización gradual hacia el tórax. El cuerpo puede ser dividido longitudinalmente en tres áreas: mesal (=espinal), pleural y marginal. Estas áreas son evidentes por la presencia de sedas, glándulas cerígenas, tubérculos y/o escleritos. En el área submarginal son distinguibles escleritos entre las áreas pleural y marginal.

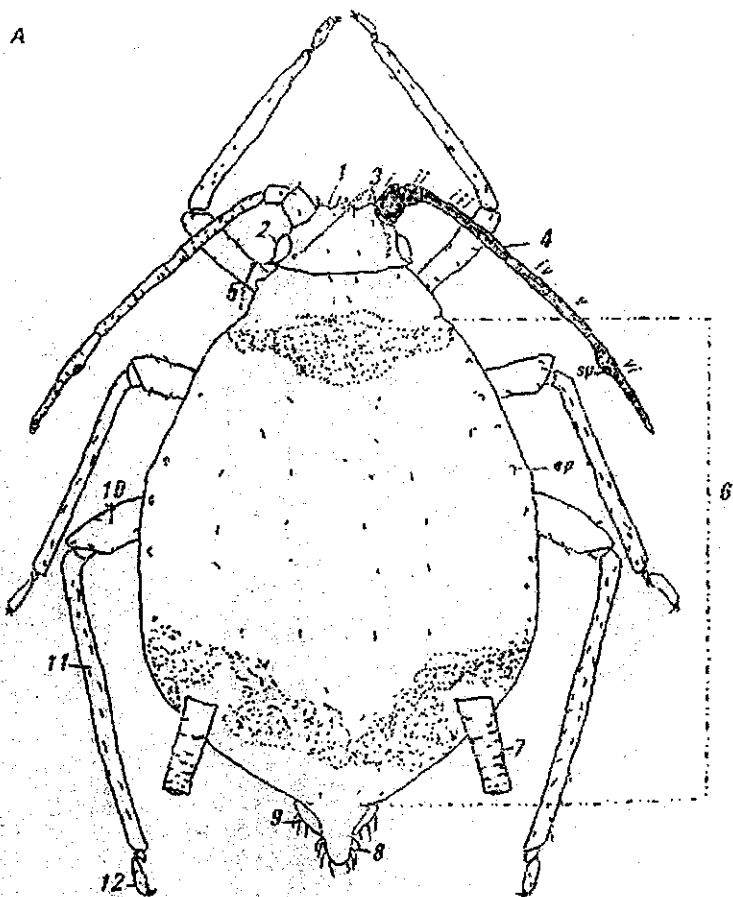


Figura 4. Esquema general. Aptero.

1. Cabeza. 2. Ojo compuesto. 3. Ocelos. 4. Antena; sp, sensoria primaria, los números romanos indican los artejos antenales. 5. Tórax. 6. Abdomen; ep, espiráculos (=estigmas). 7. Sifúnculo. 8. Cauda. 9. Placa anal. 10. Fémur. 11. Tibia. 12. Tarso. Tomado de Moritsu (1982).



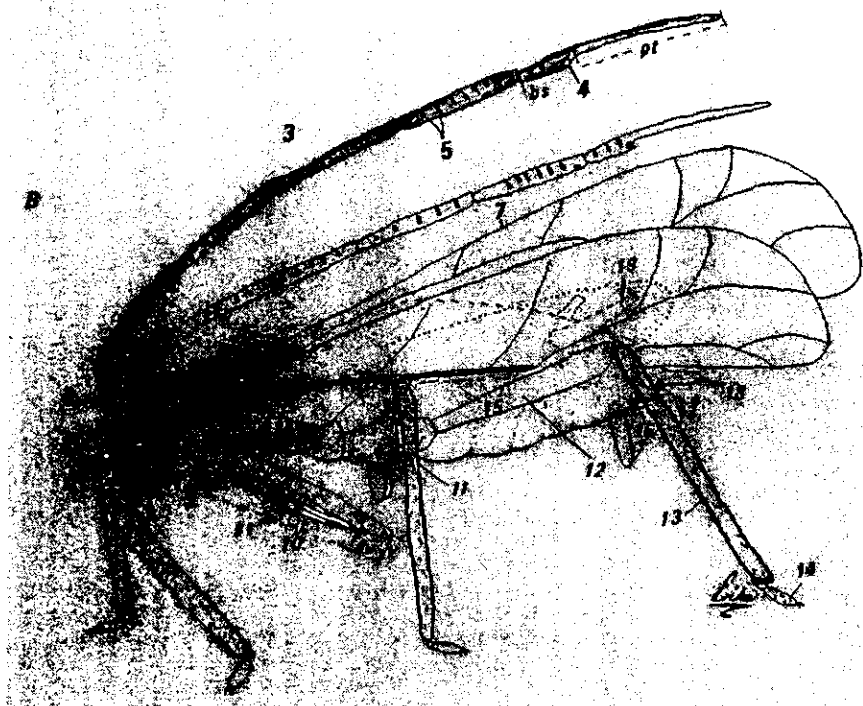


Figura 5. Esquema general. Alado.

1. Tubérculo frontal. 2. Ojo compuesto y triomatlido. 3. Antena; bs, base; pt, *processus terminalis*.  
 4. *Sensorium* primario. 5. *Sensoria* secundarios. 6. Lóbulo torácico. 7. Atlas 8. Clipeo. 9. *Labrum*.  
 10. Rostro; st, estiletes, en números romanos el último artejo rostral fusionado (R iv+v) 11. Coxa.  
 12. Fémur. 13. Tíbia. 14. Tarso. 15. Espiráculos. 16. Placa Genital (=gonapófisis). 17. Placa Anal.  
 18. Cauda. 19. Sifúnculo.

### Cabeza

La cabeza se divide a nivel mesial por una estructura que usualmente se ve como una fisura débil en la cutícula cefálica. Esta fisura frecuentemente llega a ser rudimentaria, apareciendo como una línea intermitente, que no deja rastro. El margen frontal de la cabeza es por lo general cóncavo. En su mayoría poseen en la cabeza antenas filiformes de seis artejos. En el último artejo se distingue una base que se adelgaza, esta parte más fina es conocida como *processus terminalis* (=proceso terminal, flagelo) (Slifer *et al*, 1964; Holman, 1974). En el punto donde se diferencia la base del proceso terminal está un *sensorium* denominado *sensorium*

primario (=sensorio, rhinario). Para el caso de alados vivíparos, desde el segundo artejo presentan sensoria (=sensorios) secundarios. En la base de las antenas pueden evidenciarse proyecciones llamados tubérculos, estas protuberancias son de diferentes tipos (Figura 6), ornamentados con sedas dorsales.

Estos tubérculos para las subfamilias Drepanosiphinae y Aphidinae son más conspicuos en alados que en ápteros.

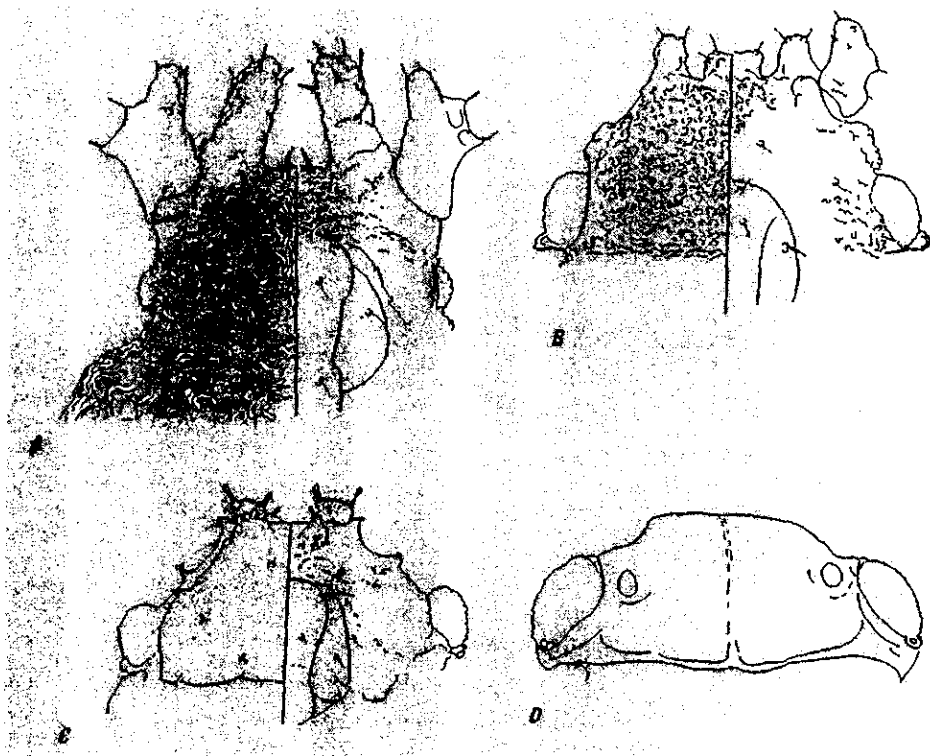


Figura 6. Esquema de tipos de cabezas.

- A. Prolongaciones del tubérculo antenal, *Tuberocephalus artemisiae* Shinji, vista dorsal y ventral.  
 B. Prolongaciones latero frontales, *Vesiculaphis cephalata* (Miyasaki), vista dorsal y ventral.  
 C. Prolongación rectangular con dos sedas discoidales, *Boemeria alni* Takahashi, vista dorsal y ventral.  
 D. Estructura espinal, *Lachnus tropicalis* (Van der Goot), vista dorsal. Tomado de Miyazaki (1987).

### Ojos, triomatidio y ocelo

La cabeza porta un par de ojos compuestos (Figura 7A), bien desarrollados francamente pigmentados en contraste con su borde posterior. En el margen posterior del ojo hay un tubérculo ocular formado por tres omatidios más grandes que son interpretados como un ojo ninfario persistente llamado triomatidio (Figura 7A, B).

Los pulgones alados portan tres ocelos (Figura 7A, C), uno en la parte frontal de la cabeza y dos laterales (Pesson, 1951).

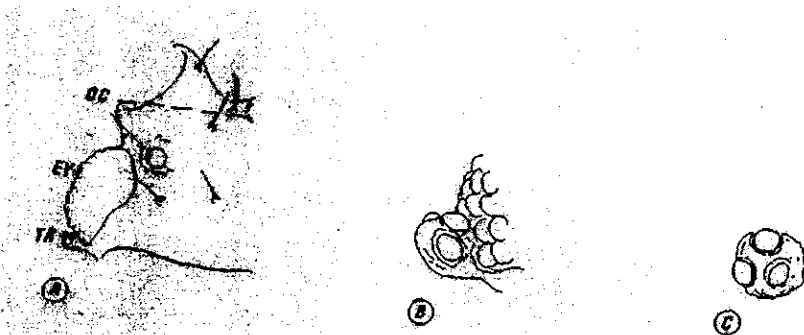


Figura 7. Esquema de ojo, triomatidio y ocelo.

A. Alado vivíparo, *Uroleucon gobonis* (Matsumura); EY, ojo compuesto; OC, ocelo; TR, triomatidio.  
B. Vista en aumento de triomatidio, *Uroleucon gobonis* (Matsumura). C. Triomatidio, *Eriosoma lanigerum* (Hausman), donde el ojo compuesto está ausente. Tomado de Miyazaki (1987).

### Antenas

Las antenas en los pulgones son filiformes, con un máximo de 6 artejos; los artejos basales son más cortos. El número de artejos depende del *taxon* y/o morfotipo (Figura 8). En el artejo terminal pueden distinguirse dos partes; la base y el *processus terminalis* (=proceso terminal, flagelo). La proporción de longitud que guarda la base y el proceso terminal es constante y característico para cada *taxon*. En la base del último artejo existe un *sensorium* (=rinario, sensorio). La forma de este *sensorium* normalmente es redonda, pero en algunos casos, como en las subfamilias Hormaphidinae y Pemphiginae, puede ser de forma irregular, transversal, alargada o lineal. El *sensorium* primario suele estar rodeado de cilios. En algunos alados de la subfamilia Pemphiginae los *sensoria* secundarios son en forma de bandas alargadas. Es regla general que los *sensoria* secundarios (que pueden estar presentes del tercer artejo al sexto) sean más numerosos en alados que en

ápteros. En morfotipos alados, los *sensoria* secundarios suelen ser más numerosos para morfotipos migrantes en especies que tienen alternancia de hospedero, y más numerosos en machos alados que en hembras vivíparas aladas.

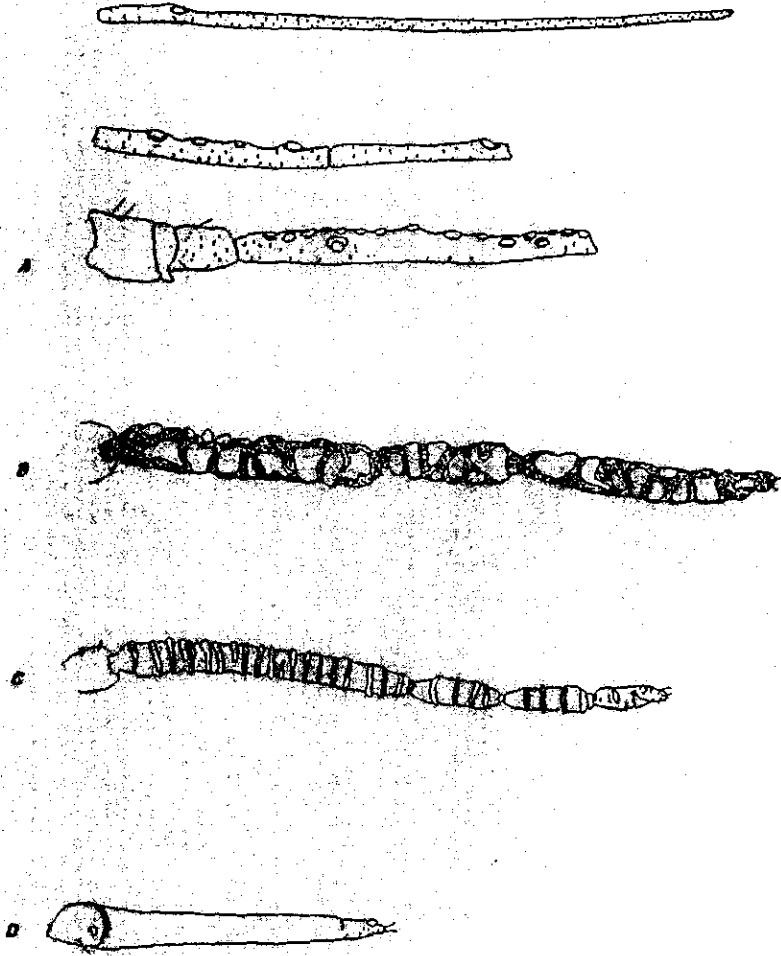


Figura 8. Esquema de algunos tipos de antenas.

A. *Eomyzus nipponicus* (Moritsu) (alado). B. *Schlechtandia chinensis* (Bell) con *sensoria* irregulares en forma de banda (alado). C. *Eriosoma lanigerum* (Hausman) con *sensoria* lineares (alado). D. *Eriosoma lanigerum* (Hausman) (áptero). Tomado de Miyazaki (1987).

### Clípeo y rostro

El clípeo está situado en la parte media ventral de la cabeza. Está dividido en dos partes: anteclípeo y postclípeo. El anteclípeo está ubicado apicalmente en la parte final del *labrum* (=labro) convirtiéndose en la parte basal del rostro; el postclípeo está compuesto por cuatro artejos. Las mandíbulas y maxilas están representadas por cuatro estiletes recubiertos parcialmente por el labio y *labrum*.

El rostro está constituido por cinco artejos, el primero es relativamente esclerosado, el segundo y tercer artejo son elásticos y telescópicos, cuando los pulgones insertan sus estiletes en el tejido vascular de las plantas para su alimentación. El quinto artejo es pequeño, de forma triangular y con unas sedas diminutas en forma de espinas. Este artejo está fusionado al cuarto artejo y es la parte final de rostro o último artejo rostral (Figura 9).

Las partes bucales están atrofiadas en morfotipos sexuales de la subfamilia Pemphiginae y machos de *Stomaphis* (Lachninae).

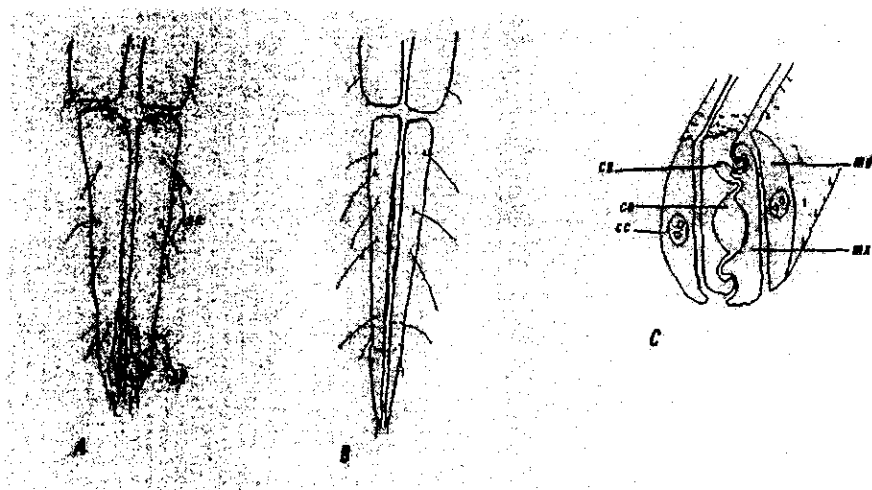


Figura 9. Esquemas del último artejo rostral.

A. *Macrosiphum mordvilkoii* Miyasaki; sp, sedas primarias; ss, sedas secundarias. B. *Cinara piniformosana* (Takahashi). C. Representación esquemática de un corte transversal de los estiletes agrupados; ca, canal alimenticio; cc, conducto central; cs, canal salivar; md, estilete mandibular; mx, estilete maxilar. Tomado de Miyasaki (1987).

## **Tórax**

El tórax está formado de tres segmentos; el protórax, mesotórax y metatórax. En cada segmento hay un par de patas. En alados estos segmentos son más esclerosados que en ápteros. En el mesotórax y metatórax de alados hay un par de alas membranosas. El mesotórax lo constituyen dos partes; el *notum* (=noto) y *posinotum* (=postnoto). En el *notum* se distingue un lóbulo triangular anteromedio, que está ubicado en la parte central de una estructura denominada *scutum* (=escuto). Este suele estar dividido en dos lóbulos y un *scutellum*, estructura de forma rectangular o como un lóbulo creciente ubicado en la parte posteromedial del *notum*.

## **Patas**

La forma general de las patas de pulgones no es muy variada (Blackman & Eastop, 1994). Se dividen como en todos los insectos en coxa, trocanter, fémur, tibia y tarso (Pesson, 1951). En los tres pares de patas, el tarso tiene dos artejos. El primer artejo es más corto que el segundo. En el tarso hay sedas de dos hasta siete, raramente más. La pigmentación es un carácter taxonómico y los tarsos de alados sexuales presentan *sensoria*.

En la subfamilia Pemphiginae, los artejos tarsales de los ápteros están fusionados.

En el ápice del tarso hay un par de uñas. En algunos morfotipos de la subfamilia Pemphiginae, una de las uñas, puede estar atrofiada o ausente.

## **Alas**

Las formas aladas presentan dos pares de alas de una estructura uniformemente membranosa. Las alas en reposo están plegadas de forma vertical dejándolas reposar sobre el abdomen. Durante el vuelo se ubican en posición perpendicular al cuerpo, dejando verse evidentemente el segundo par de alas, que por regla general son más pequeños que el primer par. El tipo de venación es Sc+R+M+Cu+1°A (Figura 10), reduciéndose en la subfamilia Pemphiginae.

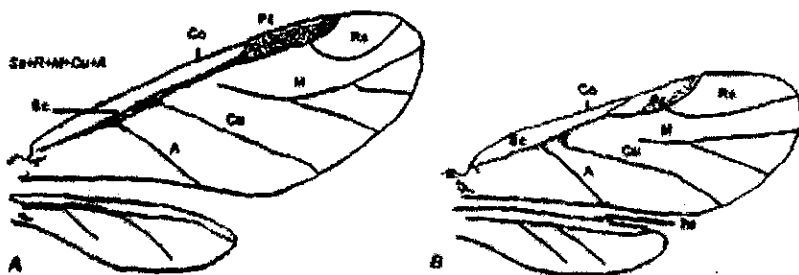


Figura 10. Esquema general de las alas de pulgones.  
 A. *Macrosiphum mordvilko* Miyazaki. B. *Prociphilus kuwanai* Mozen. Abreviaturas: A, anal; Co, costal; Cu, Cubital; ha, hamuli; M, media; Pt, pterostigma. R, radius; Rs, sector radial; Sc, subcostal. Tomado de Miyazaki (1987).

