



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

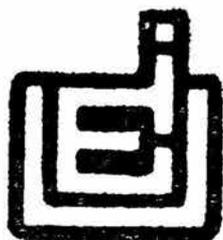
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
I Z T A C A L A**

**CICLO BIOLÓGICO DEL PULGON VERDE Acyrtosiphon  
pisum (HARRIS) (HOMOPTERA:APHIDIDAE)  
EN TRES VARIEDADES DE ALFALFA**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A  
**MARIA VIANEY VIDAL ACOSTA**

**LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEXICO**

**1990**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

La esencia de la capacidad  
de creación consiste en mirar  
hacia adelante, persiguiendo  
constantemente una meta.

Maxwell Maltz

## DEDICATORIA

A mis padres:

Abel Vidal Cortès.

Siria Acosta de Vidal.

Por la preocupación constante y por todo el esfuerzo realizado para formarme profesionalmente y otorgarme la mejor de las herencias.

A mis hermanos:

Por el apoyo y confianza que siempre me brindaron.

A mis amigos:

Por su amistad y compañía.

A mis maestros:

Por haber adquirido los conocimientos para mi formación.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Al Dr. Mario Camino Lavín por la dirección y asesoría del trabajo.

A la M. en C. Rebeca Peña Martínez y a la M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros por su valiosa ayuda en la identificación de la especie.

Al Ing. Luis Castro A. por el apoyo necesario para la obtención de las semillas de alfalfa utilizadas en el presente trabajo.

Al Dr. Jorge Soberón por su ayuda desinteresada en el área de computación para la realización de las pruebas estadísticas.

Al M. en C. Jorge Padilla R., a la M. en C. Ana Lilia Muñoz V., a la M. en C. Ma. del Pilar Villeda C. y al Biól. Sergio G. Stanford C., por sus valiosas sugerencias en la revisión final del trabajo.

Al Biól. Manuel Moreno C., al Dr. Oscar Ocaña G. y al Biól. Alejandro Moreno M., por su colaboración en la obtención del material fotográfico.

Al I. Q. Víctor Hugo Romo C. por la ayuda brindada en la elaboración del manuscrito.

## CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1.- INTRODUCCION.....	1
1.- Importancia.....	1
2.- Objetivos.....	3
2.- ANTECEDENTES.....	5
1.- Cultivo de la alfalfa.....	5
1.1.- Origen.....	5
1.2.- Clasificación taxonómica.....	5
1.3.- Descripción botánica.....	6
1.4.- Usos.....	7
2.- Pulgón verde de la alfalfa <u>Acyrtosiphon</u> <u>pisum</u> (Harris).....	8
2.1.- Clasificación taxonómica.....	8
2.2.- Morfología.....	8
2.3.- Distribución geográfica.....	12
2.4.- Plantas hospederas.....	12
2.5.- Importancia y daños.....	13
2.6.- Ciclo de vida.....	16
2.7.- Enemigos naturales.....	21
2.8.- Resistencia de la alfalfa al pulgón verde.....	26

3.- MATERIAL Y METODOS.....	30
1.- Ciclo de vida y fecundidad.....	30
2.- Método estadístico.....	34
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
1.- Tablas de vida de <u>Acyrtosiphon pisum</u> (Harris)..	35
2.- Tablas de fecundidad de <u>A. pisum</u> (Harris).....	41
5.- CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	55

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1	Tablas de vida del pulgòn verde <u>Acyrtosiphon pisum</u> (Harris). Primer Ciclo de Vida.....36
2	Tablas de vida de <u>A. pisum</u> (Harris). Segundo Ciclo de Vida.....37
3	Tablas de vida de <u>A. pisum</u> (Harris). Tercer Ciclo de Vida.....39
4	Tablas de Vida de <u>A. pisum</u> (Harris). Cuarto Ciclo de Vida.....40
5	Parámetros de las Tablas de Fecundidad de <u>A. pisum</u> por Ciclo y por Variedad.....42
6	Análisis de varianza para el tiempo de desarrollo (días) del pulgòn verde entre Ciclos y entre Variedades.....46

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1	Adulto alado de <u>Acyrtosiphon pisum</u> (Harris).....10
2	Adulto áptero de <u>Acyrtosiphon pisum</u> (Harris).....11
3	Ciclo biológico anual de los áfidos. Holocíclico Dioécico.....16
4	Jaulitas de acrílico utilizadas para el estudio del Ciclo de Vida y Fecundidad de <u>A. pisum</u> .....32
5	Macetas con plantas de alfalfa cubiertas con malla de organza.....33
6	Factores ambientales de temperatura y humedad relativa registrados en el área de estudio.....45
7	Prueba de Tukey o prueba de comparación múltiple de medias. Ciclos de Vida vs. Longevidad.....47
8	Prueba de Tukey o prueba de comparación múltiple de medias. Variedades vs. Longevidad.....49

## RESUMEN.

Se realizó el estudio del ciclo de vida del pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris) en tres variedades de alfalfa: Puebla 76, Moapa y NK-819, efectuándose cuatro ciclos de vida a través de un año en condiciones ambientales, en el Laboratorio de Entomología de la ENCB del IPN.

Los objetivos fueron el determinar la longevidad de los estados ninfal y adulto, y el periodo reproductivo de esta especie, así mismo se discutió el posible mecanismo de resistencia de las variedades hospederas a este insecto.

El trabajo se efectuó sembrando alfalfa de las tres variedades, en macetas por cada ciclo de vida estudiado, empleándose jaulitas de acrílico para observar el desarrollo de cada pulgón. Se registró la duración de los estados ninfal y adulto, el número de ninfas por hembra y se determinó la longevidad. Se llevó un registro diario de la temperatura y la humedad relativa de las condiciones ambientales.

Las tablas de vida indicaron que la esperanza de vida ( $\bar{x}$ ) fue mayor en la variedad Puebla 76. Se pudo mostrar que la longevidad de A. pisum fue mayor en la variedad Puebla 76 y generalmente tendió a ser menor en la variedad NK-819. Las tablas de fecundidad indicaron que la reproducción del pulgón verde fue más favorable en la variedad Puebla 76 en la cual generalmente la  $R_0$  fue mayor.

En la variedad NK-819 y durante el cuarto ciclo de vida el pulgón verde no se reprodujo.

Se observò la presencia de màs formas aladas que àpteras a partir del segundo ciclo de vida y en la variedad NK-819.

Se realizò un análisis de varianza el cual indicò que si existieron diferencias significativas entre variables.

Se utilizò la prueba de Tukey, la cual mostrò la diferencia en la longevidad del pulgòn, teniendo para Puebla 76 una media de 24.9 días y para el primer ciclo de vida una media de 36.1 días.

Se concluyò que el posible mecanismo de resistencia fuè por antibiosis.

## 1.- INTRODUCCION.

### 1.- Importancia.

El cultivo de la alfalfa que apoya el desarrollo agropecuario nacional proyectó incrementos de consideración, tanto en el área cultivada como en los rendimientos por unidad de superficie. Las causas por las que este cultivo se incrementó, fué el aumento en la población de ganado mayor y menor y el que sea el mejor cultivo en valor nutritivo para su alimentación (Robles, 1975).

Para 1988 en México la superficie destinada al cultivo de alfalfa fué de 282,468 Has., con una producción nacional de 17'424,624 Ton., (Sistema Integral de Información. Avance en la Producción Agropecuaria y Forestal. Núm. 20. SARH. 1989).

Por su gran rango de adaptación y magníficos rendimientos la alfalfa se cultiva en las zonas templadas, áridas y semiáridas, de la República Mexicana, observándose en varios estados del país (Sifuentes, 1987).

En el Valle de México la alfalfa Medicago sativa L. se considera como el forraje más importante para la alimentación del ganado bovino productor de leche y para otras especies de rumiantes, se cultiva en varios estados y es el principal cultivo forrajero de la zona centro del país (Castro, 1982).

Para el Estado de Guanajuato, las variedades que han demostrado mayor capacidad de rendimiento son: INIA 76, Puebla 76, Bajío 76, NK-819, Moapa y Aragón entre otras (Salinas y Urbiola, 1981).