### Abdomen

La estructura general del abdomen consiste de ocho segmentos bien definidos. (Figura 11). En posición dorsal al margen de cada segmento del abdomen, hay un par de espiráculos.



Figura 11. Esquema del abdomen, *Lachnus tropicalis* (Van der Goot) vista ventral.  
 Abreviaturas: ap, placa anal; ca, cauda; co, coxa; gp, placa genital; mt, metatorax; si, sifunculo; sp, espiráculos; los números romanos indican los segmentos del abdomen, los números arábigos indican los espiráculos. Tomado de Miyazaki (1987).

En ápteros el abdomen es coalescente con el tórax, siendo más marcada y definida la separación de abdomen y tórax en los morfotipos alados. El noveno segmento se encuentra modificado, representado en posición ventral por la placa genital (=gonapófisis). En la parte dorsal del sexto segmento hay unas estructuras características de los pulgones, los sífúnculos. Para la subfamilia Pemphiginae los sífúnculos están reducidos o ausentes. El tegumento de algunas especies es particularmente rico en glándulas cerígenas, con tipos histológicos y secreciones muy variadas. Estas secreciones suelen ser muy abundantes y dan una ornamentación característica. En la familia Aphididae, las formas ápteras son las que presentan estas glándulas siendo más evidente en las subfamilias Pemphiginae, *Chermes*, *Phyloxeridae* y *Mindarinae*, donde se aprecian estas glándulas en otros morfotipos, no solo en ápteros. (Blackman & Eastop, 1994). En la parte posterior del abdomen se prolonga en una cauda más o menos cónica sobre la que se encuentra el orificio anal y ventralmente el orificio genital.

### Placas anal y genital

En la parte ventral posterior del abdomen, hay dos placas esclerosadas; la placa genital, representa el octavo segmento abdominal y la placa anal es simplemente un esclerito abultado anterior a la cauda. La placa genital comúnmente es un esclerito ovalado con el margen trasero suavemente convexo. El ano se ubica entre la placa anal y la cauda. Alrededor del ano puede haber exudados cerígenos. El orificio genital está entre las gonapófisis rudimentarias y la placa genital (Figura 12).

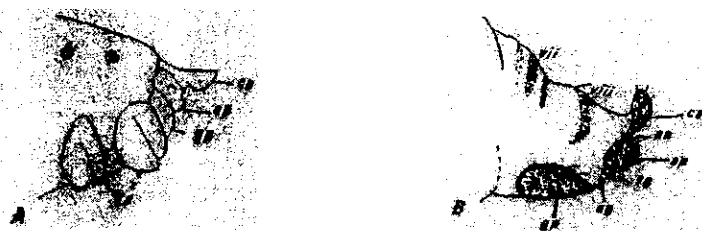


Figura 12. Esquema de la parte terminal del abdomen. Vista lateral. A. *Neophyllaphis podocarpae* (Takahashi). B. *Macromyzus woodwardiae* (Takahashi). Abreviaturas: an, ano; ag, abertura genital; ap, placa anal; ca, cauda; gp, placa genital; rg, gonapófisis rudimentaria; ve, vesícula eversible; los números romanos indican los segmentos del abdomen. Tomado de Miyazaki (1987).



### Sifúnculos

Los sifúnculos son estructuras cilíndricas ubicadas en la parte posterior del abdomen. En la mayoría de los casos, se encuentran en la parte posteromarginal al finalizar el quinto segmento abdominal. El borde del sifúnculo, está cubierto por una tapa membranosa con un semicírculo, con una placa esclerosada en el centro. La placa funciona como válvula que se abre por un músculo que corre por debajo del esternito abdominal. Mediante la contracción de este músculo, se excreta un exudado ceroso que es producido por células glandulares situadas en la base del sifúnculo. Cuando el exudado se excreta rápidamente, se solidifica con el aire y puede ser usado como medio de defensa para engomar las partes cefálicas de sus depredadores. Se sabe también que los exudados contienen feromonas que utilizan como alarma. Los sifúnculos varían en su forma y tamaño dependiendo de los taxa (Figura 13).

En la subfamilia Pemphiginae estos sifúnculos son reducidos en tamaño, en forma de anillos o ausentes.

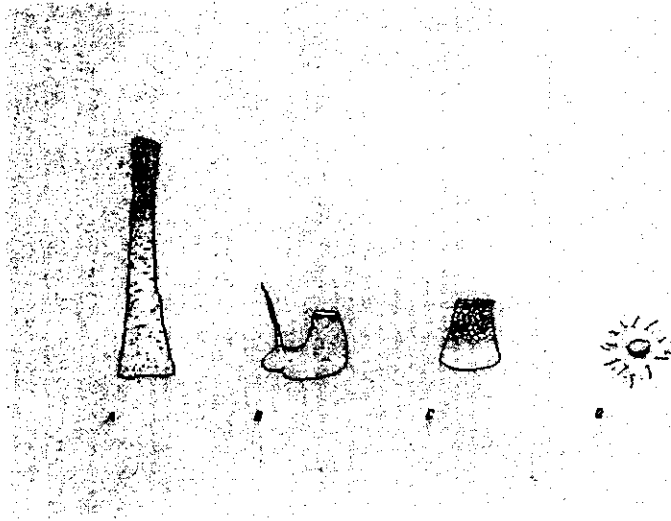


Figura 13. Esquema de tipos de sifúnculos.  
A. *Macrosiphum mordvilkoii* Miyasaki. B. *Myzocallis kuricola* (Matsumura) C. *Periphilus californiensis* Shinji D. *Eriosoma lanigerum* (Haussman). Tomado de Miyazaki (1987).

### **Cauda**

En la parte posterior del abdomen se prolonga una cauda más o menos cónica sobre la que se encuentra el orificio anal; de éste es excretada una gota de mielecilla. La cauda juega un papel importante para la colocación de la mielecilla en la parte dorsal. Esta gota de mielecilla se reviste de una capa cerosa una vez que es rebotada. La sedas sobre la cauda y la placa anal en los pulgones mirmecofílicos pueden actuar reteniendo esta excreción, como un órgano trofobiótico, que sirve para retener la producción de mielecilla antes de que sea llevada por hormigas.

En los Pemphiginae la cauda es corta, semicircular, triangular o en forma de lengua.

### **Genitales externos**

En hembras sexuadas el orificio genital (=vulva), está ubicado en la parte posterior de la placa genital. En la mayoría de las especies hay más sedas en esta región en hembras sexuadas que en hembras vivíparas. Esta estructura no tiene la función de órgano ovipositor. Las gonapófisis se localizan justo en la parte anterior a la placa anal; las gonapófisis rudimentarias comúnmente aparecen como una a cuatro protuberancias que sostienen alguna seda o gonoseda.

Los genitales del macho se encuentran en el centro del abdomen entre el noveno esternito. El pene (=aedeagus), en su parte apical es membranoso y rígido en el resto, en la parte basal está esclerosado. A los lados o sobre el pene hay unas proyecciones sedosas que le sirven de abrazaderas.

### **Espiráculos**

En general los pulgones poseen nueve pares de espiráculos (=estigmas) en su cuerpo: en el mesotórax, metatórax y en el abdomen desde el primero al séptimo segmento. Los espiráculos se localizan en el área anteromarginal de cada segmento excepto en el mesotórax que está ubicado intersegmentalmente entre el protórax y mesotórax, o bien, pueden estar ubicados en la parte posterior del protórax.

La forma de los espiráculos puede ser reniforme o redonda (Figura 14). Al margen presentan una pequeña placa espiracular, el "peritrema". Los peritremas de los espiráculos torácicos son más largos que los de los segmentos del abdomen y en algunos casos presentan cavidades cónicas.

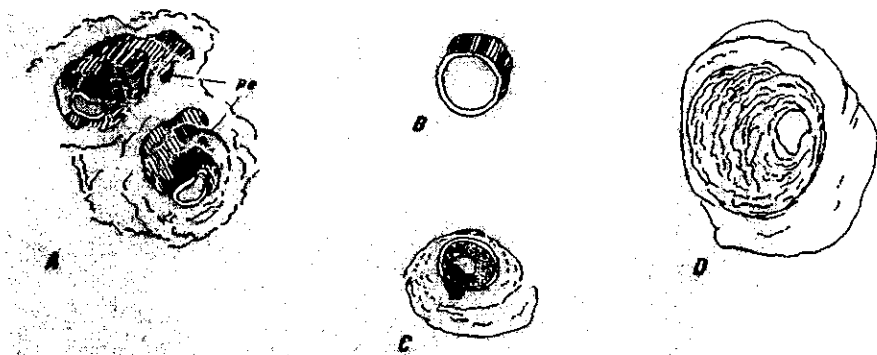


Figura 14. Esquema de tipos de espiráculos.

A. Reniforme, *Macromyzus woodwardiae* (Takahashi) en el primer y segundo segmento abdominal; pe, peritremas. B. Redondo, *Brachycaudus helichycaudus* (Kaltenbach). C. Espiráculo abdominal con el peritremas formando una cavidad cónica, *Cervaphis quercus* (Takahashi). D. Espiráculo mesotorácico con una cavidad cónica en el peritremas *Delphiniobium yezoense* Miyazaki. Tomado de Miyasaki (1987).

### Seda

Las sedas se distribuyen en todo el cuerpo. Las sedas pueden ser largas o cortas de forma variada, dependiendo de los taxa (Figura 15). De manera general, en la parte dorsal de la cabeza es evidente de cinco a seis pares de sedas, uno o dos pares en la parte frontal marginal, dos en la parte media y dos en la posterior. Entre los ojos, las sedas son visibles en las subfamilias Pemphiginae y Thelaxinae que generalmente presentan sedas dorsales cefálicas en pares con un arreglo longitudinal y dos pares en arreglo transversal.

En el pronoto de ápteros, en adición a la seda mesal, puede haber tres pares de sedas en el área pleuromarginal: un par anteropleural o anteromarginal, uno mesomarginal y uno posteromarginal. Las sedas son comunes en las subfamilias Pemphiginae, Homaphidinae y Thelaxinae.

En el abdomen las sedas están en posición dorsal y por lo general están en arreglo transversal en cada segmento, aunque no existe una regla general en disposición longitudinal o entre segmentos. El número de sedas puede estar reducido a seis líneas longitudinales, es decir, mesal, pleural, y marginal en forma lineal a cada lado del abdomen. Las sedas pleurales pueden no estar presentes en algunos taxa o pueden estar distribuidas entre las áreas pleural y marginal. En el

segmento posterior al sífúnculo, las sedas pleurales pueden estar atrofiadas o ausentes.

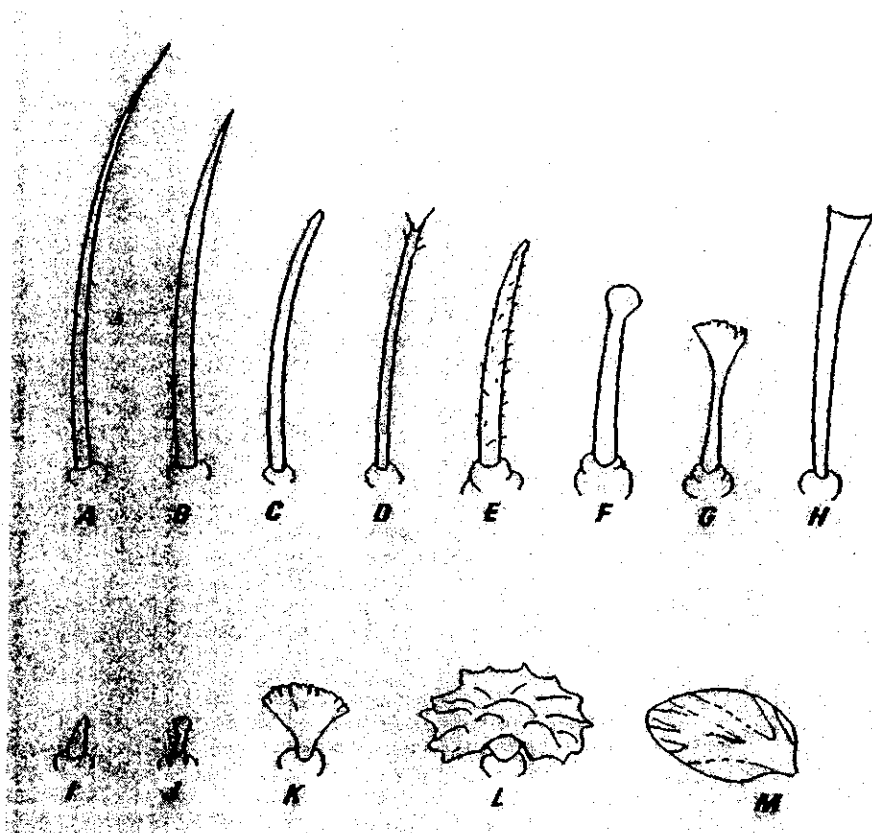


Figura 15. Esquema de tipos de sedas.

A. Filiforme, *Cinara pinitomosana* (Takahashi). B. Robusta, *Schizoneuraphis gallarum* Van der Goot. C. Despuntada, *Macrosiphum mordvilkoii* Miyazaki. D. Multiacunada, *Greenidiea nipponica* Suenaga. E. Espinulada, *Dysaphis onigurumi* (Shinji). F. Capitada, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell). G. Apice flabelado, *Plectrichophorus glandulosus* (Kaltenbach). H. Espatulada, *Chaitophorus* sp. I. En forma de estaca, (en la tibia) *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) J. En forma de pera, *Myzus japonensis* Miyazaki. K. Flabelada, *Pentalonia nigronervosa* Coquerel. L.. En forma de hongo, *Subsalsusaphis* sp. M. Foliada, (larva estival), *Periphyllus californiensis* (Shinji). Tomado de Miyasaki (1987).

### Glándulas cerígenas y exudados cerígenos

Los pulgones presentan en su cuerpo exudados cerígenos "pulverulentos", filamentosos. Estos exudados cerígenos son producidos en unas estructuras localizadas en la cutícula a lo largo del cuerpo. Estas estructuras en forma de placas se conocen como glándulas cerígenas. Los exudados cerígenos dan una característica particular a cada especie. En muchos pulgones puede verse un exudado ceroso, sin la presencia de las estructuras especializadas para la excreción de cera en su cutícula.

Las glándulas cerígenas típicas se presentan en las subfamilias Pemphiginae y Hormaphidinae. Estas glándulas cerígenas son pequeñas unidades de tamaño variable reunidas en forma de roseta, con una serie de celdas circundando un punto central (Figura 16). La disposición y ornamentación de las glándulas cerígenas es una característica de la especie.

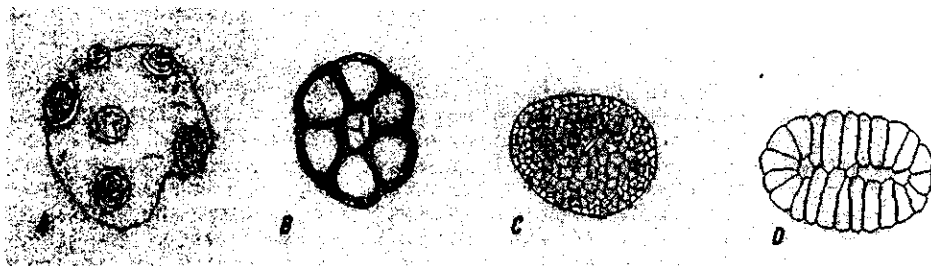


Figura 16. Esquema de tipos de glándulas cerígenas.

Glándula en racimo; A. *Neothoracaphis yanois* (Matsumura) (ninfa). B. *Eriosoma lanigerum* (Hausman). C. *Prociphilus crataegicola* Shinji. D. *Aphidunguis mali* Takaki. Tomado de Miyazaki (1987).

### Dispersión y migración

Los pulgones han desarrollado un medio efectivo de dispersión. En los morfotipos alados la envergadura de sus alas les permiten fácilmente cubrir extensas áreas para colonizar rápida y eficazmente nuevos hábitat para su alimentación y reproducción (Robert, 1987).

Ninfas y adultos ápteros, pueden caminar de una hoja a otra, dentro del dosel de la planta hospedera, dando como resultado una permanente redistribución de los elementos demográficos de su población (Robert, 1979). También se desplazan de una planta a otra, cruzando por las hojas, por las ramas que les sirven de puentes. Pueden descender de su planta huésped y caminar por el suelo en busca de otro hospedero. Este desplazamiento, es debido a diversos estímulos del hospedero original. Esta forma de dispersión es particularmente importante para ninfas y adultos (Robert, 1987).

Usualmente las ninfas y las hembras vivíparas ápteras tienen dos tipos de desplazamiento: "carrera de motivación" se refiere a la caminata acelerada, en ruta recta, sin movimientos de las antenas. Esta carrera se produce por estímulos visuales, hormonales, efectos químicos o de sobrepoblación de las plantas huésped o por efecto de feromonas de alarma producida por la presencia de un enemigo natural (Niku, 1975).

"Movimiento de búsqueda", se refiere a la caminata lenta de los pulgones. Se relaciona con el movimiento ondulante de las antenas, la dirección con la que se desplaza es como respuesta a los estímulos que el pulgón percibe (Niku, 1975). Este movimiento es provocado por factores de disturbio como son el viento y la lluvia (Phelan et al., 1976; citado por Robert, 1987).

En algunas especies se han evaluado la velocidad de esta caminata de búsqueda, el rango de velocidad varía dependiendo de las especies, siendo alrededor de 5-7 cm por min. Se ha determinado que *Myzus persicae* (Sulzer) camina a una velocidad promedio de 5.2 cm por min; en carrera alcanza una velocidad de 20 cm por min (Phelan et al., 1976; citado por Robert 1987).

La actividad de dispersión de los morfotipos ápteros es limitada en comparación con los morfotipos alados (Robert, 1987).

Los pulgones alados realizan vuelos en áreas cercanas a su hospedero, estos vuelos son denominados vuelos triviales (Robert, 1987).

Pueden existir causas que provoquen el vuelo: Factores de carácter demográfico conocido como "efecto grupo", calidad de la planta hospedera para la alimentación y factores climáticos (Taylor, 1974). En respuesta a estos estímulos se dan vuelos migratorios (Johnson, 1969; citado por Robert, 1987). Este vuelo migratorio puede ser comparable a la carrera de motivación que tienen los

morfotipos ápteros. Son vuelos rápidos en un rango de 0.8 a 3.3 km por hora, cubriendo largas distancias. Los pulgones también se desplazan haciendo uso de corrientes de aire que son transportados como partículas inertes. Ocasionalmente utilizan como vehículo corrientes de agua para dispersarse. Como el caso de *Pemphigus trehernei* Foster; las ninfas de los primeros estadios están adaptadas a flotar y sobrevivir por largo tiempo en la superficie del agua, utilizando este mecanismo para su dispersión (Foster & Treherne, 1978; citado por Robert, 1987).

Los pulgones con ciclos biológicos heteroécicos han desarrollado diversos procesos adaptativos, polimorfismo entre otros. El éxodo que realizan no es una respuesta directa al tamaño de la población o a las condiciones inmediatas de alimento o espacio (Johnson, 1960; citado por Robert, 1987).

El rango en kilometraje de los vuelos migratorios refleja un espectro de caracteres fisiológicos y morfológicos. Los hábitos migratorios de los pulgones son característicos por especies, dependen de la influencia del medio ambiente, contacto entre individuos, incluyendo la historia de los diferentes ciclos de infestación y su constitución genética (Taylor, 1974,1977).

### **Daños causados por los Aphidoidea**

Los daños que los pulgones producen a las plantas en los diferentes estados de desarrollo son básicamente daños directos e indirectos. El daño directo es el que provocan con la simple succión de savia. Los pulgones, son insectos chupadores; se nutren de la savia de las plantas hospedadoras provocando su marchitamiento general y mal desarrollo. También el daño puede ser por la acción tóxica e irritante de la saliva; la planta reacciona a las picaduras de alimentación y a la presencia de secreciones salivales, de una manera específica. Las plantas pueden presentar diferentes tipos de sintomatología como son: la deformación; cambio de coloración y la caída de hojas. El acortamiento de entrenudos, produciendo que las tallas de los árboles sean más cortos; la deformación por la presencia de agallas y tumoraciones.

Los daños indirectos son de diferente origen: En parte son por el exceso de azúcares que excretan los pulgones formando la mielecilla y por la formación, en este medio de hongos saprófitos conocidos como fumagina, que dificultan la respiración, fotosíntesis y demeritan la calidad de los frutos. Sin embargo, el papel más importante respecto a este tipo de daño, lo ocupa la transmisión y diseminación

de algunas enfermedades virales de las plantas, tanto por el número de virus que son capaces de transmitir, como por el número de especies de pulgones involucradas. (Bujanos-Muñiz & Peña-Martinez, 1992).

### **Mecanismo de alimentación y formación de agallas**

Los pulgones con sus estiletes inician por captar la información de variados estímulos físicos y químicos. El pulgón antes de introducir su estilete, segrega saliva sobre la superficie de su planta hospedera, en apariencia para disolver material de la cutícula. Los quimiorreceptores del labio pueden percibir la reacción de la saliva y el material, proveen la información que relaciona la conveniencia del sustrato. Si esta picadura de prueba es aceptada, el proceso de penetración de los estiletes en el tejido de la planta se inicia (Tarn & Adams, 1982; citado por Strivastava, 1987).

La penetración es efectuada principalmente por la acción de los músculos protractores y retractores del músculo adjunto a las bases ampliadas de los estiletes, posiblemente ayudado por la acción de sujetar del labro. El aparato bucal de los pulgones está bien adaptado, se asegura a manera de grapa para retener los estiletes durante los movimientos inherentes a la alimentación, inyección y succión (Weber, 1930; citado por Strivastava, 1987).

La acción enzimática de la saliva ayuda durante la prueba y penetración de los estiletes para alimentación; esta penetración se lleva a cabo hasta los tejidos del floema de hojas jóvenes en forma general (Strivastava, 1987). Un fenómeno importante a partir de este tipo de alimentación es que los pulgones mantienen una gran especificidad a la planta de la cual se alimentan.

La mayoría de los pulgones autoécicos, se desarrollan y alimentan de un mismo taxa botánico, estos pulgones monólagos son característicos de las familias Aphididae, Adelgidae y Phylloxeridae. Los pulgones se alimentan del floema y esta puede ser la clave para entender este proceso de especificidad. El floema es rico en azúcares pero relativamente pobre en aminoácidos, que son esenciales para el crecimiento. La mayoría de los insectos que tienen una dieta nutritivamente desequilibrada tienen una relación simbiótica con microorganismos. En pulgones, estos simbioses se restringen a células especiales llamadas "micetomas" que contienen una gran variedad de simbioses. La importancia de los simbioses radica



en el abastecimiento de diversas sustancias que están ausentes en la dieta (Houk, 1987).

Los pulgones han evolucionado a un tamaño específico con respecto a la estructura y fisiología de los elementos del floema, así mismo, a una asociación cercana con los simbiosiontes. La especializada fisiología digestiva con respecto a la química de la vitalidad del floema, aunado a un complejo ciclo biológico con respecto al desarrollo estacional de las plantas hospederas, dando como resultado que las especies con morfotipos sexuales sean específicos a las plantas hospederas. Las generaciones partenogenéticas no están sujetas a esta limitación por lo que son más polífagas que las generaciones sexuales. De esta manera los pulgones junto con la planta hospedera están en un proceso coevolutivo (Dixon, 1987).

Los pulgones son capaces de introducir su estilete al tejido tisular de su hospedero y favorecer el desarrollo del tejido a su alrededor, encerrándolo por completo formando una agalla (Forrest, 1971; citado por Dixon, 1985). Los pulgones promueven puntos de proliferación acelerada de tejido vegetal que recubre a los pulgones proporcionándoles una fuente rica en nutrientes y un medio de protección contra enemigos naturales. Este proceso no es general para la superfamilia Aphidoidea, en particular para Adelgidae, Pemphiginae, Thelaxinae y Aphidinae.

El diseño de las agallas es característico por especie (Dunn, 1960; citado por Dixon, 1985). Los pulgones son los organismos más importantes formadores de agallas en las regiones templadas del mundo. Existen cerca de 700 especies conocidas de pulgones formadores de agallas; la mayoría de estos se distribuyen en las regiones holárticas del mundo y una minoría en zonas tropicales. Las agallas cerradas están asociadas con ciclos biológicos que tienen alternancia de hospedero (heteroécicos). Esta combinación de formación de agallas en ciclos heteroécicos no se presenta en subfamilias como Lachninae, Chaitophorinae y Drepanosiphinae, (Kennedy & Stroyan, 1959; citado por Forrest, 1987).

Las agallas son producidas en muchas plantas dicotiledóneas; algunas pertenecen a familias de importancia económica como: Rosaceae, Rutaceae, Saxifragaceae y Solanaceae, entre otras. La mayor parte de las agallas pueden observarse en las partes aéreas, como hojas, peciolo, raquis, axilas, flores, pero también se presentan en las raíces. Las agallas pueden clasificarse como enrollamientos de las hojas, agallas en saco y tumores. Las agallas cerradas pueden

fusionar a diferentes órganos y cubrir a los pulgones que se reproducen dentro (Forrest, 1987).

La presencia de agallas de pulgones en árboles, puede ser en algunos casos muy abundante; por ejemplo, 116, 000 hojas de un arce de 20 m pueden estar infestadas con 2, 500, 000 pulgones, equivalente en biomasa a un conejo. En ausencia de pulgones algunos arces pueden producir 280% más madera (Dixon, 1985).

En árboles jóvenes y maduros puede diferir su reacción a la infestación de pulgones (Lewellyn, 1975; citado por Dixon, 1985). No hay duda que los pulgones producen efectos adversos en el crecimiento de los árboles y puede ser mayor el efecto en las respuestas de la competencia intra e inter específica en los arboles y en el establecimiento de sus plántulas. Otro caso particular es el pulgón del abeto, *Elatobim abietinum* (Walker), que produce la defoliación del abeto; ataques subsecuentes pueden producir la muerte del árbol.

El enrollamiento de hojas o pseudoagallas fue estudiado en *Dysaphis devectora* Walker en manzanos. Las células de las hojas curvadas son más cortas y las paredes celulares delgadas. Los pulgones al alimentarse promueven el enrollamiento de las hojas, este puede ser en forma lateral como en *Macrosiphum euphorbiae* Thomas en solanaceas (Gibson, 1974; citado por Forrest, 1987). Las pseudoagallas no son estructuras cerradas, en los enrollamientos y rizaduras de las hojas se desarrollan colonias de pulgones.

Los beneficios que proporciona este tipo de pseudoagalla a la colonia son un microclima favorable, humedad alta sin peligro de deshidratación. Por el contrario, la producción de mielecilla es frecuentemente reducida para evitar la posibilidad de contaminación; en cambio estos pulgones secretan cantidades copiosas de cera que posiblemente rodea sus cuerpos y circunda las gotas de mielecilla que evita que se caigan (Bodenheimer & Swirski, 1957; citado por Forrest, 1987). La formación de agallas permite que los pulgones tengan protección contra los elementos climáticos, pero la formación de pseudoagallas no impide la depredación y el parasitismo (Whitham, 1978; Akimoto, 1983; Starý, 1988).

## Enemigos naturales

Los enemigos naturales de los pulgones son particularmente interesantes porque hay una amplia diversidad de organismos: depredadores, parásitos, parasitoides y hongos patógenos (Tabla 3). Juntos tienen un objetivo en común llegar al lugar donde están los pulgones justo a tiempo, para hacer el mejor uso de este recurso (Blackman, 1974).

**Tabla 3. Grupos de organismos afidófagos.**

Grupo	Estado depredador
<b>Coleoptera</b>	
Coccinellidae	larva, adulto
Cantharidae	adulto
Carabidae	adulto
Staphylinidae	larva, adulto
<b>Diptera</b>	
Syrphidae	larva
Cecidomyiidae	larva
Chamaemyiidae	larva
Dermaptera	todos los estadios móviles
Chloropidae	larva
<b>Hymenoptera</b>	
Vespidae	adulto
Formicidae	adulto
Sphecidae	adulto
<b>Neuroptera</b>	
Chysopidae	larva, adulto
Hemerobiidae	larva, adulto
Coniopterigidae	larva, adulto
<b>Heteroptera</b>	
Anthracoridae	ninfa, Adulto
Nabidae	ninfa, adulto
Reduviidae	ninfa, adulto
Pentatomidae	ninfa, adulto
Capsidae	ninfa, adulto
Miridae	ninfa, adulto
Lygaeidae	ninfa, adulto
<b>Aranea</b>	todos los estadios móviles
<b>Acarí</b>	
Anystidae	todos los estadios móviles
<b>Opiliones</b>	ninfa, adulto
Aves	adulto

Tomado de Frazer B.D. (1988).

La mayoría de los enemigos naturales pueden verse en verano en plantas herbáceas para tener un mayor beneficio de las colonias de pulgones antes de que disminuya su población.

Los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), son los afidófagos más estudiados, es el grupo que se conoce más de su biología y la influencia en la dinámica poblacional de pulgones que otros depredadores. Los coccinélidos depositan sus huevecillos cerca o en colonias de pulgones; las larvas que emergen consumen el huevo del cual emergieron y se alimentan de pulgones. Después de la metamorfosis no cambian los hábitos alimenticios de estos coleópteros. Los adultos al igual que sus larvas son afidófagos.

Los coccinélidos tienen sus propios enemigos naturales. Tres géneros de dípteros *Phalacrotophora* (Phoridae), *Degeeria* (Tachinidae), *Hylomycooides* (Tachinidae) y cinco géneros de Hymenoptera, *Perilitus* (Braconidae), *Centistes* (Braconidae), *Mestastenus* (Pteromalidae), *Tetrastichus* (Eulophidae) y *Homalotylus* (Encyrtidae) tienen especies que parasitan coccinélidos (Frazer, 1988).

El nivel de efectividad de un coccinélido depende del grado de voracidad de la larva y el estadio (Mills, 1962; citado por Frazer, 1988). Dependiendo del desarrollo de los coccinélidos, es la capacidad para la captura de pulgones, las larvas más grandes son más eficientes que las jóvenes y los adultos son menos eficientes que el cuarto estadio larvario (Wratten, 1973).

Un factor que influye en la actividad de captura de los coccinélidos como una respuesta funcional, es la temperatura. Existe una temperatura crítica en la relación depredador-presa. A temperaturas más bajas a la crítica, los pulgones se reproducen más rápido que la capacidad de consumo de los depredadores. En temperaturas más altas que al valor crítico, el valor de depredación excede el valor de reproducción de pulgones. La temperatura es un factor decisivo en disminuciones y aumentos en poblaciones de pulgones (Frazer & Gilbert, 1976).

Los depredadores son animales que consumen más de un organismo para su desarrollo; caso opuesto, con los parásitos, que se desarrollan en un determinado hospedero. Los depredadores tienen un tiempo de búsqueda para detectar y en ocasiones requieren de un gasto de energía para su captura. Para el caso de afidófagos resultan muy artificiales los términos anteriores, un depredador puede entrar a la colonia, moverse lenta y cautelosamente, o adoptar formas de camuflaje

en la colonia; puede no causar una respuesta de alarma. De este modo las larvas ápodas y ciegas de sírfidos (Diptera: Syrphidae) son la antítesis de un depredador típico. El adulto deposita sus huevecillos cerca o en una colonia de pulgones, de tal manera al emerger estas larvas se alimentan y desarrollan en la colonia, actuando más bien como parásitos (Figura 17). Hay mas de 4, 700 especies de sírfidos en el mundo, con cerca de 300 tan solo en Europa. Del grupo de los sírfidos afidófagos se presenta en dos tribus de la subfamilia Syrphinae: tribus Syrphini y Melanostomini (Chambers, 1988).



Figura 17. Larva de sírfido devorando un pulgón.

El parasitoidismo es otra relación que afecta negativamente a la población de pulgones. Estos parasitoides son himenópteros, pertenecientes a la familia Aphidiidae, con aproximadamente 60 géneros y subgéneros con más de 400 especies conocidas (Starý, 1988). Los adultos inyectan uno o varios huevecillos en el pulgón. De esta forma, la diminuta avispa se desarrolla dentro del pulgón, produciendole la muerte.

El exoesqueleto del pulgón se torna rígido y de una coloración café parda, se les conoce como "momias", de las cuales emerge una avispa adulta.

Los Aphelinidae (Hymenoptera) son parasitoides endófagos. Su desarrollo es particularmente influido por el pulgón huésped y por la temperatura. El período de desarrollo es de dos semanas y los más longevos de tres semanas, dependiendo de

las condiciones climáticas. Las momias de los pulgones son producto de estos parasitoides, en su mayoría son negras.

Los hiperparasitoides de parasitoides de pulgones pertenecen al Orden Hymenoptera donde se incluyen tres superfamilias (Chalcidoidea, Ceraphronoidea y Cynipoidea).

Este fenómeno se presenta en insectos y consiste en el desarrollo de un parásito sobre otro parásito (parasitoide), los tipos de hiperparasitoidismo en pulgones son:

**Endoparásito:** Las avispas hembras ovipositan dentro de la larva del parasitoide de la ninfa parasitada. En este caso se desarrolla dentro del pulgón en vida que después formará una momia. La larva del hiperparasitoide se alimenta internamente en el hospedero primario. Los géneros son *Alloxysta* (=Charips), *Phaenoglyphis*, *Lytoxysta* y *Tetrastichus*.

**Ectoparásito:** Las avispas hembras depositan sus huevos en la superficie de las larvas de los parasitoides primarios sólo después de que el pulgón está momificado. Se alimentan externamente dentro del hospedero primario ya momificado. Los géneros de este tipo de hiperparasitoides son *Asaphes*, *Dendrocerus* (=Lygocerus), *Pachyneuron* y *Coruna* (Sullivan, 1988).

### **Patógenos de pulgones**

El principal grupo de patógenos de pulgones son los hongos del orden Entomoforales (Zygomycetes). En particular se desarrollan en invernaderos o en regiones tropicales. Las especies de Entomoforales identificados para pulgones comprenden cinco géneros: *Conidiobolus*, *Entomophthora*, *Erynia*, *Neozygites* y *Zoophora*. Son numerosos los factores bióticos y abióticos que afectan la presencia y desarrollo de hongos patógenos en poblaciones de pulgones. El factor crítico ambiental es la humedad, cuando la humedad relativa del ambiente es alta, favorece su desarrollo. Aspectos biológicos de las colonias de pulgones como el ciclo biológico, densidad poblacional, movilidad, favorecen la infección y desarrollo de estos patógenos (Laiçé & Papierok, 1988).

## DESCRIPCIONES DEL PULGON DEL FRESNO

El estatus taxonómico del pulgón del fresno ha sido controvertido, ya que algunos autores lo mencionan como *Prociphilus* y posteriormente Smith (1974) lo describió a nivel de género como *Meliarhizophagus* y posteriormente Blackman & Eastop (1994) y sobre todo Remaudière & Remaudière (1997) lo ubican como subgénero *Meliarhizophagus* dentro del género *Prociphilus*. A continuación se citan algunas de las descripciones taxonómicas del pulgón del fresno.

### Descripción de Palmer (1952)

*Prociphilus fraxinifolii* (Riley) (The Leaf-curl Ash Aphid).

Fundatrix. Medio amarillo verdoso a amarillo pálido, cabeza café; floculenta; apéndices café. Largo del cuerpo 2- 2.5 mm tarso 0.40-0.55 mm; segmento tarsal II 0.14-0.16 mm; antena 0.50-0.60 mm. El rostro alcanza la segunda coxa. Grandes glándulas cerígenas presentes en la cabeza, 3 hileras longitudinales en el cuerpo.

Aptera vivípara. Largo del cuerpo 2.5 mm; tarso 0.55-0.70 mm; antena 0.80 mm.

Alada vivípara. Fundatrigena. Cabeza y torax café, abdomen amarillo-verde; floculento; apéndices muy oscuros, casi negros. Largo del cuerpo 2 mm; talla de alas 2.5 mm; hamuli 2-3 en número; Tarso 0.60-0.76 mm; antena 0.80-0.96 mm; rostro apenas alcanza la segunda coxa. Glándulas cerígenas presentes en la cabeza, pequeñas arregladas en dos hileras longitudinalmente de tres. Un par de glándulas cerígenas pequeño en el mesotorax.

Pseudoagalla. Hojas fuertemente enrolladas, formando una masa en la punta de la rama.

Patrones de caracteres que lo hacen reconocible. Características de la pseudoagalla (la hoja fuertemente enrollada) número de sensorios en III de alado vivíparo (menor de 10), largo de III en alada vivípara (no mayor de 0.30mm), largo del segmento rostral IV+V (0.11-0.12 mm) y alas hialinas.

Lectotipo y paratipos, III Nat. Hist. Surv. No. 2762 y 7167 (Palmer, 1952).

### Descripción para el género *Meliarhizophagus* por Smith (1974)

Solamente una especie es conocida; *Meliarhizophagus fraxinifolii* (Riley). *Meliarhizophagus* se parece a *Pemphigus* en tamaño y muchos otros aspectos pero difiere en la forma alada vivípara, con sensorias secundarias ciliadas y sedas

accesorias sobre R IV + V. *Meliarhizophagus* difiere de *Prociphilus* en el primer instar de la fundatrípura, por tener un cuello membranoso entre los segmentos III y IV de la antena; en ápteros vivíparas en el extremo de la metatibia tienen una espina como seda y en R IV+V tienen solo dos sedas accesorias.

*M. fraxinifolii* cumple su ciclo de vida completo en *Fraxinus*, las fundatrices y aladas vivíparas se desarrollan en las hojas rizadas, las generaciones estivales de ápteros vivíparas y sexúpara en las raíces.

*M. fraxinifolii* (inicialmente descrito como *Pemphigus*). Ha sido citado por varios autores como *Pemphigus*, y los otros lo han descrito como *Prociphilus*, Maxson & Hottes (1929). Es evidente que *M. fraxinifolii* difiere del *Prociphilus* típico. (Smith, 1990, inédito). Smith y Parron (1978) reconoce al género *Meliarhizophagus* como válido.

#### **Descripción de Kono (1977)**

##### ***Prociphilus fraxinifolii* (Figura 18).**

Las hembras aladas vivíparas del pulgón del fresno miden de 1.98 a 2.55 mm. de longitud. El cuerpo es floculento. En especímenes montados y aclarados, se observan zonas oscuras-marrones en la cabeza, tórax, antenas y patas. La placa genital, anal y la cauda son de un ligero negro-marrón. El abdomen es claro. La antena es más corta que el cuerpo y hay de 5 a 9, de 4 a 6, de 5 a 7 y 1 a 3 sensoria secundarias en los segmentos antenales III a VI respectivamente. La cauda es semicircular poco aparente y sostiene un par de sedas cortas. El extremo del rostro no llega a la coxa. Las sedas del cuerpo y antenas son cortas y puntiagudas.

Las hembras ápteras vivíparas miden de 2.43 a 2.83 mm. de largo. El cuerpo es floculento. En especímenes aclarados y montados: las áreas oscuras de color negro-marrón son: la cabeza, el tórax, antenas, patas, placa anal, placa genital y cauda. El abdomen es claro. La cauda semilunar sosteniendo dos sedas. El extremo del rostro no llega a la coxa II. El pulgón del fresno pasa el invierno bajo el fresno. En la primavera presenta varias generaciones partenogenéticas, que viven en colonias dentro de las hojas enrolladas al final de las ramas. El patrón de caracteres que lo distingue es el número de sensoria sobre los segmentos antenales, el número de sedas en la cauda y el abdomen es constante en ambas formas; alados y ápteros.