Asimismo para los Estados de México e Hidalgo se recomienda sembrar las variedades Mixteca 76, Puebla 76, INIA 76 y Bajío 76. Estas tres últimas, superan en aproximadamente 10 toneladas por hectárea por año la producción promedio de forraje verde a las variedades Valenciana, Moapa y San Joaquín II que se siembran comúnmente en la zona. Las variedades Puebla 76 e INIA 76 sobresalen además por tener una vida más larga, buena recuperación después del corte en la época invernal y mayor tolerancia a pulgones que no superan a las que se siembran en la región (Castro, 1982).

En la zona centro se han realizado investigaciones con alfalfa bajo diferentes condiciones, habiéndose logrado un 20 % de producción adicional cuando se utilizaron variedades mejoradas en comparación con las de uso tradicional y en el CAEVAMEX (INIA) se ha trabajado con alfalfa para seleccionar plantas con tolerancia a plagas y enfermedades (Anónimo, 1982).

Las plagas que afectan al cultivo son principalmente ocasionadas por insectos los cuales disminuyen la producción entre un 15 % a 20 % en promedio al año, dependiendo de la variedad utilizada (Citado por Marín, 1989).

Durante su periodo de crecimiento, la alfalfa es atacada por varios grupos de insectos, los cuales dependiendo de la especie de que se trate se alimentan de diferentes partes vegetativas de la planta impidiéndole un desarrollo normal, entre los cuales destacan los pulgones (Castro, 1982).

Cuando los daños causados por este grupo de insectos son muy severos, se produce marchitamiento de las hojas superiores, las

cuales se tornan de color amarillento y se detiene el crecimiento de la planta (Salinas y Urbiola, 1981).

Por otra parte, las plantas dan la apariencia de estar enmieladas a consecuencia de las secreciones que arrojan, lo que repercute en una disminución del rendimiento y calidad del forraje (Castro, 1982).

## 2.- Objetivos.

Conociendo la importancia del cultivo de la alfalfa y los daños que ocasionan los insectos al alimentarse del mismo, se planteó el presente estudio como una contribución para conocer las diferencias del ciclo de vida del pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris) en las variedades de alfalfa Puebla 76, Moapa y NK-819.

Las variedades experimentales se eligieron debido a sus características agronómicas, ya que en el INIA se habían probado en el campo, teniendo un grado de resistencia susceptible para Puebla 76, intermedia para Moapa y resistente para NK-819.

Esta elección se realizó de un estudio efectuado sobre el rendimiento de 27 variedades de alfalfa, donde se reportó el grado de resistencia contra plagas y enfermedades entre otras características agronómicas. El autor determinó el grado de resistencia cualitativamente, es decir, contando el número de pulgones que cayeran en la unidad de medida utilizada; dando una escala arbitraria de 0-6, resistente=0 y susceptible=6, en un promedio de 21 cortes se encontró la variedad Puebla 76=2, Moapa=1.8 y NK-819=1.3 (Castro, 1978).

Los objetivos de este estudio fueron:

- Determinar la longevidad de ninfas y adultos del pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris), en tres variedades de alfalfa Puebla 76, Moapa y NK-819.

- Determinar el periodo reproductivo del pulgón verde A. pisum en tres variedades de alfalfa Puebla 76, Moapa y NK-819.

- Discutir los posibles mecanismos de resistencia de las variedades de alfalfa al pulgón verde A. pisum.

## 2.- ANTECEDENTES.

### 1.- Cultivo de la Alfalfa.

#### 1.1.- Origen.

La alfalfa es originaria del Asia Menor y Sur del Cáucaso, comprendiendo esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán, parte occidental de Paquistán y Cachemira. El cultivo, probablemente de aquí, se extendió a Grecia como consecuencia de las guerras médicas. De Grecia pasó a Italia y de aquí a sus distintas provincias. Con la caída del Imperio Romano el cultivo desaparece de Europa. Los árabes transportaron de nuevo la alfalfa a través del Norte de África, desde Persia hasta España pasando de la Península Ibérica al resto del mundo. Los españoles la transportaron a México y posteriormente a Perú de donde rápidamente se extendió al resto de Norte y Sudamérica. En la actualidad es cultivada en todo el mundo (Del Pozo, 1977).

1.2.- Clasificación Toxonómica, según Del Pozo, op. cit., es la siguiente:

- Reino - Vegetal
- Subdivisión - Angiospermae
- Clase - Dicotyledonae
- Orden - Rosales
- Familia - Leguminosae
- Subfamilia - Papilionoidea
- Tribu - Trifoliae
- Género - Medicago
- Especie - sativa (Linneo).

### 1.3.- Descripción Botánica.

Es una planta herbácea perenne. Su promedio de vida varía de 5 a 7 años dependiendo de la variedad, clima, agua y suelo.

La raíz pivotante profunda penetra rápidamente y según la variedad, profundidad del suelo y de la capa freática, con el tiempo llega a profundidades de 7.5 a 9 metros o más y con un diámetro de 2 a 3 cm (Robles, 1975).

El tallo es herbáceo, delgado, erecto y muy ramificado, de 60 a 90 cm. de altura. Puede haber de 5 a 25 o más tallos por planta que nacen de una corona leñosa de la que brotan nuevos tallos, cuando los viejos maduran o se cortan (Robles, op. cit.).

Las hojas son trifoliadas, compuestas, alternas. Los folíolos son lineares, oblongos, dentados hacia sus ápices con escasas estipulas semilanceoladas, dentadas en la base y adheridas al pedicelo (Del Pozo, 1977).

Las flores son libres y pequeñas localizadas en densos racimos axilares. Usualmente son moradas, pero algunas veces amarillas según la variedad (Robles, 1975).

El fruto es una pequeña vaina pubescente espiral o curvada, indehiscente, que contiene varias semillas que miden aproximadamente 2 mm de longitud, de color marrón, verde o negro y forma arrifonada (Anónimo, 1982).

La alfalfa se adapta a los climas templados, cálidos y secos, en México se producen en varias zonas altas, siendo la altura de 500 a 600 metros sobre el nivel del mar, el límite más bajo para su mejor desarrollo. Crece en una gran variedad de suelos, pero sus rendimientos son mejores en los margosos profundos, en los arcillosos o en los de marga arenosa

que están drenados y tienen un contenido relativamente alto de materia orgánica; también sobre suelos moderadamente alcalinos, aunque parece ser que presenta su mejor desarrollo en suelos limo-arenosos calcáreos con alto contenido de fósforo y potasio (Robles, 1975).

#### 1.4.- Usos.

Su aprovechamiento es en verde, ensilada, henificada y como harina. Su consumo se extiende en general al ganado vacuno, bovino, equino, porcino, aves de corral y conejos (Citado por Marín, 1989).

Como se mencionó existen diferentes formas en que los animales pueden consumir la alfalfa, las cuales son:

**Forraje Verde.**- La alfalfa conserva íntegramente todos sus componentes nutritivos, se debe de airear antes de que la consuman los animales, a fin de evitar su enmohecimiento o calentamiento en el estómago de los animales, lo cual puede ocasionar graves consecuencias (Castro, 1978).

**Secada al sol o Achicalada (humedad 10-18%).**- En este estado, la alfalfa tiene la ventaja de que se puede almacenar por largos periodos sin que sufra mayores deterioros; sin embargo, se pierde una gran proporción de proteínas y caroteno (Vitamina A), con lo cual este forraje queda sin mayor valor alimenticio para el ganado (Castro, op. cit.).

**Alfalfa secada artificialmente o Deshidratada (humedad no mayor de 8 %).**- Debido al sistema de secado instantáneo se puede obtener un producto sumamente uniforme en cuanto a contenido de humedad, nutrientes y tamaño. Esta ventaja hace que la alfalfa

deshidratada tenga una gran demanda en la elaboración de alimentos balanceados para animales; en términos generales, es una de las plantas forrajeras con mayores contenidos de proteínas y vitamina A (Castro, op. cit.).

Hace poco tiempo se popularizó como alimento humano en forma de alfalfa germinada. También la alfalfa produce una excelente miel producto del néctar de sus flores (Citado por Marin, 1989).

Asimismo, su condición de planta leguminosa le permite por medio de simbiosis con bacterias del género Rhizobium fijar en el suelo grandes cantidades del nitrógeno atmosférico (Del pozo, 1977). Estas ventajas se pueden apreciar al realizar rotaciones de cultivo, sembrando algunas gramíneas después de la alfalfa como es el caso del maíz, sorgo o trigo (Castro, 1978).

2.- Pulgón verde de la alfalfa Acyrtosiphon pisum (Harris).