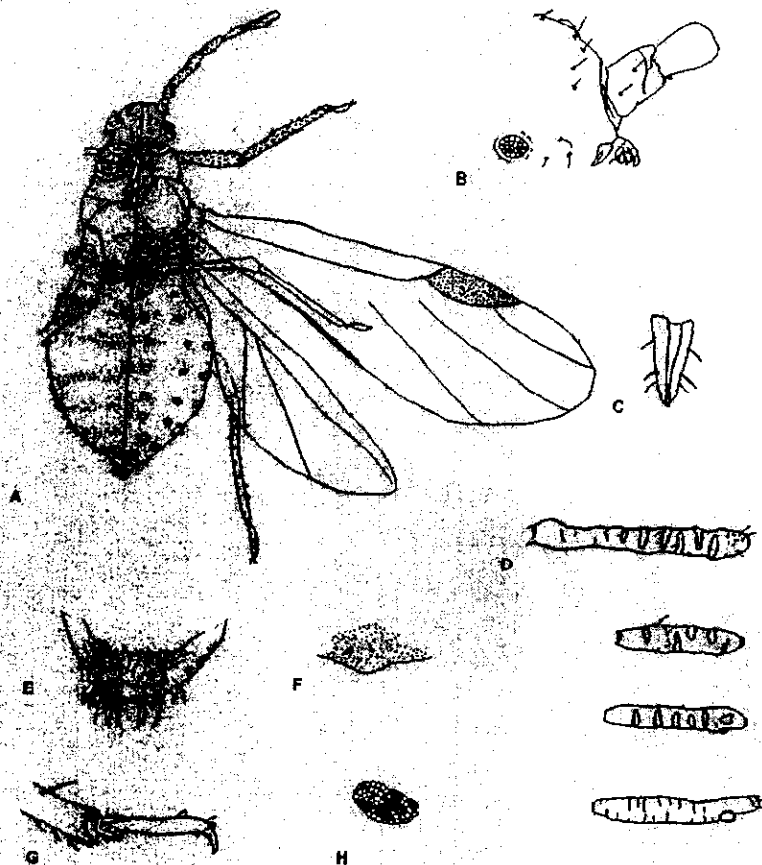


Figura 18. Morfología del pulgón del fresno.

A. Cuerpo dividido, lado derecho vista dorsal, lado izquierdo vista ventral. B. Parte superior derecha en vista dorsal de la cabeza, artejos I, II. C. Último segmento rostral RIV+V. D. Antena, artejos III, IV, V y VI. E. Placa genital, placa anal. F. Cauda. G. Tarso. H. Glándula cerígena.

Tomado de Kono (1977).

### **Descripción de Blackman & Eastop (1994)**

*Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (Riley) Monoécico en fresnos americanos *Fraxinus* sp. Fundatrices de color amarillo verdoso a verde pálido, su progenie vive en las hojas enrolladas de las puntas de las ramas durante la estación de desarrollo de las hojas. Alados, largo del cuerpo 1.4-2.8 mm con el abdomen verde se producen de abril a octubre. Las colonias son atendidas por hormigas durante todo el año en la parte aérea y en las raíces de fresnos. Las aiadas sexúparas se producen en octubre-noviembre (Smith, 1974). Se distribuye ampliamente en EUA, Canadá y México. En Chile (Carrillo, 1977) y en Sudáfrica han sido introducidos al igual que sus hospederos *Fraxinus. pennsylvanica* y *F. velutina* (Müller & Schöll, 1958).

Brundrett & Kendrick (1987) estudió la simbiosis entre población de pulgones que se alimentan en las raíces y un hongo. El número cromosómico es:  $2n=20$  (Robinson & Chen, 1969).

#### IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Distrito Federal se encuentra dividido políticamente en dieciséis delegaciones políticas. La zona de estudio se encuentra ubicada en la Delegación de Xochimilco en los límites con la Delegación de Tlalpan (Figura 19).

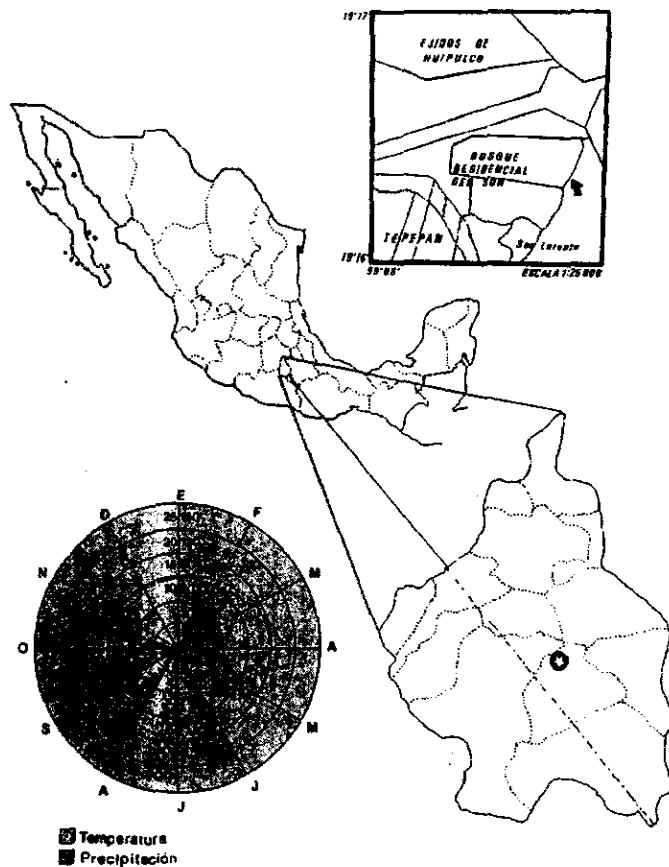


Figura. 19. Ubicación de la zona de estudio.  
Climograma circular. Tomado de Ruiz-Montoya *et al* (1994).

La ubicación geográfica es: 19° 16' latitud norte y 99° 04' longitud oeste.

Las temperaturas medias anuales varían de 14° a 16° C en la porción norte, disminuyendo hacia el sur, donde se tiene un régimen térmico cercano a los 12° C. Los meses con mayor temperatura son mayo y junio. La precipitación esta en un rango entre los 90 a 120 cm. Los meses con mayor precipitación son de junio a septiembre.

El nombre de Xochimilco proviene del náhuatl que significa: terreno cultivado de flores, y hasta la actualidad es en esta zona, en sus chinampas es uno de los proveedores más importantes de flores y hortalizas para los mercados de la ciudad de México.

Con el desagüe parcial del lago de Xochimilco se ha dado un acelerado proceso de urbanización, a continuación se presenta el porcentaje de áreas verdes y uso de suelo para la delegación.

Tabla 4. Uso de suelo para la Delegación Xochimilco, D.F.

	1983		2000	
	superficie		superficie	
	ha	%	ha	%
<b>A) Zona Urbanizada</b>				
*zona de reserva	2415	100	2415	100
Habitación	1435	90.10	1788	100
Comercio	80	5.0	135	5.54
Otros Usos	8	0.50	227	9.40
Espacios abiertos	60	3.80	144	5.94
<b>B) Zona no urbanizada</b>	10610	86.95	1403	11.50
<b>C) Zona de amortiguamiento</b>			80.57	68.71

Población total 310 000 habitantes

Densidad 128 hab/ha

Area verde por habitante 0.83 m2

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano 1983

Departamento de Distrito Federal

Departamento de Programación.

## V. METODOLOGIA

La metodología consiste de dos tipos

- a). Muestreo y tratamiento de muestras.
- b). Técnicas de gabinete: que describe la preparación, procesamiento, montaje, medición de los organismos y métodos para el análisis de datos.

### Muestreo

En los límites de la Delegación de Xochimiilco y Tlalpan (Figura 19), 67 fresnos se numeraron y para cada uno se midió el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) y se registró la presencia o ausencia de colonias de pulgones. Debido a las características del ciclo biológico del pulgón del fresno se implementaron tres metodologías diferentes para realizar una evaluación de los diferentes morfotipos durante un ciclo de infestación. Para la parte aérea del árbol, los muestreos se realizaron a partir de abril hasta octubre de 1989.

Tomando en cuenta que el fresno es una especie caducifolia, entre los meses de octubre y febrero se realizaron muestreos de suelo cercano a las raíces para tratar de encontrar los morfotipos sexuales y los huevecillos.

En el tronco del árbol los muestreos se hicieron en marzo de 1991, debido al ascenso de las ninfas.

A continuación se describen de manera detallada cada metodología.

En la parte aérea de los árboles, se hicieron muestreos sistemáticos cada quince días de abril a octubre de 1989 (Tabla 5).

Muestreo	Fecha
1	23 de abril
2	7 de mayo
3	22 de mayo
4	3 de junio
5	17 de junio
6	2 de julio
7	15 de julio
8	30 de julio
9	13 de agosto
10	27 de agosto
11	10 de septiembre
12	24 de septiembre
13	8 de octubre.

Para cada muestreo se tomaron al azar cinco fresnos y mediante un gancho o garrocha de poda; se cortaron ramas de tres estratos: inferior, medio y superior. De cada árbol se registró el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP).

Las muestras se hicieron por duplicado. La primera muestra se colocó en una bolsa individual de malla fina de 15 x 15 cm. Este grupo de muestras se mantuvo intacto durante una semana, para permitir la emergencia de parasitoides adultos. Después de dicho periodo, se hizo el conteo y registro de los organismos presentes.

Las muestras que fueron colocadas en bolsas de malla fina, se mantuvieron intactas durante una semana, con la finalidad de separar los insectos presentes. Los estados adultos se fijaron en etanol. Las pupas de dípteros y las momias se colocaron individualmente en cápsulas de gelatina del No. 0 cada una con los datos de colecta. Los insectos en etanol y las cápsulas se enviaron a especialistas para su determinación.

El duplicado de cada muestra fue colocado en una bolsa individual de algodón del mismo tamaño que su homónimo. Las muestras en bolsas de algodón se sometieron a un tratamiento térmico en un horno a 50 °C durante 10 minutos con el propósito de sacrificar a los insectos para que se desprendieran fácilmente de las hojas.

Estas muestras se pasaron a frascos de boca ancha con etanol al 80%. Se consideraron a todos los insectos y su estado de desarrollo. Las hojas enrolladas que contenían material biológico fijo, es decir, aquel que no se desprendió después del tratamiento de calor como los puparios de dípteros y momias de pulgones eran cortados de las ramas y conservados en los frascos, etiquetando con el número de muestra, el número del árbol, el estrato, y la fecha de colecta.

A partir del mes de agosto, los morfotipos migrantes son producidos. Las sexúparas darán origen a las formas sexuadas que en las raíces ponen los huevecillos como forma de resistencia al invierno. Por este motivo, fue necesario tomar muestras de suelo, para lo cual, se aplicaron dos tipos de métodos. Se hicieron muestras duplicadas. Una fue tratada en embudos Berlesse. La otra muestra se colocó en frascos grandes con solución salina saturada, con el fin de que los organismos floten por diferencia de densidad con el suelo que tiende a precipitarse.

Con la finalidad de evaluar el daño producido por la infestación de pulgones, fueron considerados los registros de los DAP, tomados en abril de 1989 y marzo de 1991, además, se registró la presencia o ausencia de colonias de pulgones. Al analizar estos factores conjuntamente se puede inferir los efectos que los pulgones pueden producir en el crecimiento de *Fraxinus uhdei*.

Tomando en cuenta el comportamiento característico de ciertos Pemphiginos que presentan movimientos migratorios entre diversas partes de las plantas como la copa y raíz se llevaron a cabo mediciones de la movilidad de las ninfas durante la primavera. Se colocaron cintas adhesivas divididas en cuatro secciones cada una correspondiendo a un punto cardinal, cada cinta permanencia a diferentes horarios, para poder estimar la movilidad en el tronco de las ninfas ascendentes.

Se realizó un registro de las especies herbáceas cercanas como posibles alternantes para los depredadores y parasitoides.

### **Técnicas de gabinete**

De las muestras conservadas en etanol, se eliminó el material vegetal, se cuantificó y determinó el número de organismos, clasificando a nivel de orden con subdivisiones en función de los estados de desarrollo, haciendo énfasis en los pulgones donde se cuantificó el número de cada estadio ninfal hasta los adultos considerando sus diferentes morfotipos: ápteros, alados, sexúparas y fundatrices. Después, los insectos fueron enviados a especialistas para su determinación taxonómica.

Los pulgones e himenópteros fueron montados en preparaciones fijas mediante el procedimiento de Remaudière & Autrique (1985), ( Apéndice 1).

Los ejemplares adultos de las formas aladas vivíparas fueron tratados para la observación de caracteres morfológicos en un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM). Metodología está descrita en Apéndice 2.

De cada estadio y morfotipo de pulgones se hicieron preparaciones fijas para realizar el análisis morfométrico (Figura 20). Considerando los siguientes caracteres morfológicos:

- Longitud del cuerpo
- Longitud del rostro
- Longitud del último artejo del rostro

Número de sedas del último artojo del rostro  
 Longitud de los artojos antenales  
 Número de sensoria en los artojos III, IV, V y VI.  
 Longitud de la cauda  
 Número de sedas en la cauda  
 Longitud de tibia  
 Longitud de tarsómeros

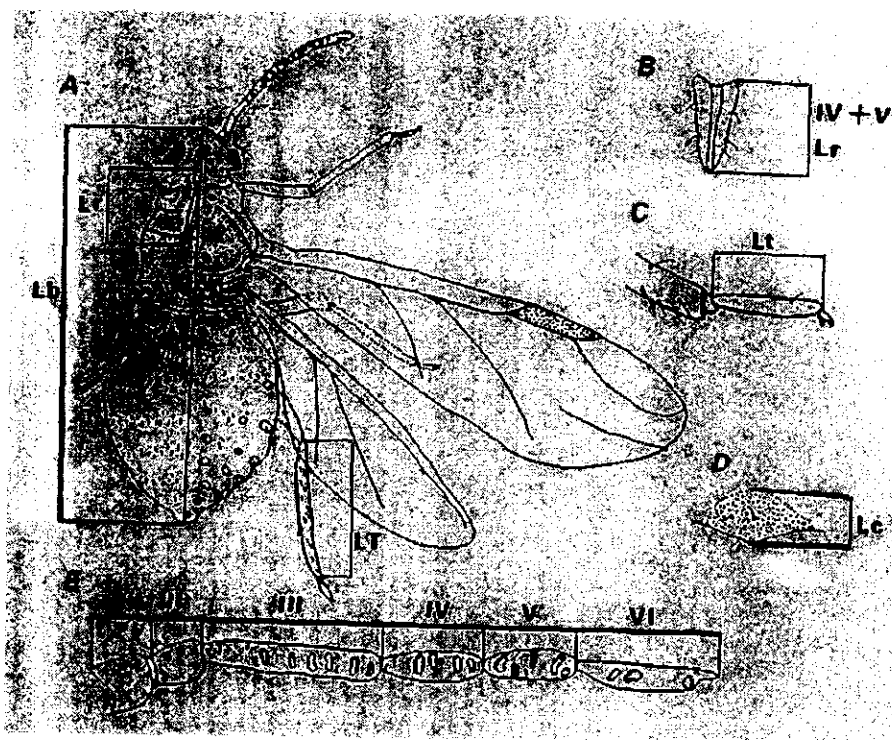


Figura 20. Mediciones.

A. *Prociphilius (M.) fraxinifolii* (Riley) (hembra vivípara alada), izquierda en vista ventral, derecha en vista dorsal; Lb, largo del cuerpo; Lr, largo rostro; LT, largo tibia. B. Último artojo antenal R IV + V; Lr IV+V, largo del último artojo del rostro. C. Tarsó; Lt, largo de tarso. D. Cauda; Lc, Largo de la cauda. E. Antena, en números romanos se representan los artojos antenales.



Las preparaciones fijas de este material, fueron depositadas en la Colección de Aphidoidea (Homoptera: Aphidoidea) de México. Proyecto DEPI-IPN 970530 a cargo de la M. en C. María Rebeca Peña Martínez en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

Para hacer el análisis numérico de los datos se utilizaron diagramas de caja, (Figuras 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36) diseñados por Tukey (Tukey, 1971, 1972; citado por Salgado, 1992). La línea horizontal en medio de la caja representa como medida de tendencia central, el valor de la mediana de la muestra. En los rangos de la caja se encuentran contenidos el centro con el 50% del total de los datos. En *borde de cada caja hay unos ejes que representan los percentiles 25 y 75*. La longitud de la caja (la diferencia entre los valores de los ejes) corresponde al recorrido intercuartílico. Todos los datos que están fuera de este rango de valores están representados fuera de los ejes como puntos extremos. Este tipo de gráficos permiten examinar la distribución de cada grupo de datos, a diferencia de los tradicionales histogramas de frecuencias.

Para comprobar estadísticamente las diferencias entre los grupos de datos representados gráficamente por diagramas de caja se utilizó el análisis de varianza del paquete estadístico "STATA". Para las regresiones lineales y análisis de regresión lineal se utilizaron la misma paquetería estadística. Para determinar factores de densodependencia de los pulgones se utilizó el programa "SUPERANOVA".

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación del pulgón del fresno

Se encontró que el pulgón formador de la "pseudoagallas" es *Prociphilus* (*Meliarhizophagus*) *fraxinifolii* (Riley) conocido como el pulgón del fresno (Figura 21).

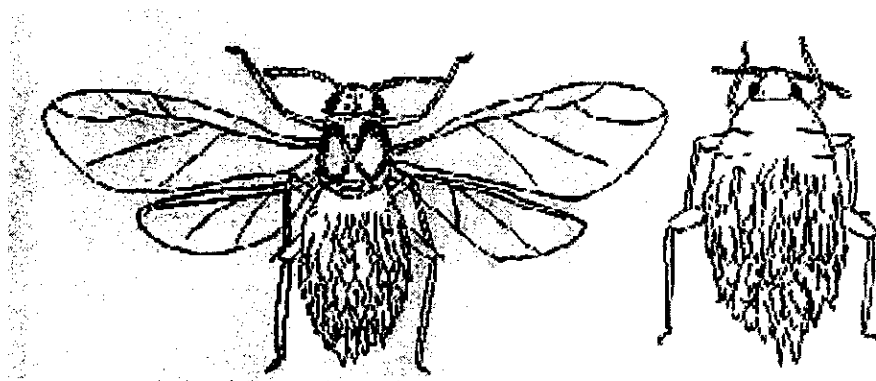


Figura 21. Esquema de *Prociphilus* (*Meliarhizophagus*) *fraxinifolii* (Riley).

### Descripción morfológica

Con base en las mediciones de ejemplares aclarados y montados (Apéndice 1) se hizo la descripción morfológica (Tabla 6).

#### Fundatríz.

Cuerpo orbicular de 2.5 a 2.8 mm de largo, color verde-amarillo, con secreciones cerosas que cubren la superficie del cuerpo de una apariencia algodonosa. Parte dorsal de la cabeza con cinco a siete glándulas cerígenas; glándulas cerígenas ovaladas con una seta puntiaguda en la parte central; células de las glándulas irregularmente dispuestas. Cabeza con ojos reducidos a un par de triomatidios y un par de antenas de 1.6 a 1.7 mm de largo, divididas en cinco artejos, el último artejo con un *sensorium* primario, el proceso terminal más corto que la base. Rostro de 0.6 a 0.7 mm de longitud, el último artejo rostral RIV+V mide 0.1 mm y porta ocho sedas accesorias puntiagudas. En ejemplares aclarados y montados, el cuerpo es claro. En el abdomen en tonos oscuros y se distinguen la placa anal, la placa genital y la cauda con dos sedas accesorias.

#### **Hembras ápteras vivíparas.**

Cuerpo ovado de 1.9 a 2.8 mm de largo, color verde-amarillo, con secreciones cerosas que cubren la superficie del cuerpo de una apariencia algodonosa. Parte dorsal de la cabeza con cuatro glándulas cerígenas. Cabeza con un par de ojos compuestos y un par de antenas de 0.7 a 1.0 mm de largo con 6 artejos. Rostro de 0.5 a 0.7 mm de longitud, el artejo rostral RIV+V con seis sedas accesorias. En ejemplares aclarados y montados, el cuerpo es claro, en el abdomen se distinguen en tonos oscuros la placa genital, la placa anal y la cauda con dos sedas accesorias.

#### **Hembras aladas vivíparas.**

Cuerpo oblongo alargado de 1.8 a 2.4 cm de largo, color verde-amarillo, con secreciones cerosas que cubren la superficie del cuerpo de una apariencia algodonosa. Parte dorsal de la cabeza con seis glándulas cerígenas. Cabeza con un par de ojos compuestos, *tomatidios* y *ocelos* y un par de antenas con seis artejos de 0.7 a 0.9 mm de longitud; el artejo antenal III con cinco a siete *sensoria* secundarias, el artejo IV con tres a cinco *sensoria*, el artejo V con cuatro a seis *sensoria*, el artejo VI con uno a tres *sensoria* alargadas rodeadas con estructuras en forma de dientes (Figura 22, 23); proceso terminal muy corto, una quinta parte en relación con la longitud de la base. Rostro de 0.1 mm de longitud, el último artejo rostral, RIV+V con cuatro sedas puntiagudas. En ejemplares aclarados y montados, el tórax es color marrón oscuro, los lóbulos torácicos muy marcados, y entre éstos hay un par de glándulas cerígenas con una seda puntiaguda (Figura 24, 25). Tórax con dos pares de alas; el primer par con la nerviación alar reducida en comparación con el resto de la familia Aphididae. Vena costal contigua al margen anterosuperior, la subcostal que es gruesa y conserva su posición terminal junto con la radial, la cubital y anal que son simples; el segundo par de alas, ostenta solo dos nervaduras. En ejemplares aclarados y montados, el abdomen es claro, integrado por ocho segmentos, margen de cada segmento con un espiráculo, distribuidos desde la zona marginal al centro con dos hileras longitudinales de tres glándulas cerígenas, cada glándula ostenta una seda puntiaguda en el centro; en tonos oscuros de distinguen la placa anal, la placa genital y la cauda con dos sedas accesorias.

### Sexúpara.

Cuerpo oblongo alargado de 2.3 a 2.4 mm de largo, color verde-amarillo, con secreciones cerosas que cubren la superficie del cuerpo de una apariencia algodonosa. Parte dorsal de la cabeza con seis glándulas cerígenas. Cabeza con un par de ojos compuestos, tiomatidio y ocelos, y un par de antenas con seis artejos; el artejo antenal III con cinco a siete *sensoria* secundarias, el artejo IV con tres a cinco *sensoria*, el artejo V con cuatro a seis *sensoria*, el artejo VI con uno a tres *sensoria* alargadas con estructuras dentadas que las rodean, el proceso terminal muy corto, una quinta parte en relación con la longitud de la base. Rostro con el último artejo rostral RIV+V con cuatro sedas accesorias. En ejemplares aclarados y montados, el tórax es de color marrón oscuro muy marcados los lóbulos torácicos, y entre estos hay un par de glándulas cerígenas con una seda puntiaguda (Figura 24, 25). El primer par de alas con la nerviación alar reducida en comparación con el resto de la familia Aphididae. Vena costal contigua al margen anterosuperior, la subcostal que es gruesa y encierra su posición terminal junto con la radial, la media, la cubital y anal que son simples; segundo par de alas, ostentan dos nervaduras. En ejemplares aclarados y montados, el abdomen es claro, integrado por ocho segmentos, margen de cada segmento con un espiráculo, distribuidos desde la zona marginal al centro de las glándulas cerígenas; en tono oscuro se distingue la placa anal, el número de sedas accesorias de la placa genital es mayor que en alados vivíparos. Se distingue de la hembra alada vivípara por el fémur más ancho y con varias *sensoria*, las tibias más largas y cubiertas con una gran cantidad de seda, las patas son más oscuras en comparación con los alados vivíparos. Los fémures son más anchos, con *sensoria* claras, discoidales. La cauda con dos sedas accesorias (Tabla 6). Se presentaron de julio a octubre, a final de la estación antes de la caída de las hojas del fresno.

Smith (1974) en la descripción del género *Meliarhizophagus* menciona como una característica la presencia de *sensoria* secundarias ciliadas para separar el género de *Prociphilus*. Con la observación de los artejos antenales, utilizando el SEM se distingue claramente que las *sensoria* están rodeados de estructuras de apariencia dentada (Figura 22, 23) en lugar de cilios. La presencia de formas anilladas en las *sensoria* secundarias es una característica constante en la subfamilia.

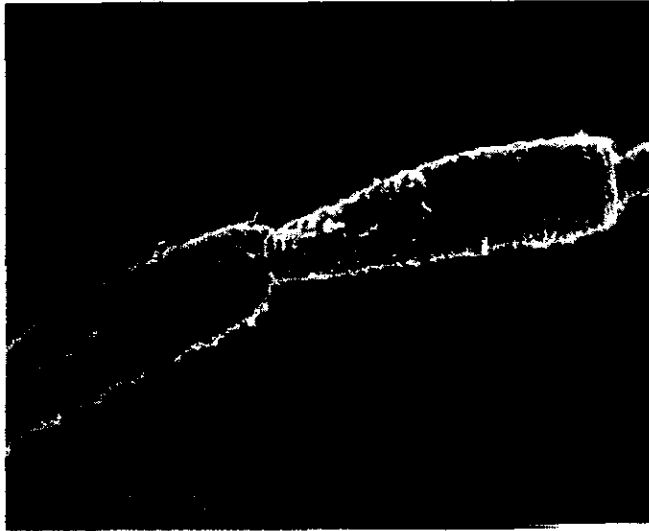


Figura 22. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) de los Artejos antenales IV y V de hembra vivípara alada de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley). (barra = 160 $\mu$ m).

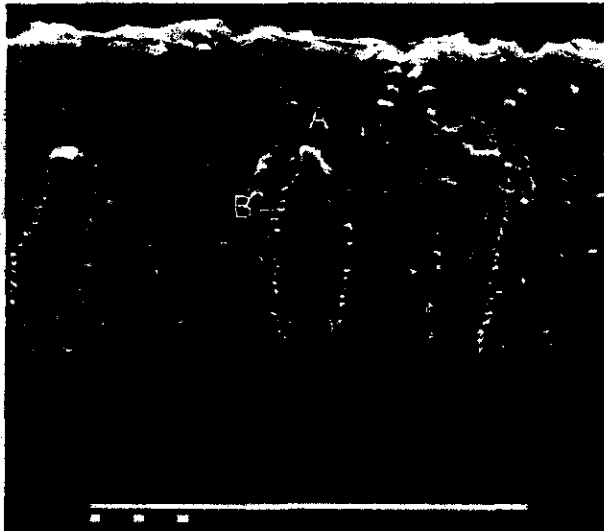


Figura 23. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) del Artejo antenal IV de hembra vivípara alada de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley). A. *Sensorium* secundario. B. Sedas dentadas (barra = 740 $\mu$ m).

Un carácter muy constante en los ejemplares alados es la presencia de dos glándulas cerígenas en el tórax (Figura 24, 25). El número de glándulas cerígenas así como su forma son un patrón constante para los diferentes morfotipos tanto en su ubicación como en su tamaño. Hay dos glándulas en el mesotórax con una ceda accesoria (Figura 25) y este carácter es constante en los morfotipos alados. La presencia de un par de glándulas cerígenas en el mesotórax es una característica que se comparte con varias especies de *Prociphilus* en Norteamérica como *Prociphilus bumeliae* (Schrank), *Prociphilus corrugatans* (Serrine), *Prociphilus erigeronensis* (Thomas) *Prociphilus venafuscus* (Patch), *Prociphilus xylostei* (De Geer) (Palmer, 1952).

La particularidad del ciclo biológico (holocíclico monoécico) para el género *Meliarhizophagus*, (Smith, 1974) también se presenta en especies europeas (Blackman & Eastop, 1994) y japonesas (Moritsu, 1982; Akimoto, 1985) del género *Prociphilus*.

En el catálogo de áfidos del mundo Remaudière & Remaudière (1997) reconoce a *Prociphilus fraxinifolii*, no obstante, Blackman & Eastop (1994) ubica a *Meliarhizophagus* a nivel subgenérico.



Figura 24. Microfotografía electrónica de barrido (SEM) del Mesotórax de hembra vivípara alada de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) (barra = 630 $\mu$ m).

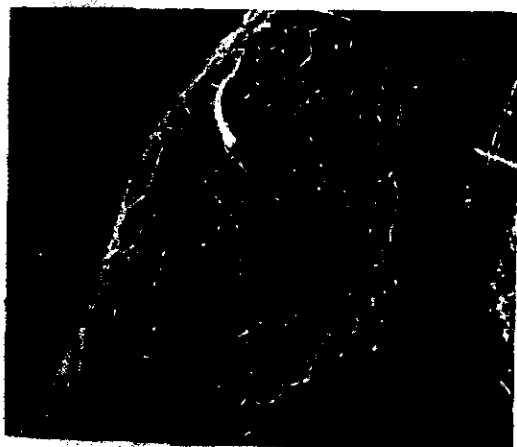


Figura 25. Microfotografía electrónica de barrido (SEM 20 000x) de Glándula cerígena del Mesotórax de hembra vivípara alada de *Prociphitus (M.) fraxinifolii* (Piley).

### **Descripción del ciclo biológico**

El ciclo biológico ó ciclo anual de generaciones es del tipo holocíclico monécico, representado por dos tipos de reproducción, sexual y asexual, con diferentes morfotipos (Figura 26).

La fundatríz emerge de un huevecillo, durante la primavera. Este huevecillo es depositado por las formas sexuales en las raíces. Las fundatrices después de emerger inician su reproducción que es partenogénica. Durante su trayectoria de ascenso a las ramas de los árboles jóvenes ninfipositan desde el tronco. Se considera a las fundatrices como las causantes de las pseudoagallas, donde se establecen las colonias (información confirmada por Clyde Smith, 1989 in litt). Las fundatrices están presentes de marzo-abril, (dependiendo de las condiciones climáticas).

La morfología de las fundatrices es muy diferente comparada con las hembras vivíparas. Dentro de las pseudoagallas, las fundatrices por reproducción partenogénica dan lugar a una generación de hembras vivíparas partenogénicas ápteras y aladas denominadas fundatrígenas. En cada pseudoagalla se desarrolla una colonia de pulgones, hembras vivíparas ápteras y aladas, en los diferentes estadios de desarrollo (presentes desde marzo hasta principios de octubre). Dentro



Figura 26. Ciclo biológico de *Prociphilus (Melanrhizophagus) fraxinifolii* (Riley) en *Fraxinus uhdei*. Holocíclico monoécico. Abreviaturas: na, ninfas ascendentes; Fx, fundatrix; Ao, hembras vivíparas ápteras; Al, hembras vivíparas aladas; Sx, sexúpara; nd, ninfas descendentes; Mx, macho; Ov, hembra sexuada ovípara; oo, huevecillo.



de estas pseudoagallas, existe todo un complejo de organismos que tienen diferentes interacciones con los pulgones, también se encuentran los depredadores y parasitoides.

Durante el otoño cuando el fresno pierde las hojas, los pulgones emigran por el tronco hacia las raíces; también se produce la sexúpara. Este morfotipo es alado y da origen a las formas sexuadas. En la época de invierno la ovípara deposita un huevecillo cerca de las raíces, como forma de resistencia a las condiciones climáticas, del cual, emergerá la fundatríz durante la primavera para iniciar otro ciclo biológico.

En el presente estudio no fue posible coleccionar a las formas sexuadas en las raíces, con la metodología planteada. Sin embargo, se asume su presencia debido a que fueron coleccionadas sexúparas y fundatrices. Las sexúparas son morfotipos que producen sexuadas y las fundatrices siempre emergen de un huevecillo resultado de la reproducción sexual (Figura 26).

## **Aspectos ecológicos**

### **Distribución espacial**

Para conocer los patrones de distribución espacial de los pulgones en el árbol, se consideraron tres niveles: bajo, medio y alto. No hay una clara diferencia entre los estratos del árbol (Figura 27).

Los pulgones no mostraron una preferencia sobre donde establecer una colonia, es decir, cada rama tiene la misma probabilidad de ser ocupada por los pulgones. Las ninfas y adultos se desplazan dando como resultado una distribución homogénea en el árbol, como lo menciona Robert (1987).

Taylor (1958) propone una técnica para evaluar la disposición espacial. Mediante el análisis de regresión lineal es posible conocer el tipo de arreglo espacial de los organismos. Graficando en el eje las ordenadas el logaritmo de la varianza y en las abscisas el logaritmo de la media se observa una relación directa (Figura 28). El valor de la ordenada al origen nos da el parámetro para la determinación del tipo de distribución que tiene la población.

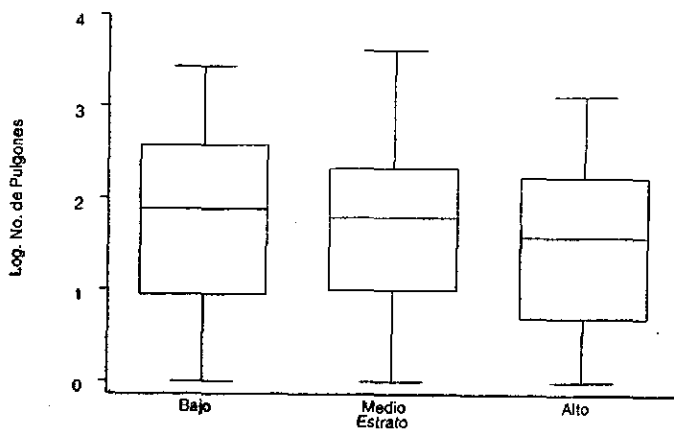


Figura 27. Disposición espacial de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley). Se encuentran representados los tres estratos de muestreo en *Fraxinus uhdei*, contra el log. del número de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* totales en Xochimilco D.F.

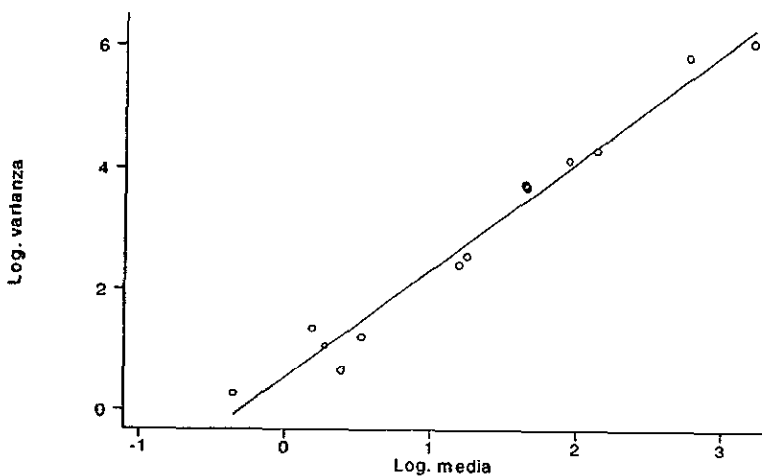


Figura 28. Disposición espacial de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) sobre *Fraxinus uhdei* en Xochimilco, D.F. México. (Ley de Taylor).

Se llevó a cabo un análisis de regresión lineal y se aplicó la ley de Taylor para conocer la disposición espacial de las colonias de pulgones en los árboles. Para lo cual se consideró la fluctuación poblacional durante un ciclo de infestación. A partir de este análisis de regresión lineal puede determinarse de una manera relativamente sencilla el tipo de arreglo espacial de la población. Se tiene un valor de  $r^2 = 0.973$ . Existe una clara relación lineal. El valor de la pendiente de 1.7 indica que la varianza es menor que la media. Con base en los criterios que propone la ley de Taylor (1958, 1961, 1971), este tipo de disposición es regular ó uniforme. Esto implica que el espacio habitable es continuo y tienen las mismas condiciones de habitabilidad y que ningún factor físicos, químicos y biológicos presenta variación. Implica también, que las colonias de pulgones son totalmente insensibles a la presencia o efectos de la presencia de otros individuos (Rabinovich, 1984).

Por lo general los pulgones presentan tendencias a tener distribuciones de tipo apiñonadas (Taylor, 1971) y el pulgón del fresno no es la excepción. En cada una de las hojas del fresno los pulgones forman una estructura semi cerrada, la pseudoagalla, en donde se establece una colonia de pulgones.

El tipo de muestreo es el que determina los resultados de los análisis. Particularmente en este caso, la disposición uniforme no se refiere directamente a las poblaciones de los pulgones sino es un reflejo del arreglo espacial de las pseudoagallas en el árbol.

Como sugerencia sería necesario cambiar la escala de análisis y tomar en cuenta la cuantificación de los individuos por pseudoagalla para determinar el tipo de disposición que tiene los pulgones del fresno dentro de las pseudoagallas.

### **Distribución temporal**

Para analizar la abundancia poblacional en el tiempo, se utilizaron los gráficos de cajas (Figura 29, 30). Estos nos dan una idea de la fluctuación de la densidad poblacional en un ciclo de infestación.

El gráfico de la figura 29 describe una distribución bimodal, en donde, el primer pico de abundancia, corresponde a la emergencia de la fundatrix en la primavera. Este morfotipo, la fundatrix, es el que tiene el mayor potencial reproductivo, es además, el que por introducción de sus estiletes propicia e induce el crecimiento acelerado de las células de las hojas dando origen a la formación de las pseudoagallas. La mayor parte de los individuos registrados en este período

corresponde a ninfas originadas por la fundatrix. Posteriormente aumenta el número de individuos adultos pero hay un decremento total de la población. En los meses entre mayo a julio (verano) que corresponde a los muestreos 4-7 (Tabla 5). El aumento de temperatura y precipitación es determinante para la disminución de la población así como otros factores como la depredación. Nuevamente durante el mes de agosto se registró el segundo pico de abundancia de la población, en este caso los morfotipos presentes son diferentes. Las ninfas siguen presentando su mayor frecuencia y dentro de estas ninfas que producen morfotipos alados son las más numerosas. Los adultos en su mayoría son sexúparas, que son morfotipos alados que producen a los machos y ovíparas. Durante el otoño, se presenta la reproducción sexual acompañada por un decremento de la población. En las sexúparas el potencial reproductivo es menor pero generan morfotipos mas especializados. Machos y ovíparas migran a las raíces, donde depositarán los huevecillos como forma de protección de las condiciones climáticas del invierno.

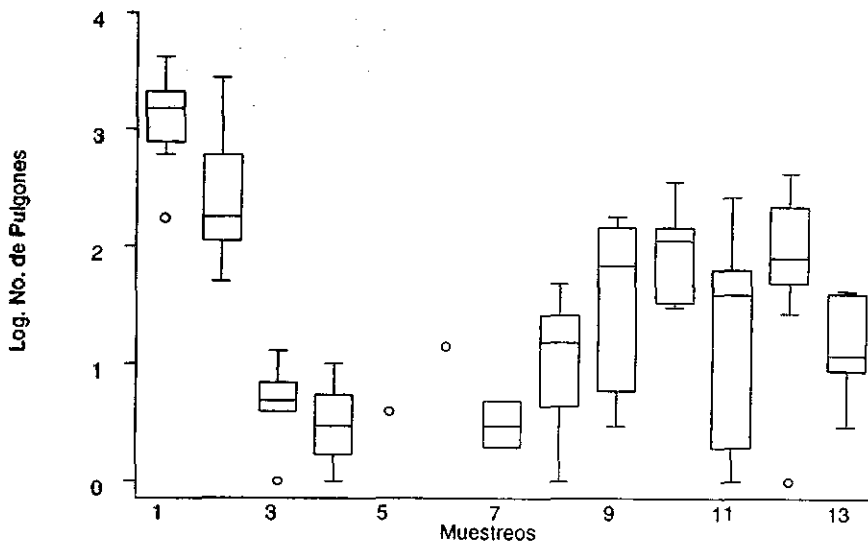


Figura 29. Fluctuación poblacional de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley). Cada caja representa la abundancia de individuos para cada muestreo. Los números de las abscisas representan las diferentes colectas (23 de abril al 8 de octubre cada quince días).

Para especies monoécicas Bonnemaion (1951) se refiere a las características antes mencionadas. Aunado a ello el fresno es una especie caducifolia, siendo este, otro factor importante para la migración de pulgones.

Los pulgones han desarrollado un medio efectivo de dispersión. En los morfotipos alados la envergadura de sus alas les permiten fácilmente cubrir extensas áreas para colonizar rápida y eficazmente nuevos hábitat para su alimentación y reproducción (Robert, 1987).

La distribución de los morfotipos alados, más específicamente, la fluctuación de la población de estos morfotipos alados permite establecer criterios para determinar los factores de movilidad en la colonia. Estos pueden ser de dispersión o migración.