2.1.- Clasificación Taxonómica, según Borrór et al., (1981), es la siguiente:

Phylum - Arthropoda

Clase - Insecta

Subclase - Pterygota

Orden - Homoptera

Familia - Aphididae

Género - Acyrtosiphon

Especie - pisum (Harris)

2.2.- Morfología.

Su nombre común es pulgón verde o pulgón de la alfalfa.

La hembra vivípara alada mide de 3.34 a 3.80 mm de longitud.

El color del abdomen es verde claro y la cabeza y el tórax son castaño claro. En especímenes aclarados y montados, la cauda y apéndices son castaño claro, excepto por los extremos de los segmentos antennales III, IV, V y todo el VI; los extremos de los fémures, tibias y todos los de los tarsos; y los extremos de los cornículos, los cuales son negruscos. La antena es ligeramente más larga que el cuerpo, y hay 12 a 21 sensorias secundarias en el III segmento. La cauda es larga, ahusada y con 3 a 5 pares de sedas laterales y 1 ó 2 sedas preapicales dorsales; las sedas basales son largas y agudas y las sedas apicales son muy cortas y ligeramente capitadas. Los cornículos son largos, delgados, ahusados e imbricados desde la base a la punta; dos o más veces más largos que la cauda; y ligeramente más cortos que el III segmento antenal. La punta del rostro no alcanza la segunda coxa. El último segmento rostral es casi una y media veces tan largo como la base del VI segmento antenal. Las sedas de las antenas y del cuerpo son más cortas y capitadas (Figura 1) (Kono y Papp, 1977).

Las hembras vivíparas ápteras son de 3.42 a 3.99 mm de longitud. Es parecida a las formas aladas en coloración. Hay 1 ó 2 sensorias secundarias en el III segmento antenal. Las principales características distinguibles son el tamaño grande, color verde pálido, los cornículos largos, delgados, ahusados sin reticulaciones; la cauda es larga, ahusada, con sedas capitadas distalmente; y un radio de cerca de 2:1 entre la base del VI segmento antenal y el último segmento rostral (Figura 2) (Kono y Papp, op. cit.).

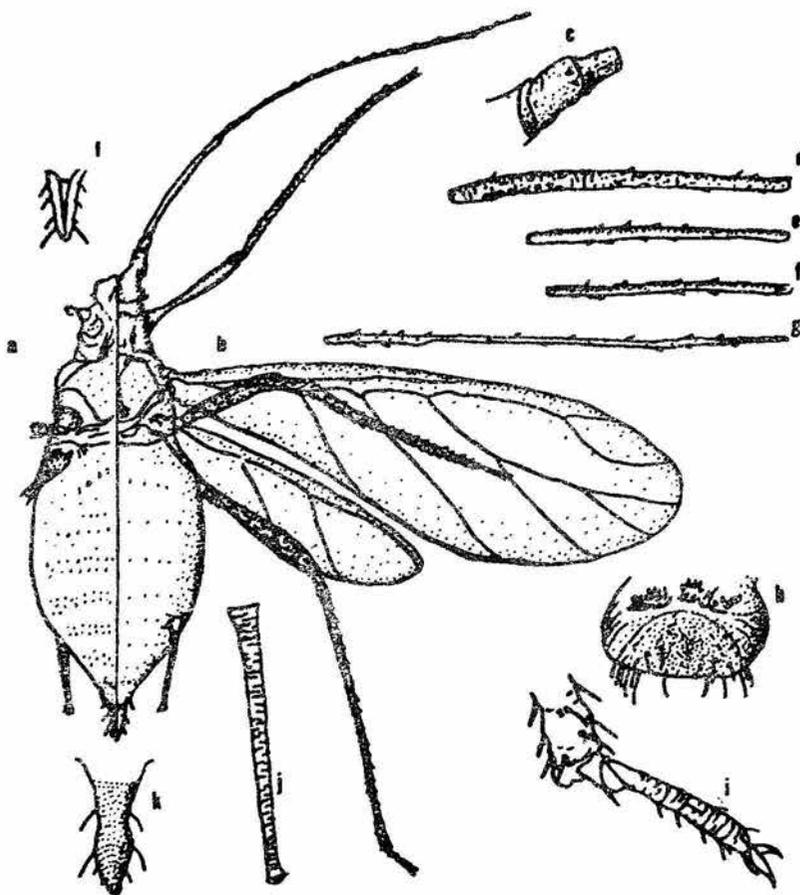


Figura 1. Adulto Alado de *Acyrthosiphon pisum* (Harris).  
 a. Vista dorsal; b. Vista ventral; c, d, e, f, y g.  
 segmentos antenales; h. placa genital; i, tarso; j,  
 sifunculo; k, cauda; l, último segmento rostral (Tomado  
 de Kono y Papp, 1977).

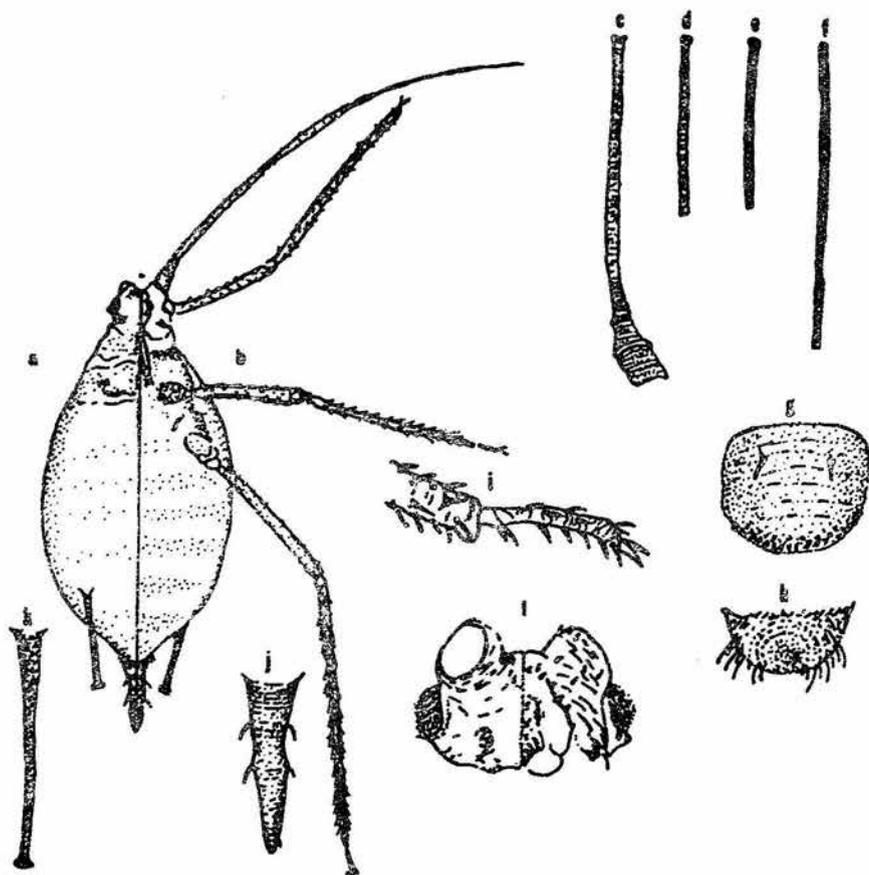


Figura 2. Adulto áptero de Acyrthosiphon pisum (Harris).  
 a, Vista dorsal; b, Vista ventral; c,d,e, y f,  
 segmentos antenales; g, placa genital; h, placa anal;  
 i, tarso; j, cauda; k, sifunculo; l, cabeza; m, último  
 segmento rostral (Tomado de Kono y Papp, 1977).

### 2.3.- Distribución Geográfica.

El pulgón verde de la alfalfa Acyrtosiphon pisum (Harris), es una especie cosmopolita probablemente de origen paleártico, común sobre leguminosas en todo el mundo, ya mencionada en México por varios autores (García 1962, 1977; Peña y Sifuentes, 1972; Smith y Cermeli, 1979), (Peña y Remaudiere, 1985).

La presencia de esta especie se observó en el Valle de México, así como también en los Estados de Aguascalientes, Hidalgo, Guerrero, Guanajuato, Puebla y Tamaulipas (Remaudiere y Peña, 1980).

Investigaciones más recientes reportan que se le encuentra prácticamente en todos los Estados de la República donde existe este cultivo, también se le ha encontrado en otras leguminosas cultivadas y silvestres (Peña y Remaudiere, 1985).

Blackman & Eastop (1984) reportan que en realidad A. pisum es un complejo de razas y subespecies con diferentes rangos de plantas hospederas. En la actualidad en México se le confunde con Acyrtosiphon kondoi, Macrosiphum euforbiae y Aulacorthum solani (Peña y Remaudiere, op. cit.).

### 2.4.- Plantas Hospederas.

El pulgón verde se alimenta de varias leguminosas sobre todo de las herbáceas, teniendo como plantas hospederas más frecuentes a ciertas especies de los géneros Medicago, Vicia, Melilotus y Trifolium (Quintanilla, 1979), y Pisum. (Mac Gregor, 1983).

Algunas especies hospederas de este pulgón son las siguientes:

Cytisus scoparius (L) Link - Millo de escoba

Lactuca sativa Linneo - Lechuga

Lathyrus sp. - Arveja

Lens esculenta Maench. - Lenteja

Lotus corniculatus - Trébol pie de pájaro

Medicago sativa Linneo - Alfalfa

Melilotus sp. - Meliloto

Ononis repens

Phaseolus vulgaris Linneo - Frijol

Pisum sativum Linneo - Chicharo

Solanum tuberosum Linneo - Papa

Trifolium pratense - Trébol rojo

Trifolium repens - Trébol blanco

Vicia faba Linneo - Haba

(Blackman, 1974; Frazer, 1972; García, 1977; MacGregor, 1983 y Quintanilla, 1979).

#### 2.5.- Importancia y Daños.

Holman (1974) menciona que las características de los pulgones que los sitúa como uno de los grupos de insectos de mayor importancia agrícola a nivel mundial son entre otras, 1) su tipo de alimentación, 2) su alto grado de reproducción y 3) la capacidad de las formas aladas para desplazarse a grandes distancias (Citado por Peña y Ramaudiere, 1985).

Los pulgones constituyen un importante grupo de insectos debido a que son responsables de grandes daños en muchos cultivos, como consecuencia de su actividad alimenticia y de su

elevado potencial biótico (Quintanilla, 1979).

Son probablemente el grupo más universal de insectos que se alimentan de las plantas. Difícilmente existe una clase de planta cultivada silvestre, que no soporte de una a varias especies de pulgones y un gran porcentaje de plantas individuales se encontraran infestadas cada verano (Metcalf, 1984).

Los pulgones afectan a las plantas causando serios daños a través de cuatro vías:

1) Por succión de savia a la planta.

2) Por la eliminación de mielecilla sobre la superficie de la planta, proporcionando un medio favorable para el desarrollo de hongos y como alimento para ciertas hormigas.

3) Por la acción tóxica de las secreciones salivales durante la alimentación causando inhibición en el crecimiento, clorosis, marchitamiento, enrollamiento de hojas, defoliación y formación de agallas.

4) Por actuar como transmisores de virus, ocasionando enfermedades letales para determinados cultivos (Palmer, 1952).

La importancia del grupo como vectores de virus, es bien conocida ya que aproximadamente 200 especies de pulgones han sido reportadas como verdaderos o al menos posibles vectores (Peña y Ramaudiere, 1985).

El pulgón verde A. pisum se ha mencionado como vector de 27 enfermedades virales, incluyendo algunas de sus plantas hospederas (Holman, 1974).

Se ha reportado que esta especie es vectora de más de 30 enfermedades virales incluyendo virus no persistentes de frijol, chicharo, remolacha, cucurbitáceas y crucíferas y de los virus

persistentes, hoja enrollada del chicharo y mosaico del chicharo (Peña y Ramaudiere, 1985).

El pulgón verde al alimentarse de la savia en hojas, brotes, tallos y vainas verdes de alfalfa e incorporar a la vez su saliva tóxica, ocasiona la muerte de plantas jóvenes y detiene el desarrollo de las plantas adultas, con el consiguiente amarilleo y marchitez. La producción de semilla también puede verse afectada, pues la actividad del pulgón debilita las plantas y causa así mismo un retraso en la primera floración (Quintanilla, 1979).

En dicho cultivo al presentarse esta especie en altas infestaciones puede reducir el rendimiento hasta en un 50% (Anónimo, 1981).

En algunos cultivos se han constituido en factores limitantes de los rendimientos y su habitual presencia requiere permanentes inversiones para contrarrestar su acción perjudicial. Aparentemente desprovistos de defensas naturales para enfrentar adversidades climáticas, escasez de alimento, enemigos naturales y enfermedades, suplen esas deficiencias con su gran aptitud reproductora y la rapidez de su desarrollo. Tanto es así que, en poco tiempo pueden generarse gran cantidad de individuos, ya que cada pulgón está habilitado para producir una descendencia considerable, que completa su desarrollo bajo condiciones favorables en breve lapso, por lo que las generaciones suelen ser numerosas a lo largo del año (Quintanilla, 1979).

## 2.6.- Ciclo de vida.

Los pulgones presentan un ciclo heterogónico, es decir, existe alternancia de generaciones asexuales (o partenogénicas) y sexuales. el polimorfismo es un fenómeno común, es decir, individuos morfológicamente diferentes como respuesta a variación en las condiciones ambientales así el ciclo que ha sido más estudiado en las regiones templadas del mundo empieza con la eclosión durante la primavera de un individuo llamado fundatrix, proveniente de un huevecillo invernante, esta fundatrix se reproduce partenogénica y vivíparamente, la descendencia de estos individuos está formada por hembras partenogénicas vivíparas ápteras y aladas llamadas fundatrigenas que dan origen a numerosas generaciones llamadas virginógenas ápteras y aladas

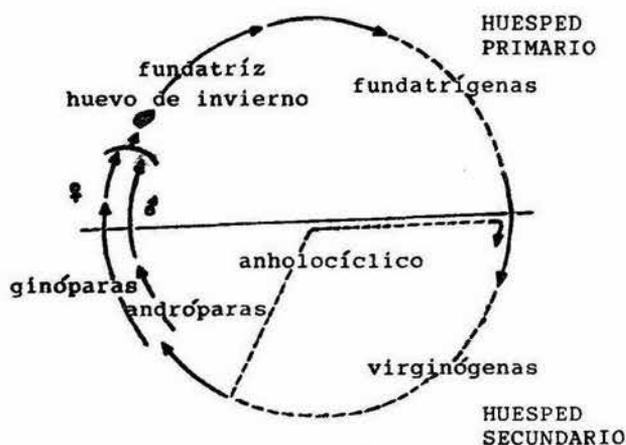


Figura 3. Ciclo biológico anual de los áfidos. Holocíclico Dioécico (Tomado de Anónimo, 1988).

hasta que al final del otoño dan origen a las sexóparas (gínóparas y andróparas). esto es una generación cuyos descendientes serán verdaderas hembras ovíparas y machos (ápteros o alados) que tendrán unión bisexual y cuyos huevecillos fertilizados permanecerán latentes sobre la planta que fueron depositados hasta la primavera siguiente para iniciar un nuevo ciclo. Si todas estas formas se presentan dentro de una especie se dice que son holocíclicas, si sólo se presentan formas asexuales se dice que son anholocíclicas, con respecto a las plantas huéspedes se dice que si el ciclo se realiza en dos tipos de plantas las especies son dioécicas, si se realiza entre plantas emparentadas taxonómicamente se dice que son monoécicas y aún existen otras variaciones, aunque una de gran importancia para la agricultura es la presencia de biotipos, individuos pertenecientes a una misma especie pero que modifican su comportamiento en respuesta a una presión de selección del medio (Figura 3.). (Peña, 1981 y Anónimo 1988).

Kilian y Nielson (1971) mencionaron que el tiempo de desarrollo de cuatro biotipos del pulgón del chicharo A. pisum (Harris) tuvo una reducción significativa con el incremento de temperatura sin embargo, se observó una reacción reversible en el periodo prereproductivo y reproductivo. Los efectos de la temperatura óptima fueron evidentes en 24.4°C donde el periodo prereproductivo fue más corto y ocurrió la mayor producción de ninfas por día. Asimismo mencionaron que la duración del periodo ninfal se incrementó, a temperaturas por debajo de los 28.9°C y la longevidad de los adultos decreció marcadamente en temperaturas altas (28.9-30°C).