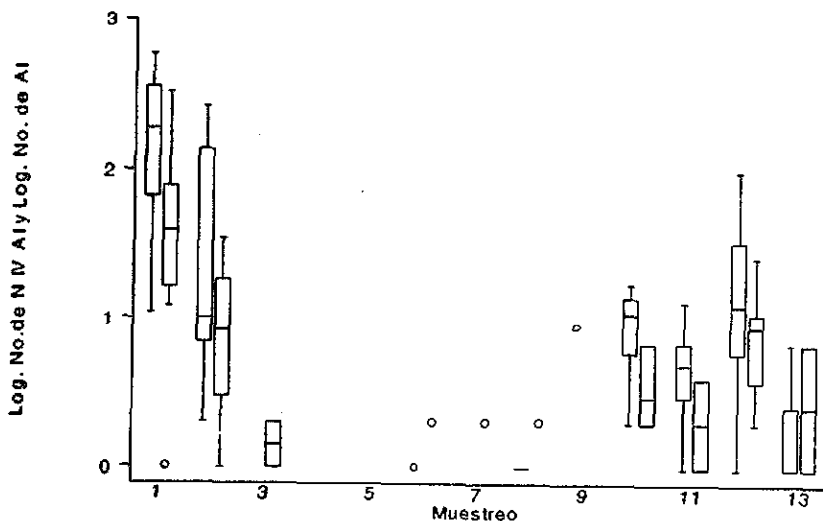


Figura 30. Fluctuación poblacional de ninfas de alados y adultos alados de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) en *Fraxinus uhdei* en Xochimilco D.F. Para cada muestreo hay dos cajas, la izquierda corresponde a las ninfas (NIV Al) y la derecha al número de morfotipos alados. Los números de las abscisas representan las diferentes fechas de colecta. (23 de abril al 8 de octubre cada quince días).

Pueden observarse claramente en la figura 30, dos picos de abundancia, entre las ninfas y adultos alados. Durante la primavera para dispersión y en otoño para la producción de las formas sexuadas. Otra tendencia importante que se observa en el

gráfico es que el número de ninfas del cuarto estadio de alados es mayor al número de alados, esto da una idea de las tendencias de aparición o decremento de los morfotipos alados. Estos picos de abundancia de morfotipos alados están muy relacionados con las características de su ciclo biológico. El primer pico de abundancia se relaciona con los vuelos triviales (Robert, 1987) por factores de carácter demográfico, como es el efecto de grupo (Bonnetmaison, 1951). El segundo pico de abundancia como respuesta a factores climáticos y la calidad del árbol para alimentación que propician los vuelos migratorios y la formación de sexúparas que dan origen a los morfotipos sexuales, lo que corrobora lo expuesto por Robert (1987).

En lo que respecta a las muestras de suelo que fueron tomadas para encontrar los morfotipos sexuales para su descripción y su fluctuación poblacional no se obtuvieron resultados de las técnicas de densidad y la técnica de embudos Berlesse.

### **Movilidad de ninfas**

Al inicio de primavera, dependiendo de las condiciones climáticas, puede observarse en el tronco una gran cantidad de ninfas, estas provienen de la fundatrix. Las ninfas y fundatrices llevan una trayectoria ascendente desde las raíces hacia las hojas del fresno, donde se establecen las colonias dentro de las pseudoagallas y dan lugar a la primera generación denominadas fundatrigenas. Se realizaron observaciones y mediciones para las poblaciones ascendentes de primavera durante la primera semana de abril 1991. Existe una clara diferencia para cada grupo de datos (Figura 31). Durante la mañana se lleva a cabo un mayor desplazamiento que por la tarde. Durante la noche es escaso el número de ninfas que ascienden por el tronco.

Como puede observarse en los diagramas de caja (Figura 32), aparentemente no hay diferencia entre cada punto cardinal.

La temperatura es un factor que afecta directamente a los pulgones (Bonnetmaison, 1951), como pudo observarse en los diagramas de distribución (Figura 29, 30). La población de pulgones disminuye considerablemente en la estación donde se registró la temperatura más alta (verano). Se esperaría que la orientación del árbol tuviese un efecto de preferencia determinado a causa de la exposición directa a los rayos solares, se supondría una diferencia de temperatura

para las diferentes orientaciones en el tronco de los fresnos. Los gráficos demuestran que no hay tendencias que supongan una preferencia de ubicación de los pulgones en el tronco para su movimiento ascendente.

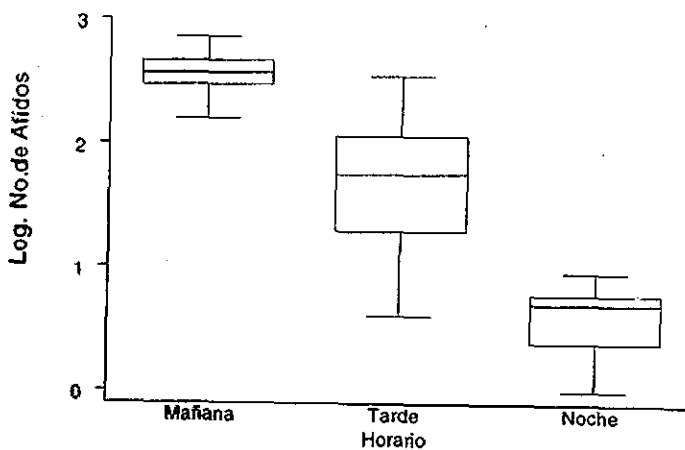


Figura 31. Movilidad de ninfas de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) por horario, en el tronco de *Fraxinus uhdei*, Xochimilco D.F. México (abril 1991).

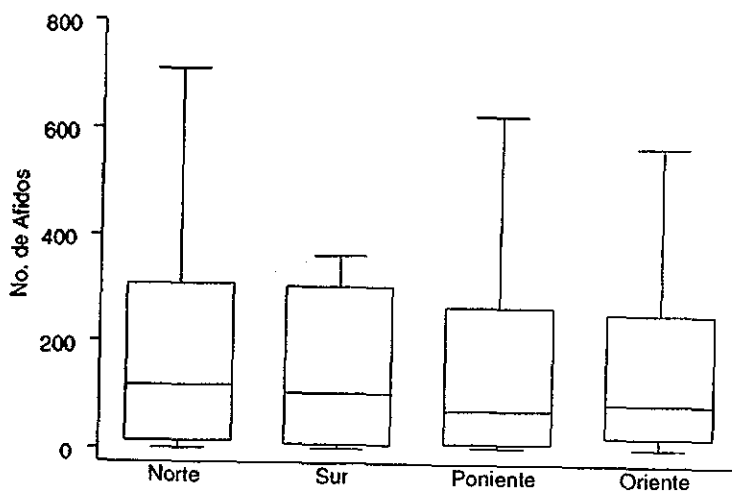


Figura 32. Movilidad de ninfas de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) por punto cardinal, en el tronco de *Fraxinus uhdei*, Xochimilco D.F. México (abril 1991).

### Estimación del daño provocado por la infestación de áfidos

Con el propósito de evaluar los daños producido por *Prociphilus (M.) fraxinifolii* a *Fraxinus uhdei* se midió el incremento del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los fresnos. La primera medición se hizo en abril de 1989 para ser comparado con las mediciones en 1991, considerando para cada árbol si presentaba o no infestación de pulgones (Figura 33).

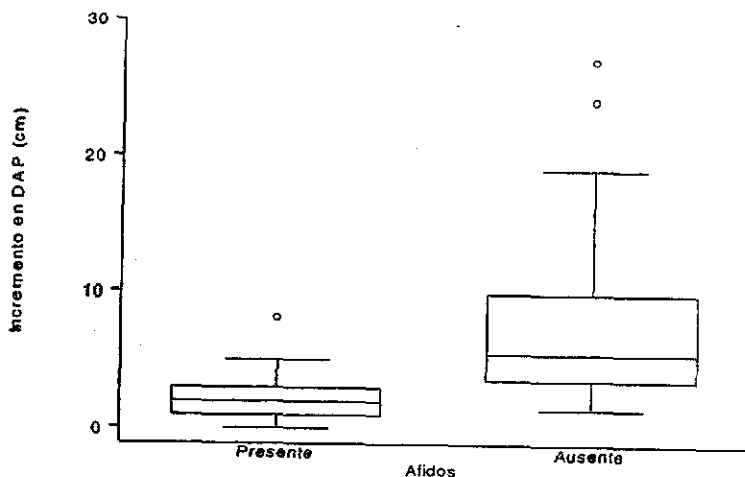


Figura 33. Diferencias en el crecimiento en DAP de *Fraxinus uhdei* con infestación por *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) (Presente) y no infestados (Ausente). Mediciones en abril 1988 y abril de 1991. DAP. Diámetro del árbol a la altura del pecho.

Mediante el análisis de varianza se obtuvo  $F_{1, 60}=44.8$ ,  $P < 0.001$ . Existe una diferencia significativa en el crecimiento de árboles cuando hay infestación de pulgones. Siendo mayor el crecimiento cuando no se presenta infestación.

El crecimiento en centímetros de fresnos en el lapso de dos años, para arboles con presencia del pulgón del fresno es de 1 a 3 cm. En tanto que para fresnos que no presentan infestación es de 4 a 9 cm.

La variabilidad de los datos puede ser reflejo de que los pulgones no son el único factor que influye negativamente en el desarrollo de *Fraxinus uhdei*.

Para los fresnos que no presentan infestación de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (grupo de datos denominado "Ausente" en la figura 33) puede observarse que existe



una mayor variabilidad en los datos, registrándose fresnos jóvenes que no presentaron infestación y esto es atribuible a efectos de resistencia. También se observan dos puntos extremos, en este caso se trata de árboles maduros. Estos árboles, tienen un DAP mayor de 20 cm.

Los fresnos maduros registran un mayor crecimiento y más resistencia a diversos problemas fitosanitarios. Esto corrobora las observaciones de Dixon (1985).

Por registro *in situ* de los árboles censados al inicio del estudio y dos años después pudo ser determinada la mortalidad de los fresnos es de 8.9%. Este valor tan elevado corresponde a árboles jóvenes que tuvieron alto grado de infestación del pulgón del fresno.

### **Entomofauna presente en el fresno y su relación con *Prociphilus (M.) fraxinifolii***

#### **Enemigos naturales**

Se determinaron las relaciones que guardan los insectos colectados con *Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii*.

#### **Depredadores**

Los coccinelidos en sus estadios de larva o adulto son los principales depredadores; de estos se registraron seis diferentes géneros que incluyen a siete especies.

Coleoptera:~  
*Adalia bipunctata* (Linnaeus)  
*Coccinellina emarginata* (Mulsant)  
*Cycloneda sanguinea* (L.)  
*Hippodamia convergens* Guerin-Meneville  
*Hippodamia koebelei* Timberlake  
*Mulsantina picta minor* (Casey)  
*Scymnus* sp.

En donde, *Adalia bipunctata* L. es un nuevo registro para este género en México. (Pérez-Parra & Peña-Martínez, 1990).

Como se observa en la figura 34, la distribución de los coccinélidos tiene dos picos de abundancia. El primer pico de abundancia es durante el segundo muestreo

(7 de mayo), después de que en el primer muestreo casi no se registraron coccinélidos. Sin embargo, el mayor número de pulgones se registró en abril.

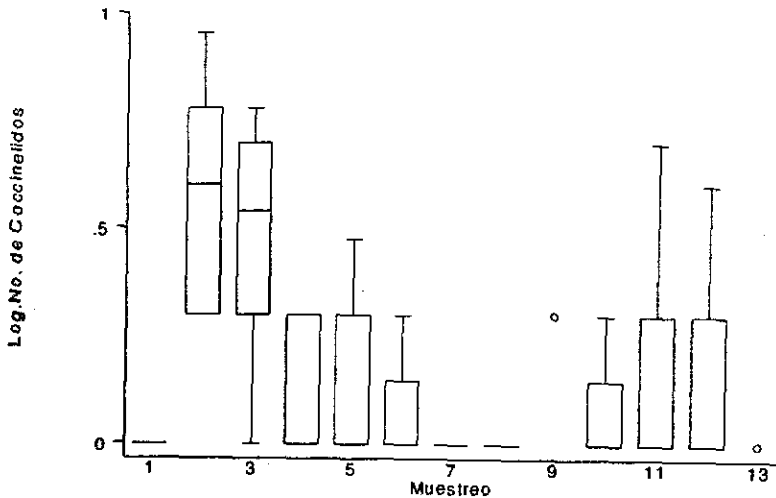


Figura 34. Fluctuación poblacional de coccinélidos depredadores de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) (en escala logarítmica) en *Fraxinus uhdei*. Xochimilco D.F. Los números de las abscisas representan las diferentes fechas de colecta. (23 de abril al 8 de octubre cada quince días).

El número de depredadores está limitado por el número de pulgones. Al establecerse las colonias de pulgones durante los meses de marzo-abril, el número de pulgones es grande, facilita el encuentro y la captura por los depredadores para su alimentación. En junio (quinto muestreo, Tabla 5) cuando las poblaciones de pulgones decrecen, de igual manera sucede con los coccinélidos y se incrementa hasta que el número de pulgones es mayor. Este comportamiento de los datos bimodal de los coccinélidos corresponde a la distribución de los pulgones con una desviación positiva.

Los neurópteros tanto en sus estadios larvario y de imago son afidófagos. Sólo se encontró una especie.

Neuroptera: *Chrysoperla* sp.

Para evaluar la existencia de una relación densodependiente entre *P. fraxinifolii* y los depredadores, se realizó un análisis de regresión considerando el número

pulgones totales por muestra en relación con el respectivo número de depredadores totales, sin tomar en cuenta la fecha de colecta.

El análisis de regresión muestra una relación cuadrática significativa (Figura 35), con un  $F=22.85$ ;  $d.f.=1,121$ ;  $P \leq 0.0001$  y un componente lineal significativo  $F=37.26$ ;  $d.f.=1,121$ ;  $P \leq 0.0001$ . La regresión explica el 25.55% ( $R^2=0.2555$ ) de la variación de los datos. La relación puede expresarse en la siguiente fórmula  $f(x)=-0.0000036(x)^2 + 0.014(x) + 2.06$ , donde  $f(x)$  es la suma del número de larvas de dípteros, larvas e imagos de neurópteros, larvas e imagos de coccinelidos mientras que  $x$  es el número de pulgones de todos los estados de desarrollo por muestra.

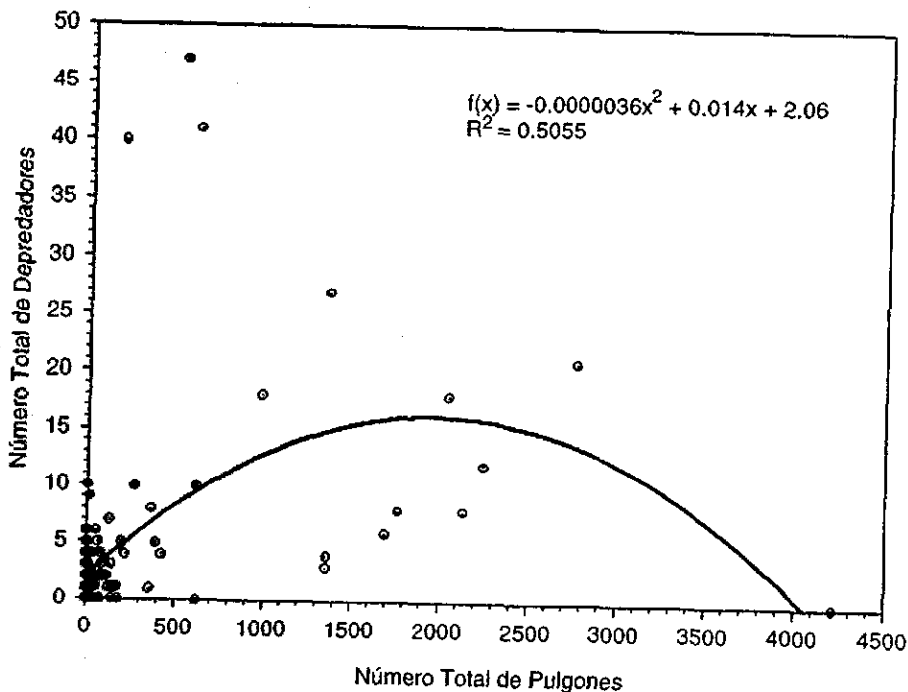


Figura 35. Relación cuadrática entre el número total de pulgones y el número total de depredadores por muestra en *Fraxinus uhdei* en Xochimilco D.F. México, 1989.

En la figura 35 puede observarse que con relación al número de pulgones, el número total de depredadores va aumentando hasta aproximadamente 2,000 pulgones por muestra. Una vez establecidas las colonias de pulgones, los depredadores actúan provocando un decremento del número de pulgones. Por lo común se espera que el efecto de los depredadores produzca una respuesta proporcional afectando al número de pulgones en forma negativa. Hasta aproximadamente los 2,000 pulgones por muestra, este efecto se ve representado en la gráfica.

Con poblaciones alrededor de 2,000 pulgones por muestra, el número total de depredadores por muestra disminuye. Esto sugiere por una parte que las colonias de pulgones pueden estar recién establecidas y hasta ese momento no han sido detectadas por muchos depredadores. Por otra parte puede ser que las pseudoagallas no favorecen a las poblaciones de depredadores. Es preciso realizar con más detalle en trabajos futuros la dinámica de estas poblaciones para poder identificar con más precisión los efectos causados por cada uno de los depredadores y poder sugerir un manejo de los pulgones para su control.

La mayoría de estos depredadores no son específicos y se mueven a otras plantas para encontrar poblaciones más numerosas de pulgones.

Los dípteros solamente en estadio larval son afidófagos. Se encontraron en las pseudoagallas a dípteros de dos familias: Sirphidae y Camaemidae. Estas dos especies *Leucopis sp.* y *Mesograptia sp.* a su vez son parasitados por himenopteros calcidoideos (Hymenoptera:Pteromalidae).

### **Parasitoides y patógenos**

Otro tipo de enemigos naturales son los parasitoides y patógenos.

*Ephedrus meliarhizophagi* Stary & Remaudière es un himenóptero parasitoide. Deposita su huevecillo que se desarrolla dentro del pulgón, a medida que la larva del himenóptero crece, el cuerpo del pulgón es consumido paulatinamente por el parasitoide hasta que este último forma su capullo incorporando el exoesqueleto del pulgón, quedando lo que se denomina como momia, hasta que de ella emerge el himenóptero adulto. La característica particular de este parasitoide es su especificidad. No parasita a ninguna otra especie de pulgón.

El pulgón del fresno, *Prociphilus (M.) fraxinifolii*, promueve la formación de una pseudoagalla en la cual se desarrolla la colonia y todo un complejo sistema ecológico donde la interacción de los miembros influye en la fluctuación de la población. Una vez establecida la colonia solamente las formas aladas se mueven de las pseudoagallas. *Prociphilus (M.) fraxinifolii* es un pulgón miermecofílico, de tal manera que hay una gran cantidad de mielecilla, en las hojas. Estas características particulares favorecen la infección y desarrollo de hongos entomofitales. El desarrollo de estos hongos en el cuerpo de los pulgones provoca su muerte.

En la figura 36, se observa una estimación de la mortalidad provocada por parasitoides y patógenos. La frecuencia del número de pulgones muertos está relacionada con la densidad poblacional. Se distingue una distribución con dos picos de abundancia. En este caso solamente se pudieron cuantificar dos agentes de la mortalidad para adultos. El ocasionado por hongos entomofitales, los síntomas son el necrosamiento y presencia de micelios en toda la superficie del cuerpo. Las momias fueron cuantificadas para evaluar la mortalidad de pulgones por efecto de los parasitoides.

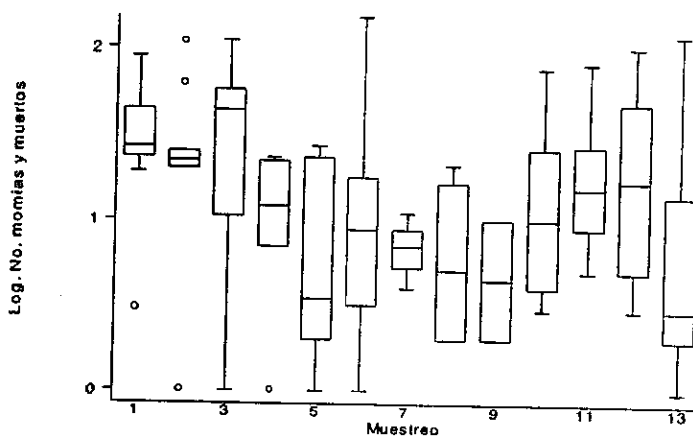


Figura 36. Distribución del número de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* (Riley) parasitados e infestados por hongos. En escala logarítmica. Los números de las abscisas representan las diferentes fechas de colecta (23 de abril al 8 de octubre cada quince días).