Maxwell (1984) reporta que la existencia de biotipos del pulgón del chicharo, fué demostrada por vez primera por Harrington (1941, 1945) y Cartier (1959) en el propio chicharo; estos investigadores cuantificaron el tamaño corporal, la reproducción y otros caracteres del insecto. La existencia de biotipos del pulgón del chicharo sobre la alfalfa, es dado a conocer por Cartier y colaboradores en 1965, quienes probaron 10 clones de alfalfa bajo tres temperaturas y en dos localidades diferentes.

Frazer (1972) diferenciò cinco poblaciones (biotipos) del pulgón del chicharo, con base en la supervivencia y las tasas de incremento de las poblaciones sobre la alfalfa, retama, trébol blanco y haba. Sugirió que los biotipos eran resultado de la adaptación anual a varias especies de plantas huésped, y que las características de los biotipos varían de un año a otro.

Camino (1967) mencionó que el pulgón verde se encuentra presente en el cultivo de la alfalfa durante todo el año en el Valle de México, y las poblaciones más altas se registran en Febrero, Marzo y Abril, teniendo un menor número en Agosto.

Murdie (1969) indicó que la fecundidad de virginógenas ápteras del pulgón verde está positivamente correlacionada con su peso justo después de la muda, pero la longevidad y duración del periodo reproductivo no difiere entre los adultos de tamaño pequeño y grande. También mencionó que los adultos pequeños colocados por dos generaciones a 25°C presentaron el periodo prereproductivo largo cuando fueron colocados a 20°C, pero su primera progenie fué pequeña y desarrollo adultos pequeños. Estos adultos presentaron periodos prereproductivos muy largos y

produjeron ninfas pequeñas que desarrollaron adultos casi de tamaño normal.

Mackay (1975) citó que el registro en plantas de haba, del periodo prereproductivo, reproductivo y postreproductivo fué de 8.2 y 10, 14.8 y 17, 6.2 y 4.3 días para pulgones ápteros y alados respectivamente, siendo la fecundidad media de 95.1 y 86.2 para ápteras y aladas. Los pulgones alados vivieron un poco más que las ápteras pero tuvieron más largo el periodo prereproductivo y reproductivo. La explicación del periodo prereproductivo más largo consiste en la tendencia migratoria de las formas aladas.

Schaefer (1938) citó que la aparición de descendencia alada del pulgón verde esta asociada con una concentración del contenido corporal del progenitor. El tracto alimenticio del pulgón verde esta constituido de tal forma que elimina adecuadamente las substancias de desecho solamente mientras que el fluido sea ingerido en suficiente volumen. También menciona que la falta de fluidos junto con la rápida evaporación de agua del cuerpo del pulgón progenitor, causa una concentración de substancias de desecho. Esos "desechos" acumulados en el adulto en forma de proteínas y carbohidratos parece desencadenar el desarrollo de alas. La aparición de individuos ápteros parece ser debido a: a) La falta de esas substancias de desecho en el progenitor, o, b) La presencia de un volumen suficiente de fluidos absorbidos para llevarlos fuera en solución como mielecilla.

Kenten (1955) reportó que el pulgón verde A. pisum está influenciado por el fotoperiodo y la temperatura encontrando que esta especie produjo la cantidad más grande de descendencia a

20°C, mientras que en temperaturas más bajas tuvieron un decremento en la reproducción y esto fué acompañado por un incremento en la longevidad. También observó que temperaturas altas de 29-30°C causaron una reducción en el tamaño e incremento del periodo ninfal. Por otra parte, sugiere que a temperaturas de 20°C y fotoperiodo de 16/24 hrs, favorece la rápida reproducción de formas ápteras virginóparas casi exclusivamente mientras que evita la reproducción de formas sexuales.

Murdie (1969) citó que los pulgones fueron más grandes en las plantas de haba pretratadas cada dos horas de fotoperiodo durante 12 días que los pulgones criados en plantas pretratadas y no pretratadas durante 4 días. Y que la temperatura óptima para el desarrollo de adultos de tamaño grande se sitúa entre 15 y 20°C, mientras que temperaturas constantes de 10, 25 y 28°C conducen a un decremento del tamaño. También reportó que la recuperación del decremento de tamaño por apifonamiento es realizado en cerca de una generación, los adultos pequeños son eventualmente capaces para producir grandes ninfas, pero la recuperación del tamaño pequeño causado por la alta temperatura es mucho más lento.

Siddiqui (1973) mencionó que generalmente la longevidad del pulgón verde fué más corta en temperaturas alternas que en las temperaturas constantes correspondientes, excepto en las alternas de 20-25°C y de 20-30°C. En temperatura constante de 30°C y alternas de 25-35°C, todos los pulgones murieron antes de llegar al estado adulto. El tiempo de desarrollo fué más corto en temperaturas alternas que en las correspondientes temperaturas constantes, excepto en un 20-30°C, donde fué ligeramente más

largo que en temperatura constante de 25°C. En 30°C y en 25-35°C ningún pulgón sobrevivió a la madurez. La mayor cantidad de jóvenes fué producida en 15°C y 5-25°C. La fecundidad decreció generalmente con el incremento de la temperatura constante. Ningún joven fué producido en 30°C y 25-35°C. La temperatura superior límite para el incremento de la población de A. pisum bajo condiciones controladas es entre 25°C y 30°C y la temperatura más baja límite de 3.2°C.

Frazer (1972) indicó que dentro de las poblaciones de los pulgones Aphis fabae Scolopi y A. pisum (Harris) en plantas de haba Vicia faba L. bajo condiciones de temperatura de 20 °C y humedad relativa de 70-80%, la (rm) tasa intrínseca de incremento natural fué de 0.359 días y 0.404 días respectivamente. La mortalidad no fué importante al determinar las (rm) porque muy pocos pulgones murieron durante sus periodos reproductivos. Sólo 5 de 116 pulgones reproductores murieron y las hembras murieron en 3 a 4 días.

## 2.7 Enemigos Naturales.

Los enemigos naturales de los pulgones se agrupan en una variedad diversa de organismos tales como depredadores, parásitos y enfermedades fungales. Los depredadores más comunes de los pulgones son larvas y adultos de diversas especies de catarinitas de la familia Coccinellidae dentro del orden Coleóptera, exceptuando un grupo que es fitófago (Blackman, 1974).

Se ha estimado la dieta diaria para algunas catarinitas en alrededor de 80 ejemplares, entre estos entomófagos pueden citarse a Cycloneda sanguinea (L.), Eriospis connexa Germ..

Coccinella ancoralis Germ., Adalia bipunctata (L.), Hippodamia convergens Guer., Hyperaspis festina Muls., etc. que no actúan sobre ninguna especie en particular, sino en general sobre cualquier pulgón, si bien cabe señalar que suelen mostrar mayor preferencia por algunas especies de pulgones (Quintanilla, 1979).

Otros escarabajos depredadores son larvas y adultos de la familia Carabidae y Cantharidae y adultos pertenecientes a la familia Staphylinidae. Dentro del orden Neuroptera, existen algunos insectos representantes de las familias Chrysophidae, Hemerobiidae y Coniopterygidae que en estado inmaduro se alimentan principalmente de los pulgones, sin embargo, también atacan y se alimentan de otros pequeños insectos, ácaros o arañas (Blackman, 1974).

Los depredadores representantes de la familia Chrysopidae se ubican en el género Chrysopa, que en el estadio larval extraen la hemolinfa de los pulgones con sus poderosas mandíbulas acanaladas y pueden llegar a matar entre 200 y 400 pulgones mientras dura el periodo larval (Quintanilla, 1979).

Otros organismos depredadores de pulgones son las larvas pertenecientes a las familias Syrphidae y Cecidomyidae del orden Diptera (Blackman, 1974).

De la familia Syrphidae son depredadores las especies Allograta exótica (Wiel), A. oblicua (Say) y Baccha clavata (F.), que durante los 10 a 15 días que dura su periodo larval destruyen unos 30 a 40 pulgones diarios. Estos dípteros no actúan sobre una determinada especie de pulgón (Quintanilla, 1979).

Existen muchas chinches depredadoras que pueden alimentarse incidentalmente de pulgones, las cuales son encontradas en la

familia Anthocoridae del orden Hemiptera. Otro muy diferente grupo de enemigos naturales de los pulgones son los insectos parásitos denominados parasitoides que son avispidas de las familias Aphididae y Aphelinidae pertenecientes al orden Hymenoptera (Blackman, 1974).