Para estos dos factores de mortalidad es posible inferir la intensidad a la cual actúan; en el caso de los hongos, cuando las temperaturas aumentan y por la cantidad de secreciones glucosadas que tienen los pulgones, se presenta un medio propicio para su desarrollo. En el caso de los parasitoides al aumentar la población aumenta la posibilidad de que el himenóptero localice al huésped para ovipositar.

### Fitófagos

Dentro de la entomofauna presente en *F. uhdei* se identificaron otros fitófagos.

Hemíptera: Miridae.

*Tropidosteptes chapingoensis* (Carvalho)

Homoptera: Coccoidea.

*Saissetia oleae* (Oliver)

*Aspidiotus nerii* Buché

*Diaspidiotus cresctiae* Ferris

*Hemiberlesia rapax* (Comstock)

Así como un crisomélido y psocídeos no identificados.

### Inventario florístico

Se realizó un inventario florístico del sitio de muestreo, para detectar posibles refugios para los enemigos naturales y otras plagas polífagas. Este listado está ordenado alfabéticamente por familia botánica y de especies, con asteriscos las especies de pulgones que las parasitan.

#### Aceraceae

*Acer negundo* L.

\**Periphyllus negundinis* (Thomas)

\**Drepanosiphum braggii* Gillette

#### Amaranthaceae:

*Amaranthus hybridus* L.

\**Sipha flava* Scopoli

**Chenopodiaceae:**

*Chenopodium album* L.

*Chenopodium ambrosioides* L.

\**Sipha flava* Scopoli

**Compositae:**

*Ambrosia psilostachya* DC.

\* *Uroleucon* sp.

*Bidens odorata* Cav.

*Galinsoga parviflora* Cav.

*Parthenium bipinnatifidum* (Ort) Rollins

\**Uroleucon* sp.

*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.

\**Uroleucon* sp.

*Sonchus oleraceus* L.

\**Uroleucon* sp.

\**Hyperomyzus lactucae* (Kaltenbach)

*Tagetes erecta* L.

*Taraxacum officinale* Weber.

\**Uroleucon* sp.

\**Hypermyzus lactucae* (Kaltenbach)

**Cruciferae:**

*Lepidium virginicum* L. var. *pubescens* (Greene) C.L. Hitchc

\**Myzus persicae* (Sulzer)

*Sisymbrium irio* L.

**Gramineae:**

*Bromus carinatus* Hook. & Arn.

\**Diuraphis mexicana* (Mac Vicar-Baker)

*Cynodon dactylon* (L.) Pers.

\**Sipha flava* (Forbes)

*Eleusine multiflora* Hochst. ex A. Rich.

\**Sipha flava* (Forbes)

*Sporobolus indicus* (L.) R. Br.

\**Sipha flava* (Forbes)

**Leguminosae:**

*Melilotus indicus* (L.) All.

**Onagraceae:**

*Lopezia racemosa* Cav.

**Rosaceae:**

*Pyracantha koidzumii* Rehd.

\**Aphis gossypii* Glover

\**Aphis citricola* Ptch.

\**Eriosoma lanigerum* (Hausmann)



## VII. CONCLUSIONES

El pulgón del fresno es *Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (Riley). Pertenece a la subfamilia Pemphiginae. Como es característico en este grupo una especie presenta varios morfotipos en un ciclo anual de generaciones. Su ciclo biológico es del tipo holocíclico monoécico.

Los caracteres distintivos en esta especie son las hembras vivíparas aladas presentan en el mesotórax un par de glándulas cerígenas con una ceda accesoria. En los artejos antenales las sensorias secundarias son alargadas y rodeadas de pequeñas setas dentadas.

*Prociphilus (M.) fraxinifolii* no tiene preferencia para establecer una colonia, todas las ramas tienen la misma probabilidad de ser ocupadas sin importar la altura. Mediante el análisis de la ley de Taylor se determinó que la distribución espacial de las pseudoagallas en el árbol tiene un arreglo uniforme.

La distribución poblacional para *Prociphilus (M.) fraxinifolii* es bimodal presentándose los picos de abundancia, en primavera y otoño. Los morfotipos alados se presentan con un patrón de distribución bimodal, con mayor abundancia en primavera para diseminación y establecimiento de colonias y en otoño para la producción de morfotipos sexuales.

La movilidad de *Prociphilus (M.) fraxinifolii* es local, durante la primavera, se detectó en el tronco del árbol, un movimiento ascendente de fundatrices y ninfas fundatrigenas desde las raíces hacia las hojas. Esta actividad se realiza en horarios diurnos de forma independiente a la orientación en el tronco.

La infestación a *Fraxinus uhdei* por *Prociphilus (M.) fraxinifolii* es mayor en árboles juveniles, reduciendo considerablemente su crecimiento en dos años. La diferencia de incremento medida en DAP para fresnos infestados es de 1 a 3 cm, en tanto que para árboles maduros no infestados es de 4 a 9 cm. En un lapso de dos años se estimó la mortalidad siendo de 8.5%, que corresponde en su mayoría a fresnos juveniles infestados por pulgones.

Como entomofauna relacionada al pulgón del fresno, se encontraron los siguientes depredadores a: *Adalia bipunctata* (L.), *Coccinellina emarginata* (Mulsant); *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, *Hippodamia kebeleii* Timberlake, *Mulsantina picta minor* (Casey), *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae); *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae). Su densidad es bimodal

con una desviación positiva con relación a la distribución de los pulgones. Se determinó la presencia de depredadores como un factor densodependiente. En análisis de regresión se muestra una tendencia sobre el efecto acumulativo de estos depredadores que pueden afectar negativamente a la población de pulgones. Este factor encontrado favorece la tendencia del control de los pulgones por los depredadores.

Otros enemigos naturales son *Leucopis* sp. (Diptera: Chamaenyiidae) y *Mosograptia* sp. (Diptera: Syrphidae). Las larvas son afidófagas. Estos dípteros a su vez son parasitados por Calcidoideos (Hymenoptera: Pteromalidae).

Como parasitoide de *Prociphilus* (*M.*) *fraxinifolii* se determinó a *Ephedrus meliarhizophagi* Starý & Remaudière (Hymenoptera, Aphidiidae). Se estimó de la mortalidad de pulgones por efecto del parasitoide y de pulgones infestados por hongos sin encontrarse factores de densodependencia por si mismos.

La infestación de *Prociphilus* (*M.*) *fraxinifolii* no sólo altera la fisonomía de los fresnos por la formación de una gran cantidad de pseudoagallas en su follaje, sino que las infestaciones acumulativas reducen la producción de madera irreversiblemente, habiendo una alta mortalidad para árboles inmaduros.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## BIBLIOGRAFIA

- AKIMOTO, S. 1983. A revision of the genus *Eriosoma* and its allied genera in Japan (Homoptera: Aphidoidea). *Insecta Matsumurana, New Series* 27: 37-106.
- \_\_\_\_\_. 1985. Taxonomic study on galls aphids, *Colopha*, *Pracolopha* and *Kaltenbachiella* in East Asia, with special reference to their origins and distributional patterns. *Insecta Matsumurana, New Series* 31:1-79.
- ANONIMO. 1983. Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Departamento del Distrito Federal. Departamento de Programación. México.
- AOKI, S. 1980. Life cycles of two Colophina aphids (Homoptera: Pemphigidae) producing soldiers. *Kontyû* 48: 464-476
- BAILEY, L.C. 1975. Manual Cultivated Plants. Macmillan. Pub. CO. Inc. New York, USA. pp. 794-800.
- BAKER, A. C. 1920. Generic classification of the Hemipterus family Aphididae. *U.S. Dept. Agr. Bul.* 826:1-109.
- BLACKMAN, R.L. 1974. Invertebrate Types - Aphids. Ginn & Company, London. pp. 57-69.
- \_\_\_\_\_. & V.F. EASTOP. 1994. Aphids on the World's Trees: An Identification and Information Guide. The Natural History Museum. CAB International. Cambridge UK. 987 p. 16 pls.
- BONNEMAISON, L. 1951. Contribution à l'estude des facteur provocant l' apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphidinae. *Ann. Des Epiph.* pp. 1-380.
- BÖRNER C. 1930. Beitrag zu einem neuen System der Blattläuse. *Archiv für Klassifikatorische und Phylogenetische Entomologie* 1:115-194.
- \_\_\_\_\_. & K. HEINZE. 1957. Aphidina- Aphidoidea. 1-402. In: P. Sorauer (Ed.). *Handbuch der Pflazenkrankheiten*. Paul Parey, Berlin, Band 5.
- BRUNDRETT, M.C. & B. KENDRICK. 1987 The relationship between the ash bolete (*Boletinellus merulioides*) and an aphid parasitic on ash tree roots. *Symbiosis* 3: 315-320.
- BUCKTON, G.B. 1875. Monograph of the British Aphides. *Ray Society, London* Vol. 1 193p. + 38 plates.
- BUJANOS-MUÑIZ, R. & PEÑA-MARTINEZ. R. 1992. Afidos Transmisores de Virus Patógenos. 76-90. In Urias-M. C., R. Rodríguez-M Y T. Alejaldre-A. (Eds.) *Afidos Como Vectores de Virus en México* Vol.1 Contribución a la Ecología y

- Control de Afidos en México. CEFIT-Colegio de Postgraduados, México. 166 p.
- CARRILLO, R. 1997. Aphidoidea of Chile II. *Agro Sur* 5:109-114.
- CHAMBERS, R.J. 1988. Syrphidae. 259-267. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) *Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control*, World Crop Pest Vol. 2B. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 364 p.
- CRONQUIST, A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. The New York Botanical Garden, New York. 555 p.
- DAVIDSON, J. 1913. The structure and biology of *Schizoneura lanigera* Hausmann, or woolly apple aphid of the apple tree. *Quarterly Journal of Microscopic Science* 59:653-701, pls. 24-25.
- DIXON, A.F.G. 1985. *Aphid Ecology*. Blackie, Glasgow, London. 157 p.
- \_\_\_\_\_. 1985. Structure of aphid population. *Annual Review of Entomology* 30:155-174.
- \_\_\_\_\_. 1987. The Way of Life Aphids: Host Specificity, Speciation and Distribution. 197-206. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) *Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control*, Vol. 2A. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam The Netherland. 450 p.
- EASTOP, V.F. 1966. A taxonomic study of Australian Aphidoidea (Homoptera). *Australian Journal Zoology* 14:399-592.
- \_\_\_\_\_. 1973. Biotypes of Aphids. In: Lowe, A.D. (Ed.) *Perspectives in Aphid Biology*. *The Entomological Society of New Zealand, Bulletin* 2:40-51.
- \_\_\_\_\_. 1977. Worldwide Importance of Aphids as Virus Vectors. 4-44. In: Harris K. & K. Maramorosch (Eds.) *Aphids as Virus Vectors*. Academic Press N.Y.
- \_\_\_\_\_. & H.F.VAN EMDEN. 1972. The insect material. 1-45. In: H.F. Van Emden (Ed.), *Aphid Thecnology*, Academic Press, London
- FORREST, J.M.S. 1987. Gallling Aphids. 341-352 In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) *Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control*, Vol. 2A. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherland. 450 p.
- FRAZER, B.D. 1988. Predators 217-228. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) *Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control*, World Crop Pest Vol. 2B. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 364 p.

- \_\_\_\_\_. 1988. Coccinellidae 231-245. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control, World Crop Pest Vol. 2B. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 364 p.
- \_\_\_\_\_ & GILBERT, N. 1976. Coccinellids and aphids: a quantitative study of the impact of adults lady birds (Coleoptera:Coccinellidae) preying on field populations of pea aphids (Homoptera: Aphididae). *Journal of Entomological Society of British Columbia* 73:33-56.
- GROVE, A.J. 1909. The anatomy de *Siphonophora rosarum* Walk, the green fly pest of the rose tree. I. The apterous viviparous stage. *Parasitology*, 2:1-28.
- \_\_\_\_\_. 1910. The anatomy de *Siphonophora rosarum* Walk, the green fly pest of the rose tree. I The apterous viviparous stage. *Parasitology* 3:1-16.
- HEIE, O. E. 1967. Studies on fossil aphids (Homoptera:Aphidoidea). *Spolia Zoologica Musei Hauniensis* 26:1-274.
- \_\_\_\_\_. 1968. Taxonomy and phylogeny of the fossil family Elektraphididae Steffan (Homoptera: Aphidoidea). *Entomologica Scandinavica* 7:53-58.
- \_\_\_\_\_. 1980. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. I General part, The families Mindaridae, Hormaphididae, Thelaxidae, Anoeciidae, and Pemphigidae. *Fauna Entomologica Scandinavica* 9:1-236.
- \_\_\_\_\_. 1981. Morfology and phylogeny of some Mesozoic aphids (Insecta: Hemiptera). *Entomologica Scandinavica Supplement* 15:401-415.
- \_\_\_\_\_. 1987. Morphological structures and adaptations. 393-400. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherland. 450 p.
- HILLE RIS LAMBERS, D. 1960. Some notes on morph determination in aphids. *Entomologische Berichten* 20:110-113.
- \_\_\_\_\_. 1987. Evolution. 367-389. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherland. 450 p.
- \_\_\_\_\_. 1987. Morphological Structures Adaptations. 394-400. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherland. 450 p.

- HOLMAN, J. 1974. Los Afidos de Cuba. Inst. Cubano del Libro. Organismos. La Habana, Cuba. 304 p.
- HOUK, E.J. 1987. Symbionts. 123-128. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland. 450 p.
- \_\_\_\_\_. G.W. Griffith, & S.D. Beck. 1976. Lipid metabolism in the symbiontes of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Comparative Biochemistry and Physiology* **54B**:427-431.
- ILHARCO & A. VAN HARTEN. 1987. Systematic. 51-76. In: Minks A. K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 450 p.
- JOHNSON, B. & P. R. BIRKS. 1960. Studies on wing polymorphism in aphids. 1 The developmental process involved in the production of different forms. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **3**:327-339.
- KAWADA, K. 1987. Polymorphism and Morph Determination. 255-266. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 450 p.
- KONO, T. & C.S. Papp. 1977. Handbook of Agricultural Pests: Aphids, thrips, mites, snails and slugs. State of California. Departament of Food and Agriculture. pp. 78-86.
- KUNDU R. & A.F.G. DIXON. 1995. Evolution of complex life cycles in aphids. *Journal of Animal Ecology* **65**:245-255.
- LATGÉ, J.P. & B. PAPIEROK. 1988. Aphid Pathogens. 323-333. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control, Wold Crop Pest Vol. 2B. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 364 p.
- MARCHAL, P. 1928. Étude biologique et morfologique du puceron lanigère diu pomier (*Eriosoma lanigerum* (Husman)). *Annales de Epiphytes*, Serie 1, **14**:1-16.
- MATUDA, E. & M. MARTINEZ. 1979. Flora del Estado de México. Tomo1 Biblioteca Enciclopédica del Edo. México 478 p.

- MAXON, A. C. & F. C. HOTTES. 1926. A new tribe and a new species in the subfamily Pemphiginae (Homoptera:Aphididae). *Entomology News* 37:129-133.
- MILES, P.W. 1987. Feeding Process of Aphidoidea in Relation to Effects on their Food. 321-335. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. World (Eds.) Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 450 p.
- MIYAZAKI, M. 1987. Morphology of aphids 1-25. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) Aphids Their Biology, Enemies and Control, World Crop Pest Vol. 2A. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 450 p.
- MORAN, N.A. 1990. Interspecific competition between root-feeding and leaf- gallind aphids mediated by host-plant resistance. *Ecology* 71(3):050-1058.
- \_\_\_\_\_ & T.G. WHITHAM. 1990. Differential colonization of resistant and susceptible host plants: Pemphigus and Populus. *Ecology* 71(3):1059-1067.
- MORDVILKO, A. 1895. Zur Anatomie der Pflanzenläuse, (Aphiden) (Gattungen *Trama* und *Lachnus* Illiger) *Zoologischer Anzeiger* 18:345-364.
- MORITSU, M. 1982. Aphid of Japan in Colors. Zenkokunōson kyōikukyōkai, Japan. (texto en japonés) 545 p.
- MÜLLER, F.P. & S.E. SCHÖLL. 1958. S. African Aphids. *Journal of Entomology Society of South Africa* 21:382-414.
- NIKU, B. 1975. Verhalten und Fruchtbarkeit ungeglügelter Erbsenläuse (*Acyrtosiphon pisum*) nach einer Fallreaktion. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 18:17-30.
- PALMER, M.A. 1952. Aphids of the Rocky Mountain Region. The Thomas Say Foundation. Vol. V A.B. Hirschfeld press. Denver, USA. 452 p.
- PEÑA-MARTINEZ, R. 1985. Ecological notes on aphids of the high plateau of México, with a check-list of species collected in 1980. 425-430. In *Evolution and Biosystematics of Aphids*. Procc. of Inter. Aphidological Sym. at Jablonna, 5-11, April, 1981. Polska Akademia Nauk. Instytut Zoologii. 510 p.
- \_\_\_\_\_. 1989. Biología de áfidos y su relación con la transmisión de virus. In: Acosta, R. y F. Delgadillo, (Eds.). *Ecología de Insectos Vectores de Virus en Plantas Cultivadas*. Cofegio de Postgraduados XXX Aniversario.

- \_\_\_\_\_. 1992. Biología de áfidos y su relación con la transmisión de virus. 11-35. In: Urias, M. C., R. Rodríguez-M & T. Alejandre-A. (Eds.) Afidos como Vectores de Virus en México. Vol. 1, Contribución a la Ecología y Control de Afidos. CEFIT- Colegio de Postgraduados, México. 166 p.
- \_\_\_\_\_. 1992. Identificación de los áfidos de Importancia Agrícola. In: Urias, M. C., R. Rodríguez-M & T. Alejandre-A. (Eds.) Afidos como Vectores de Virus en México. Vol. II, Contribución a la Ecología y Control de Afidos. CEFIT- Colegio de Postgraduados, México. 163 p.
- \_\_\_\_\_, J. HOLMAN, G. REMAUDIÈRE. & A. L. MUÑOZ. 1985. Estado actual del conocimiento de los áfidos (Homoptera: Aphididae) en México. Memorias del XX Congreso Nacional de Entomología. Cd. Victoria Tamp. pp. 61.
- \_\_\_\_\_, R. PAZOS & J. MACIAS. 1988. Aphidoides de arbolado de la Ciudad de México. Memoria del IV Simposium Nacional de Parasitología Forestal, Dgo. DGO. Publicación especial No. 59 INIFAP-DGSPAF-SME pp. 452-464.
- \_\_\_\_\_ & G. REMAUDIERE. 1985 Los áfidos (Homoptera: Aphididae) de importancia agrícola en México. Memoria del VIII Congreso Nacional de Zoología, Saltillo, Coah. Tomo II pp.1085-1106.
- PEREZ-PARRA, S.E. & PEÑA-MARTINEZ, R. 1990. Observaciones biológicas del pulgón del fresno *Melanrhizophagus fraxinifolii* (Riley) (Homoptera: Aphididae) en la Ciudad de México. Resúmenes del XXV Congreso Nacional de Entomología. Oaxaca, Oaxaca. Mex. pp. 415-416
- PESSON, P. 1951. Ordere des Homoptères. 1390-1656. In: P.P.Grassé (Ed.) *Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie*. Masson, Paris, Vol. 10.
- POPE, R.D. 1983. Some aphid waxes, their form and function (Homoptera: Aphididae). *Journal of Natural History* 17:489-506.
- QUINTANILLA, R. H. 1979. Pulgones: Características Morfológicas y Biológicas. Especies de Mayor Importancia Agrícola. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 44 pp.
- RABINOVICH. J.E. 1984. Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales. Consejo Nacional para la enseñanza de la Biología A.C. Continental, México. 313 p.
- RAPOPORT, E. H.. 1987. Aportes a la Ecología Urbana de la Ciudad de México. Limusa, México. 228 pp.