Dentro de la familia Aphididae, los géneros y especies actualmente conocidos en México así como sus huéspedes respectivos son las siguientes: Ephedrus Hal. con las especies E. californicus Baker criado de Macrosiphum euforbiae Thos. y de Uroleucon spp. y E. lacertosus Hal. Del género Praon Hal. las especies P. latgerinae Stary & Remaudière, parásito de Latgerina orizabaensis Remaudière descrito en México, otras especies son P. exsoletum Nees y P. occidentalis Baker. Un género muy vecino Pseudopraon Stary, difiere de Praon por la pubescencia de la vaina del ovipositor; P. mindariphagum Stary, originario de Europa, fué encontrado recientemente en México (Baja California) con su huésped Mindarus abietinus Koch, por A. L. Muñoz. del género Aphidius Ness se conocen las especies A. nigripes Ashm. A. polygonaphis Fitch y A. smithi Sh & S. Rao. Del género Pauesia Quilis parasitan a varias especies de pulgones del género Cinara asociado con las coníferas; dos especies descritas de México: P. rofithorax Stary & Remaudière y P. rugosa Stary & Remaudière. Del género Monoctonus Hal. género mencionado en México sin precisión de especie. Del género Quadrictonus Stary & Remaudière, una sola especie descrita en México: Q. luteolus Stary & Remaudière parásita de Macrosiphum, Illinoia y Utamphorophora. Del género Lysiphlebus Forst. La especie L. testaceipes Cress; aparentemente el afidiido más común en México fué criado de muchos pulgones

pertenecientes a los géneros: Aphis, Brachycaudus, Braggia, Capitophorus, Hyperomyzus, Latgerina, Rhopalosiphum, Siphonotrophis y Xerophilaphis. Del género Lysaphidus Smith, varias especies entre las cuales, L. ramithyrus Smith fuè criada en Plectrichophorus gnaphalodes Palmer en México. Del género Diaeretiella Stary, una especie cosmopolita conocida como parásita de Brevicorynae, Lipaphis, Myzus y otros áfidos. Del género Trioxys Hal. Numerosas especies entre las cuales cinco observadas en México: T. basituber Stary & Remaudière; parásito de Uroleucon sp., T. bonnevillensis Smith, parásito de Epameibaphis atricornis Gill & Palm., T. cupressicola Gahan, parásito de Siphonotrophia grávida Knowlt., T. mexicanus Stary & Remaudière, parásito de Myzocallis (Lineomyzocallis) walsbii Monell y T. complanatus Quilis. Del género Cristicaudus Stary & Remaudière, sólo una especie conocida, C. bicolor Stary & Remaudière, descrita en México como parásita de Sitobion sp. (Stary & Remaudière, 1988).

Para Argentina dentro de la misma familia una especie bastante difundida es Lysaphidus platensis (Bths.), enemigo natural de Schizaphis graminum pero señalado así mismo como parasitoide de varias especies de pulgones. Diaeretiella rapae (Mc. Intosh) es parasitoide también de S. granarium, Myzus persicae y Brevicoryne brassicae. Dentro de la familia Aphelinidae se encuentra a Aphelinus mali (Hald) parasitoide de Eriosoma lanigerum, pero que tiene otros huéspedes como B. brassicae y M. persicae (Quintanilla, 1979).

Las enfermedades fungales son otro grupo de enemigos naturales de los pulgones y algunas veces, grandes cantidades de

ellos pueden ser afectados por hongos del grupo de los Entomophthorales, la especie Entomophthora planchoniana (Cornu) patógeno exclusivo de áfidos ha sido encontrada en zonas templadas de México. En Baja California Norte fué el único hongo encontrado en las poblaciones de ocho especies de pulgones en Abril de 1981; en una ocasión se observó una fuerte epizootia de este hongo en las poblaciones altas de Obtusicauta sp. sobre Artemisia tridentata (Este de Tecate 1000 m.). En Mexicali el mismo hongo ataca a pulgones de los cereales principalmente a Metopolophium dirhodum (Walker) y Rhopalosiphum padi (L.) Este hongo es activo contra muchos áfidos perjudiciales a los cultivos como Myzus persicae (Sulzer), Macrosiphum euphorbiae (Thomas). En México no se observaron especímenes con esporas de resistencia (Remaudière y Latgé, 1985).

Por la especie Erynia neoaphidis Remaudière & Hennebert., es el patógeno más común de los áfidos en las partes templadas de todos los continentes. En México se encontró en más de 35 especies de áfidos y representa el 80% de los casos de micosis observados sobre pulgones (Remaudière y Latgé op. cit.).

Y por la especie Zoophtora phalloides Batko. que es exclusiva de áfidos y conocida de Europa y de Estados del Este de Estados Unidos (Remaudière et. al., 1978). Remaudière et. al. 1981 menciona que el hongo fija el cadáver a la planta con un rizoides espeso. Fué aislado de A. pisum (Harris) de Oaxaca, Oax. No forma esporas de resistencia ni en los huéspedes ni en los cultivos (Remaudière y Latgé, op. cit.).

Para Argentina se ha observado que Entomophthora aphidum Oud., ha diezmando las poblaciones de Schizaphis graminum mediante

el desarrollo de epizootias naturales. Otros dos hongos, Entomophtora aphidis (Hoff.) y Entomophtora obscura Hall y Dunn, se han observado parasitando a A. pisum y ocasionando la muerte de las colonias (Quintanilla, 1979).

#### 2.8 Resistencia de la alfalfa al pulgón verde.

Harrington (1941) indicó que la resistencia a los pulgones de dos variedades de chicharo reduce ligeramente la tasa de desarrollo de los pulgones, inhibe la reproducción a un grado considerable de 12.5% y decrece la longevidad a un 20%. El efecto acumulativo de resistencia actuando sobre las poblaciones de pulgones durante el crecimiento estacional del chicharo puede explicar porque las variedades resistentes son frecuentemente capaces de producir una cosecha cuando los rasgos raciales susceptibles son destruidos. Los datos relativos de tasas de reproducción de pulgones parecen ofrecer una mejor posibilidad para medir la resistencia comparativa de las variedades de chicharo que los datos en tasas de desarrollo o duración de vida de los pulgones.

Howe et al., (1965) evaluaron la resistencia de la alfalfa al pulgón del chicharo y concluyeron que: 1) El germoplasma flamenco y del turquestán parecían tener mayor resistencia; 2) Esta podía cuantificarse mediante la tasa y el volumen de reverdecimiento de la alfalfa en presencia del pulgón; 3) La antibiosis, cuantificada mediante pruebas de enjaulamiento estaba correlacionada con la presencia de bajas poblaciones de pulgones sobre las plantas obtenidas a partir de las pruebas de infestación; 4) Las plantas seleccionadas en el campo por su

resistencia al pulgón del chicharo, seguían desarrollándose en presencia de grandes poblaciones del pulgón y había aumentado la supervivencia de sus clones y su progenie; 5) La resistencia al pulgón del chicharo se complicaba por la presencia de variación fenotípica (Citado por Maxwell, 1984).

Dahms y Painter (1940) reportaron que la temperatura óptima para el ciclo de vida y reproducción del pulgón verde fué algunos grados más alta ( $16^{\circ}\text{C}$ ) en plantas de alfalfa susceptibles que en plantas resistentes bajo condiciones de campo. El pulgón se reprodujo más rápido y la mortalidad fué menor en plantas susceptibles. También citaron que algunas plantas de alfalfa que presentaron resistencia en el campo proporcionaron bastante alimento para la reproducción del pulgón. Estas plantas pueden ser resistentes por su capacidad para soportar la alimentación de los pulgones. Las plantas fueron clasificadas como susceptibles o resistentes considerando el rango en la mortalidad y la tasa de reproducción del pulgón.

Brown, Pimentel y Byrne (1969) mencionaron que la tasa intrínseca de incremento natural ( $r_c$ ) calculada para esta especie en tres variedades de alfalfa, teniendo un grado de resistencia susceptible, intermedia y altamente resistente, fué de 0.25, 0.20 y 0.13 respectivamente. Esta técnica de evaluación de la resistencia de los clones de alfalfa para el pulgón verde, demostró ser satisfactoria en la medida de la resistencia de la planta a un insecto. El valor de ( $r_c$ ) tiene importancia significativa práctica en que esta directamente relacionada a la capacidad del pulgón para sobrevivir y reproducirse en su planta hospedera.