- \_\_\_\_\_, M. E. DIAZ-BETANCOURT & I. R. LOPEZ-MORENO. 1983. Aspectos de la Ecología Urbana en la Ciudad de México; Flora de las Calles y Baldíos. Limusa, México. 228 pp.
- REMAUDIÈRE G. 1953. Nutrition et variations du cycle Évolutif des *Aphidoidea*. pp. 190-207.
- \_\_\_\_\_ & A. AUTRIQUE. 1985. Ecologie des Aphides du Burundi. 11-13. In: G. Remaudière (Ed.) Contribution à l'Ecologie des Aphides Africains. *Cahiers Techniques du FAO* No. 64.
- \_\_\_\_\_ & A. L. MUÑOZ. 1985. Pucerons nouveaux et peu connus du Mexique. 9e. note un nouveau *Prociphilus* (*Paraprociphilus*) des *Alnus* (HOM:Aphididae) *Parasitica* 41(2):67-78.
- \_\_\_\_\_ & M. REMAUDIÈRE 1997. Catalogue des Aphididae du monde. INRA, France. 478 p.
- \_\_\_\_\_ & H.L.G. STROYAN. 1984. Un *Tamalia* nouveau de Californie (USA) discussion sur les *Tamaliinae* subfam. Nov. (Homoptera: Aphididae). *Annls. Soc. Ent. Fr. (N.S.)* 20(1):93-103.
- RILEY, C.V. 1869. First annual report of the noxious, beneficial and other insects of the state of Missouri. 4<sup>th</sup> Ann. Rept. State Bd. Agr. 1868:3-180.
- \_\_\_\_\_. 1875. (Phylloxera). *Rep. Noxious Benefic. Ins. Missouri* 7:117-121
- \_\_\_\_\_. 1879. Biological notes on the Pemphiginae, with description of new species. *Bull. United States Geol. And Geog. Surv. Terr.* 5:1-17.
- \_\_\_\_\_. 1888. Futer notes on the plant-louse. *Insect Life* 1:70-74.
- \_\_\_\_\_ & J. MONELL. 1879. Notes on the Aphididae of the United States, with descriptions of species occurring west of the Mississippi. Part I. Biological notes on the Pemphiginae, with description of new species. Part II. Notes on Aphididae, with description of new species. *Bull. U.S. Geol. Geogr. Surv. Ter.* 5(1):1-31.
- ROBERT, Y. 1979. Recherches écologiques sur les pucerons *Aulacorthum solani* Klth., *Macrosiphun euphorbiae* Thomas, et *Myzus persicae* Sulz. dans l'ouest de la France, II Evolution spatio-temporelle de leur populations sur la pomme de terre. *Annales de Zoologie-Ecologie Animale* 11:67-83.
- \_\_\_\_\_. 1987. Aphids and their enviroment: Dispersion and migration. 299-310. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) *Aphids Their Biology, Enemies and*

- Control, World Crop Pest Vol. 2A. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland 450 pp
- ROBINSON, A.G. & Y. CHEN. 1969. Aphis on *Cornus* in North America. *Canadian Entomologie* 101:521-527.
- ROHLF, F.J. 1990. Morphometrics. *Annu. Rev. Syst.* 21:299-316.
- RUIZ-MONTOYA, L., G. ZUÑIGA-BERMUDEZ & R. PEÑA-MARTINEZ. 1994. Morfological variation of *Eriosoma lanigerum* (Homoptera:Aphididae) on *Pyracantha koidzumii* in Mexico City. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 87(1):108-115.
- RZEDOWSKI, J. & G. CALDERON-RZEDOWSKY. 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México, Vol. II. Instituto de Ecología, México. 674 p.
- SALGADO-UGARTE, I.H. 1992. El Análisis Exploratorio de Datos Biológicos: Fundamentos y Aplicaciones. Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Zaragoza". UNAM, México. 243 p.
- SANCHEZ-COLON, S. 1985. Oleaceae 208-212. In: J. Rzedowski, & G. Calderón de Rzedowski (Eds.). *Flora Fanerogámica del Valle de México*, Vol. II. Instituto de Ecología, México. 674 p.
- SCHOPMEYER, C.S. 1974. Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook No. 450 Forest service. U.S. Dep. of Agriculture. Washington D.C. USA. pp. 411-416.
- SETZER, R.W. 1980. Intergall migration in the aphid genus Pemphigus. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 73(3):327-331
- SHAPOSHNIKOV, G. Ch. 1964. Suborder Aphidinae-Plant lice. 616-799. In: G.Y. Bei-Bienko (Ed.), *1 Key to the insects of Europe and USSR*.
- SLIFER, E.H., S.S. SEKHON & A.D. LEES. 1964. The sense organs on the antennal flagellum in aphids (Homoptera), with special reference on the plate organs. *Quart. J. micr. Sci.*, 105:21-29, pl. 1.
- SMITH, C.F. 1969. Pemphiginae associated with root of conifers. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 62 (5):1135-1139.
- \_\_\_\_\_. 1974. Keys to and description of the genera of Pemphigini in North America (Homoptera: Aphididae:Pemphiginae). *N.C. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull.* 226:1-61.

- \_\_\_\_\_. 1984. Pemphiginae in North America. 277-302. In *Evolution and Biosystematics of Aphids*. Procc. of Inter. Aphidological Sym. at Jablonna, 5-11, April, 1981. Polska Akademia Nauk. Instytut Zoologii. 510 p.
- \_\_\_\_\_. 1990. Life cycles of aphids I have know. "Manuscrito inédito".
- \_\_\_\_\_ & M. CERMELI 1979. An annotated list of Aphididae (Homoptera) of the Caribbean Island and South and Central America, *N.C. Agric. Serv. Tech. Bull.* 259:331 p.
- \_\_\_\_\_ & C.S. PARRON. 1978. An annotated list of Aphididae (Homoptera) of North America *N.C. Agric. Serv. Tech. Bull.* 260:255-488
- \_\_\_\_\_ & H.L.G. STROYAN. 1972. The probable identity of *Prociphilus (Pulvius) probosceus* (Homoptera:Aphididae). *Ann. Entomol.Soc. Amer.* 65(4):804-807.
- SOLIMAN, L.B. 1927. A comparative study of structural characters used in the classification of the genus *Macrosiphum* of family Aphididae, with special reference to the species found in California. *University of California, Publications Entomology* 4:89-158.
- STANDLEY, P.C. 1982. *Trees and Shrubs of Mexico*. J. Cramer, Germany. 1720 p.
- STARY, P. 1988. Aphelinidae. 185-188. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) *Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control, Wold Crop Pest Vol. 2B*. Elsevier Science Publischer B.V. Amsterdam, The Netherland 364 p.
- STRIVASTAVA, P.N. 1987. Nutritional Physiology. 99-115. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) *Crop Pest Aphids Their Biology, Enemies and Control, Vol. 2A*. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam, The Netherland p 450.
- SULLIVAN, D.J. 1988. Hyperparasites. 189-201. In: Minks A.K. and P. Harrewijn. (Eds.) *Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control, Wold Crop Pest Vol. 2B*. Elsevier Science Publischer B.V. Amsterdam, The Netherland 364 p.
- TAKAHASHI, R. 1918. Description of a new aphid producing the alate oviparus female in summer. *Zoological Magazine* 30:458-461.
- TARN, T.R. & J.B. Adams. 1982. Aphid probing and feeding, electronic monitoring, and plant breeding. 221-246. In: Harris, K.F. and K. Maramorosch (Eds.) *Pathogen vectors and Plants Diseases: Approches to Control*. Academic Press, New York, NY.
- TAYLOR, L. R. 1958. Aphid dispersal and diurnal periodicity. *Proceeding of the Linnean Society of London* 169:67-73.

- \_\_\_\_\_. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* **189**:732-735.
- \_\_\_\_\_. 1971. Aggregation as a species characteristic. 359-377. In G.P. Patil, E.C. Pielou and W.E. Waters (Eds.). *Statistical Ecology*. Vol.1. Spatial Patterns and Statistical Distributions. Penn. State. Univ. Press. U.S.A.
- \_\_\_\_\_. 1974. Insect migration, flight periodicity and the boundary layer. *Journal of Animal Ecology* **43**:225-238.
- \_\_\_\_\_. 1977. Migration and the spatial dynamics of an aphid *Myzus persicae*. *Journal of Animal Ecology* **46**:411-423.
- \_\_\_\_\_. 1977. Aggregation, migration and population mechanics. *Nature* **265**:415-421.
- \_\_\_\_\_. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Ann. Rev. Entomol.* **29**:321-357.
- \_\_\_\_\_, I.P. WOJWOD & R.A.J. TAYLOR. 1979. The migratory ambit of the hop aphid and its significance in aphid population dynamics. *Journal of Animal Ecology* **48**:955-972.
- TUKEY, J.W. 1970. *Exploratory Data Analysis* Vol.1, Addison-Wesley, Reding.
- \_\_\_\_\_. 1971. *Exploratory Data Analysis*. University Microfilms, Ann Arbor.
- VAN DER GOOT, P. 1913. Zur Systematik der Aphiden. *Tijdschrift voor Entomologie* **56**:69-155.
- WEBER, H. 1928. Skelett, Muskulatur und Darm der schwarzen Blattlaus *Aphis fabae* Scop. *Zoologica (Stuttgart)* **76**:1-20, pls. 1-12.
- WITHMAN, T.G. 1978. Habitat selection by Pemphigus aphids in response to resource limitation and competition. *Ecology* **59**:1164-1176.
- WITLACZIL, E. 1882. Zur Anatomie der Aphiden. *Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien* **4**:397-441, pls. 31-33.
- WRATTEN, S.D. 1973 The effectiveness of the coccinellid beetle, *Adalia bipunctata* (L.), as a predator of the lime aphid, *Eucallipterus tiliae* L. *Journal of Animal Ecology* **42**:785-802.

## APENDICE 1

### Método de montaje (Autrique & Remaudière, 1985)

El material entomológico colectado fue preservado en etanol al 70% - 80%.

Los pulgones se colocan en una cápsula de porcelana. En el abdomen se hacen incisiones con agujas entomológicas, esto se hace con la finalidad de favorecer la penetración de los agentes químicos y haya un mejor intercambio de líquidos en cada etapa del proceso. El etanol es sustituido por una solución de potasa (KOH) al 40%, durante 90 a 120 minutos, en material fresco o almacenados menos de dos meses. Para material almacenado en etanol por espacio de 6 meses a 2 años, se sumergen en una solución de KOH durante 3 a 4 horas.

Después de esta maceración se hacen lavados continuos con agua destilada media hora como mínimo por cada cambio.

Para aclarar los ejemplares se pasan a una solución de cloral fenol (hidrato de cloral + fenol 1:1) en un lapso de 24 a 48 horas. Finalmente, son montados en medio de Berlesse (goma arábica 60 g + hidrato de cloral 100 g + glicerina 30 g + agua destilada 100 ml) o Bálsamo de Canadá. Se coloca una gota del medio de montaje sobre un portaobjetos. El áfido es colocado en posición dorsal, las patas delanteras hacia delante las patas posteriores hacia abajo. Para morfotipos alados las alas se extienden longitudinalmente. Cuidadosamente se coloca un cubre objeto. Las preparaciones tardan en secarse de una a dos semanas, o de 3 a 5 días a 50°C.

## APENDICE 2

### Preparación de pulgones para Microscopio Electrónico de Barrido (SEM)

Para el estudio en el Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) se observaron adultos (morfológicos ápteros y alados) completos. Los áfidos fueron fijados desde su colecta en etanol al 80%. El primer paso fue hidratar gradualmente sustituyendo el etanol con agua destilada debido a que eran ejemplares colectados y fijados mas de 5 años (para material fresco no es necesario esta hidratación). Después de 24 hrs se comenzó con una deshidratación gradual con etanol a diferentes concentraciones aumentando de 10 en 10 % hasta etanol absoluto. En una cámara de punto crítico JEOL se desecan los ejemplares. Utilizando un ionizador de oro JEOL JFC-1100, se cubrieron los ejemplares con una capa delgada de oro (ca. 250 Å). Se observaron con la ayuda del SEM JEOL JSM-25SIII con un voltaje de aceleración de 12.5-15 kV. Las fotografías de las estructuras se tomaron con una cámara Cannon con ampliaciones de 2,000 a 20,000 x. Cuando fue posible se revisaron varios especímenes a fin de obtener información sobre la existencia de variación morfológica.

Tabla 6. Morfometría de *Proctotrupes (M.) fraxinifolii* sobre *Fraxinus ssp.*

Morfo tipos	Mes coecl.	longitud artejo V	No. sensorias	longitud artejo VI	No. sensorias	glándulas torax	Cauda longitud	No. antas	Gonopodios (No. de antas)	Placa anal No. de antas	Placa genital No. de antas	Metatibia	Meta tarsómero
AI	III	0.124	3	0.171	2	2	0.017	2	5,3,5	8	7	0.713	0.202
AI	III	0.105	4	0.162	2	2	0.017	2	5,3,7	13	10	0.684	0.192
AI	III	0.133	3	0.171	2	2	0.014	2	5,2,5	14	8	0.713	0.192
AI	III	0.133	4	0.171	2	2	0.014	2	5,3,5	14	8	0.713	0.18
AI	IV	0.143	4	0.171	1	2	0.034	2	5,3,5	13	10	0.665	0.182
AI	IV	0.143	4	0.19	2	2	0.06	2	6,3,6	8	13	0.655	0.204
AI	IV	0.143	5	0.181	2	2	0.06	2	5,3,4	11	9	0.713	0.192
AI	V	0.171	5	0.162	2	2	0.041	2	6,3,4	11	12	0.656	0.166
AI	V	0.124	4	0.152	2	2	0.048	2	6,4,6	11	13	0.618	0.18
AI	V	0.133	4	0.181	1	2	0.048	2	6,4,6	11	13	0.694	0.199
AI	V	0.152	5	0.19	2	2	0.048	2	5,1,5	11	7	0.713	0.18
SX	VIII	0.162	6	0.19	3	2	0.041	2	5,3,5	9	13	0.855	0.228
SX	VIII	0.143	5	0.202	2	2	0.048	2	6,2,6	11	15	0.817	0.216
SX	VIII	0.133	4	0.182	1	2	0.048	2	6,3,6	6	17	0.789	0.216
Ao	III	0.114		0.19			1.06	2			12	0.589	0.797
Ao	III	0.105		0.171			0.036	2	4,2,5	14	14	0.618	0.182
Ao	III	0.105		0.19			0.041	2	5,2,5	12	14	0.542	0.17
Ao	III	0.114		0.19			0.036	2	5,3,6	11	17	0.655	0.192
Ao	III	0.114		0.19			0.06	2	7,4,6	15	16	0.637	0.18
Ao	IV	0.143		0.29			0.06	2	5,3,4	12	9	0.798	0.209
Ao	IV	0.152		0.228			0.06	2	6,4,6	17	10	0.807	0.214
Ao	IV	0.114		0.275			0.048	2	5,5,7	19	10	0.867	0.218
Ao	V	0.114		0.18			0.036	2	5,3,6	15	10	0.589	0.168
Ao	V	0.133		0.19			0.036	2	6,4,6	19	9	0.608	0.18
Ao	V	0.133		0.199			0.048	2	8,6,6	16	9	0.807	0.204
Ao	VIII	0.133		0.199			0.036	2	5,4,6	15	15	0.722	0.192
Ao	VIII	0.142		0.209			0.036	2	5,4,6	9	15	0.807	0.204
Ao	VIII	0.152		0.199			0.036	2	6,2,6	10	18	0.807	0.209
Ao	VIII	0.133		0.19			0.041	2	5,2,4	17	17	0.751	0.192
Ao	VIII	0.142		0.19			0.053	2	5,4,6	12	8	0.76	0.216
Ao	IX	0.142		0.228			0.048	2		9	11	0.874	0.223
Ao	IX	0.142		0.209			0.036	2	3,3,3	11	18	0.76	0.204
FX	IV	1.18					0.098	2	7,3,6	10	18	0.65	0.175
FX	IV	1.18					0.084	2	6,3,6	9	19	0.608	0.161
FX	IV	1.171					0.036	2	6,2,7	9	18	0.617	0.136
FX	IV	1.168					0.072	2	6,3,7	10	17	0.655	0.175
FX	IV	1.114					0.072	2	5,3,6	10	17	0.627	0.138

Mediciones en mm.

AI = vivípara alada

SX = sexípara

Ao = vivípara áptera

Fx = Fundatrix

Table 6. Micrometría de *Procidipatus (M.) traxinifolii* sobre *Fraxinus ulmifolia*

Morfo tipo	Mesa coeca	Longitud del cuerpo	No. gherculas carpénicas cabeza	Rostro longitud	long. R. IV-V	No. de esetas R. IV-V	Antenna Longitud	longitud arto I	longitud arto II	longitud arto III	No. sensorias	longitud arto IV	No. sensorias
Al	III	2.031	6	0.513	0.105	3	0.771	0.035	0.057	0.238	6	0.133	4
Al	III	1.945	6	0.532	0.105	4	0.734	0.048	0.076	0.238	6	0.105	6
Al	III	1.945	6	0.523	0.105	4	0.789	0.057	0.076	0.238	6	0.114	3
Al	III	1.859	6	0.523	0.095	4	0.799	0.057	0.076	0.238	5	0.124	3
Al	III	1.803	6	0.542	0.105	4	0.818	0.057	0.076	0.238	5	0.133	5
Al	IV	2.431	6	0.675	0.095	4	0.914	0.067	0.086	0.285	7	0.143	5
Al	IV	2.345	6	0.713	0.095	4	0.819	0.057	0.086	0.266	5	0.086	5
Al	IV	1.945	6	0.484	0.066	4	0.753	0.048	0.067	0.2	5	0.105	3
Al	V	1.888	6	0.57	0.095	4	0.704	0.057	0.067	0.209	6	0.095	3
Al	V	1.839	6	0.618	0.095	4	0.799	0.057	0.086	0.228	5	0.114	5
Al	V	1.916	6	0.589	0.095	3	0.903	0.057	0.076	0.285	7	0.143	3
Sx	VIII	2.345	6	0.649	0.105	4	0.97	0.057	0.095	0.304	7	0.162	4
Sx	VIII	2.259	6	0.57	0.095	4	0.907	0.067	0.086	0.285	5	0.124	4
Sx	VIII	2.288	6	0.599	0.105	4	0.848	0.057	0.076	0.257	5	0.143	4
Ao	III	2.178	4	0.656	0.171	6	0.743	0.057	0.087	0.19		0.105	
Ao	III	1.945	4	0.656	0.095	6	0.685	0.067	0.095	0.152		0.095	
Ao	III	2.031	4	0.589	0.105	6	0.714	0.067	0.095	0.162		0.095	
Ao	III	2.031	4	0.665	0.105	6	0.809	0.067	0.095	0.238		0.105	
Ao	III	2.402	4	0.703	0.105	6	0.78	0.067	0.095	0.209		0.105	
Ao	IV	2.803	3	0.665	0.095	6	1.033	0.067	0.105	0.276		0.152	
Ao	IV	2.803	4	0.646	0.105	6	0.979	0.086	0.114	0.285		0.114	
Ao	IV	2.688	4	0.713	0.105	6	1.026	0.095	0.105	0.304		0.133	
Ao	V	1.973	4	0.598	0.095	6	0.711	0.057	0.085	0.19		0.085	
Ao	V	2.031	4	0.551	0.095	6	0.84	0.079	0.095	0.238		0.105	
Ao	V	2.088	4	0.561	0.105	6	0.921	0.095	0.105	0.256		0.133	
Ao	VIII	2.402	4	0.625	0.105	6	0.836	0.067	0.105	0.218		0.114	
Ao	VIII	2.545	4	0.627	0.105	6	0.922	0.067	0.105	0.266		0.133	
Ao	VIII	2.603	4	0.636	0.105	6	0.911	0.067	0.114	0.256		0.123	
Ao	VIII	2.488	4	0.712	0.105	7	0.866	0.087	0.105	0.218		0.133	
Ao	VIII	2.402	5	0.712	0.105	6	0.864	0.057	0.105	0.247		0.123	
Ao	IX	2.86	4	0.712	0.105	6	1.025	0.095	0.114	0.294		0.152	
Ao	IX	2.259	4	0.703	0.105	6	0.882	0.066	0.086	0.285		0.114	
FX	IV	2.688	6	0.68	0.105	8	1.684	0.067	0.095	0.237		0.105	
FX	IV	2.603	6	0.57	0.095	8	1.675	0.067	0.095	0.228		0.105	
FX	IV	2.545	6	0.665	0.095	6	1.694	0.067	0.095	0.256		0.105	
FX	IV	2.803	6	0.551	0.095	8	1.701	0.067	0.095	0.237		0.114	
FX	IV	2.779	7	0.599	0.105	8	1.57	0.057	0.095	0.199		0.105	

Mediciones en mm.

Al = vivipara alada

Sx = sexupara

Ao = vivipara áptera