Emery (1946) haciendo estudios sobre resistencia, atribuyó la inmunidad vegetal a una condición ácida de la planta de alfalfa, asociada con factores ambientales. La resistencia al pulgón del chicharo en esa planta, se asocia con una mayor proporción de azúcar/nitrógeno según Maltais y Auclair y colaboradores (1957); una coloración verde profundo en las primeras fases del desarrollo y una mayor antibiosis a temperaturas más altas según Cartier (1963) (Citado por Maxwell, 1984).

Sandmeyer y Hunt (1971) mencionaron que de 6 clones de alfalfa y 2 especies de pulgones utilizados (A. pisum y T. maculata) para un estudio sobre resistencia, resultaron 2 clones altamente susceptibles, 2 clones altamente resistentes para ambas especies y un clón moderadamente resistente para A. pisum y otro altamente resistente para T. maculata. Las tasa reproductivas, cantidad acumulativa de ninfas y duración de periodos reproductivos, varió desde máximo en clones altamente resistentes. Las tasas de desarrollo del pulgón manchado fueron más directamente afectadas que las del pulgón verde. El factor de tal conducta variable de dos especies de pulgones, para algunos de los clones de alfalfa indicaron la posibilidad de dos mecanismos completamente diferentes de resistencia. El efecto de los clones de alfalfa en los ciclos de vida y reproducción de ambos pulgones indicaron que el grado de resistencia, basado completamente en tasas de reproducción para una generación, pueden no reflejar resistencia con exactitud.

Maxwell (1984) informó que todavía no se conocen bien los mecanismos de la resistencia de la alfalfa a los insectos. Muchos

estudios han demostrado que las plantas resistentes afectan de modo adverso la biología del insecto, su comportamiento, o ambas cosas, cuando este usa la planta para alimentarse u ovipositar.

### 3.- MATERIAL Y METODOS.

El presente trabajo se realizó a nivel experimental durante el periodo comprendido entre Diciembre de 1982 al mes de Agosto de 1983 en el Laboratorio de Entomología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N.

#### 1.- Ciclo de vida y Fecundidad.

Se registraron cuatro ciclos de vida, del pulgón verde A. pisum (Harris) empleando como alimento tres variedades de alfalfa en condiciones ambientales. Las semillas de alfalfa fueron proporcionadas por el CAEVAMEX, INIA, SARH.

Se sembró alfalfa en quince macetas, de las cuales cada cinco macetas fueron sembradas con una variedad de alfalfa por cada ciclo realizado, permitiendo que las plantas se desarrollaran hasta que presentaran hojas trifoliadas para un registro adecuado.

Una vez colectados los pulgones de dos alfalfares localizados en Chapingo, México, se identificaron para verificar si se encontraba la especie en estudio el pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris) evitando así la posible presencia del pulgón azul Acyrtosiphon kondoi (Shinji), siendo sumamente parecido al anterior. Esta identificación se realizó con la ayuda de la M. en C. Rebeca Peña Martínez, en el Laboratorio de Taxonomía del INIA, Chapingo, México y de igual forma con la ayuda de la M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros, en el Laboratorio de Entomología de Sanidad Vegetal, México, D.F.

El estudio se efectuó por medio de jaulitas de acrílico (Modificado de Blackman, 1974) de 4 X 2.5 cm. presentando dos orificios, uno en la base y otro en la tapa de la misma, cubiertos con malla de organza para la ventilación, teniendo una ranura en una de las paredes para la penetración de una rama de alfalfa, evitando el daño del tallo por medio de un pedazo de hule espuma, las jaulitas tuvieron soporte de madera el cual se introdujo en la tierra de las macetas con el objeto de poder colocarlas al mismo nivel en que se encontraban las hojas de la rama de alfalfa (Figura 4).

Se colocaron diez jaulitas por cada variedad experimental, depositándose individualmente con un pincel ninfas de primer estadio en las hojas de plantas de alfalfa. Se registró la duración de los estadios ninfales (contándose las exuvias), periodo prereproductivo, reproductivo y postreproductivo.

Durante el periodo reproductivo, diariamente se observó la progenie con la ayuda de una lupa de mano (aumento 10X), se contaron y separaron las ninfas producidas por cada pulgón adulto, sin hacerles daño a éstos, cuando fué necesario los organismos se cambiaron a hojas sanas, registrándose la fecundidad del pulgón para cada variedad de alfalfa probada.

Para el periodo postreproductivo, los adultos se mantuvieron en sus respectivas jaulitas y se registró el día en que cada uno murió, esto es la longevidad del pulgón para cada variedad de alfalfa probada.

Todas las macetas se cubrieron con malla de organza con la finalidad de evitar la incidencia de insectos (Figura 5).

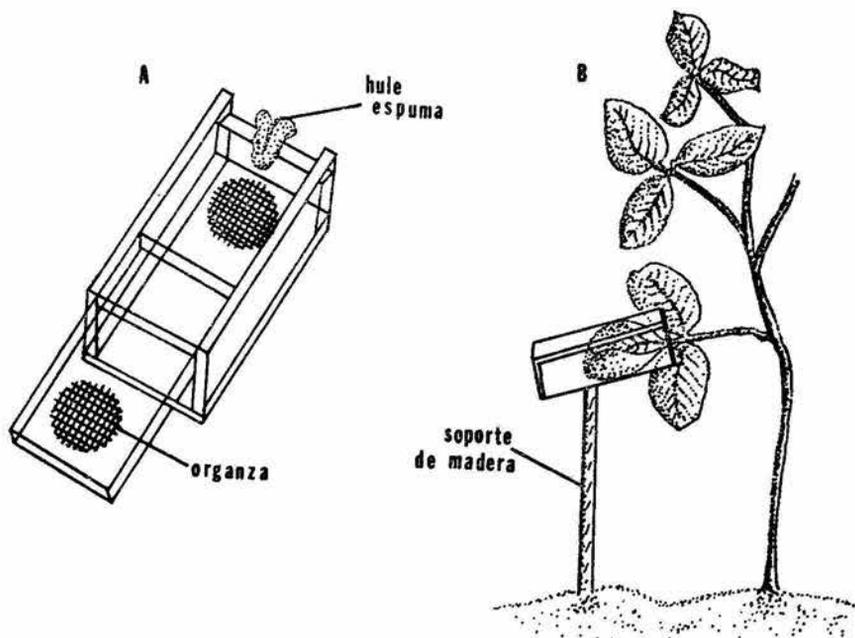


Figura 4. Jaulitas de acrilico utilizadas para el estudio del ciclo de vida y fecundidad de A. pisum. A. jaulita donde se confinaron los pulgones en una sola hoja. B. jaulita en posición sobre la planta de alfalfa (Modificado de Blackman, 1974).

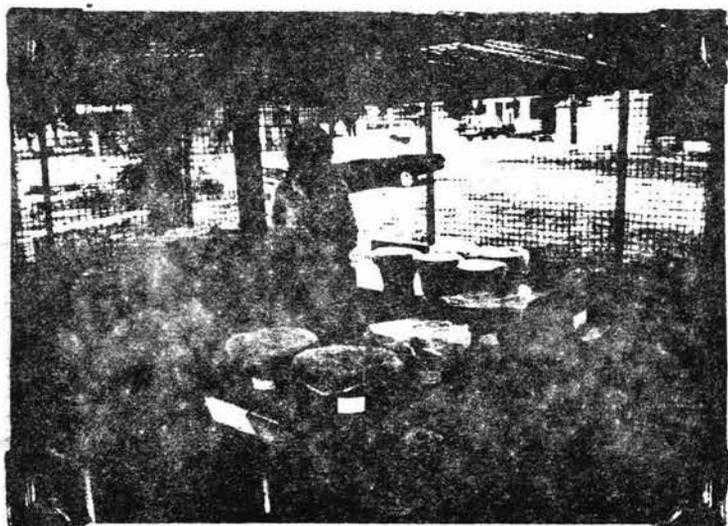


Figura 5. Macetas con plantas de alfalfa cubiertas con malla de organza.

En el tiempo que comprendió la experimentación se llevó a cabo un registro diario de la temperatura máxima, ambiente y mínima así como el porcentaje de la humedad relativa.

## 2.- Método Estadístico.

El método estadístico que se aplicó fue por medio del uso de:

A) Tablas de vida de edad específica (cohorte), determinando:

a)  $e_x$  = esperanza de vida.

B) Tablas de fecundidad, determinando:

a)  $R_0$  = rango reproductivo neto.

b)  $T_c$  = edad de las madres en la que se produce el mayor número de hembras de la descendencia.

c)  $r_c$  = tasa intrínseca de incremento.

Además se realizó un análisis de varianza, para saber si existía o no diferencia del tiempo de desarrollo (días) de los pulgones entre variedades y entre ciclos (Caballero, 1963).

También se aplicó la prueba de Tukey (comparaciones múltiples de medias) para determinar en que variedad y en que ciclo se presentaba la diferencia del tiempo de desarrollo (Steel y Torrie, 1960).

Con los resultados obtenidos de los cuatro ciclos de vida efectuados en las tres variedades de alfalfa, se hizo un análisis, tratando de dilucidar el posible mecanismo de resistencia, ya detectado en el campo y previo al presente trabajo.

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 1.- Tablas de vida de Acyrtosiphon pisum (Harris).

En los resultados de las tablas de vida para el primer ciclo de vida (Cuadro 1), se observa que para la variedad Puebla 76, la esperanza de vida ( $\bar{x}$ ) tiende siempre a 1 en todos los estadios de desarrollo, es decir, la probabilidad de sobrevivencia de los pulgones en cualquier estado es del 100%. Para la variedad Moapa, el menor valor de la esperanza de vida fué en el segundo estadio ninfal mientras que para la variedad NK-819 la menor esperanza de vida se presentó en el tercer estadio ninfal. Siendo del 10% y 20% la mortalidad de los pulgones en estas variedades.

Con respecto al segundo ciclo, los resultados obtenidos (Cuadro 2) indican que para la variedad Puebla 76, la esperanza de vida es menor en el cuarto estadio ninfal con un 10% en la mortalidad de los pulgones. Para la variedad Moapa, la esperanza de vida se presentó con una ligera variación en el segundo, tercero y cuarto estadios ninfales, sin embargo, en la variedad NK-819, la esperanza de vida se presentó menor sólo en el segundo estadio ninfal aunque con un porcentaje mayor en la mortalidad siendo este de 40% comparado con la variedad Moapa que tuvo un 10, 11 y 12.5% en la mortalidad de los estadios ninfales respectivamente.

Al referirse al tercer ciclo, las tablas de vida muestran que para la variedad Puebla 76, la esperanza de vida es menor únicamente en el segundo estadio ninfal con una mortalidad del 10% y para la variedad Moapa la esperanza de vida se ve afectada en el primero, tercero y cuarto estadios ninfales siendo la menor

Cuadro 1. Tablas de vida del pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris).

Primer ciclo de vida.

Variedad Puebla 76

x	lx	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er. Est	10	0	0	0%	10	45	1
2o. Est	10	0	0	0%	10	35	1
3er. Est	10	0	0	0%	10	25	1
4o. Est	10	0	0	0%	10	15	1
A	10	10	5	100%	5	5	0.50

Variedad Moapa

x	lx	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er. Est	10	0	0	0%	10	42	1
2o. Est	10	1	0.5	10%	9.5	32	0.95
3er. Est	9	0	0	0%	9	22.5	1
4o. Est	9	0	0	0%	9	13.5	1
A	9	9	4.5	100%	4.5	4.5	0.50

Variedad NK-819

x	lx	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er. Est	10	0	0	0%	10	41	1
2o. Est	10	0	0	0%	10	31	1
3er. Est	10	2	1	20%	9	21	0.90
4o. Est	8	0	0	0%	8	12	1
A	8	8	4	100%	4	4	0.50

x = estado biológico (intervalo de tiempo)

lx = número de insectos vivos al inicio del intervalo

dx = número de insectos que mueren en cada intervalo

Qx = porcentaje de mortalidad

Lx = número de vivos entre x y x+1

Tx = número total de organismos de edad x adelante de la edad x

$\hat{e}_x$  = esperanza de vida para cada intervalo

Cuadro 2. Tablas de vida de A. pisum (Harris).

Segundo ciclo de vida.

Variedad Puebla 76

x	1x	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er. Est	10	0	0	0%	10	44	1
2o. Est	10	0	0	0%	10	34	1
3er. Est	10	0	0	0%	10	24	1
4o. Est	10	1	0.5	10%	9.5	14	0.95
A	9	9	4.5	100%	4.5	4.5	0.50

Variedad Moapa

x	1x	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er. Est	10	0	0	0%	10	39	1
2o. Est	10	1	0.5	10%	9.5	29	0.95
3er. Est	9	1	0.5	11.1%	8.5	19.5	0.94
4o. Est	8	1	0.5	12.5%	7.5	11	0.93
A	7	7	3.5	100%	3.5	3.5	0.50

Variedad NK-819

x	1x	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er. Est	10	0	0	0%	10	33	1
2o. Est	10	4	2	40%	6	23	0.8
3er. Est	6	0	0	0%	6	15	1
4o. Est	6	0	0	0%	6	9	1
A	6	6	3	100%	3	3	0.50

x = estado biológico (intervalo de tiempo)

1x = número de insectos vivos al inicio del intervalo

dx = número de insectos que mueren en cada intervalo

Qx = porcentaje de mortalidad

Lx = número de vivos entre x y x+1

Tx = número total de organismos de edad x adelante de la edad x

$\hat{e}_x$  = esperanza de vida para cada intervalo

para el cuarto estadio ninfal, con una mortalidad del 37.5%, en tanto que para la variedad NK-819 la esperanza de vida registrada con un menor valor fué en el tercer estadio ninfal con una mortalidad del 44.4% siguiendo el cuarto y segundo estadios con una mortalidad del 20% y 10% (Cuadro 3).

Por otra parte, podemos observar en el cuarto ciclo biológico que para la variedad Puebla 76 la esperanza de vida del primero y cuarto estadios ninfales se ve afectada, indicando que es menor para el primer estadio con una mortalidad del 30%. Para la variedad Moapa la esperanza de vida se registra menor en el primero y cuarto estadios ninfales, aunque es todavía más baja en este último con una mortalidad del 60% y observando los resultados para la variedad NK-819 la esperanza de vida es mayor en el cuarto estadio ninfal y menor en el primer estadio con una mortalidad de 50% (Cuadro 4).

Como se puede observar, el desarrollo de estos insectos en las tres variedades de alfalfa estudiadas presentó diferencias entre sí, debido a que probablemente uno de los factores que intervino en forma notoria sobre la mortalidad fué el efecto de la variedad, como se muestra en las tablas de vida, la esperanza de vida en general fué mayor en la variedad Puebla 76, siguiendo la variedad Moapa y por último la variedad NK-819, esto se manifestó así al comparar la esperanza de vida entre las variedades de cada ciclo estudiado. De hecho se pudo mostrar que la longevidad de los pulgones, siempre tendió a ser mayor en la variedad Puebla 76 que en las variedades Moapa y NK-819. Es decir, los resultados indicaron que fué evidente que la supervivencia de A. pisum es más favorable en la variedad

Cuadro 3. Tablas de vida de *A. pisum* (Harris).

Tercer ciclo de vida.

Variedad Puebla 76

x	1x	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er Est	10	0	0	0%	10	42	1
2o. Est	10	1	0.5	10%	9.5	32	0.95
3er Est	9	0	0	0%	9	2.25	1
4o. Est	9	0	0	0%	9	1.35	1
A	9	9	4.5	100%	4.5	4.5	0.50

Variedad Moapa

x	1x	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er Est	10	1	0.5	10%	9.5	36	0.95
2o. Est	9	0	0	0%	9	26.5	1
3er Est	9	1	0.5	11.1%	8.5	17.5	0.94
4o. Est	8	3	1.5	37.5%	6.5	9	0.81
A	5	5	2.5	100%	2.5	2.5	0.50

Variedad NK-819

x	1x	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er Est	10	0	0	0%	10	33	1
2o. Est	10	1	0.5	10%	9.5	23	0.95
3er Est	9	4	2	44.4%	7	1.35	0.77
4o. Est	5	1	0.5	20%	4.5	6.5	0.90
A	4	4	2	100%	2	2	0.50

x = estado biológico (intervalo de tiempo)

1x = número de insectos vivos al inicio del intervalo

dx = número de insectos que mueren en cada intervalo

Qx = porcentaje de mortalidad

Lx = número de vivos entre x y x+1

Tx = número total de organismos de edad x adelante de la edad x

$\hat{e}_x$  = esperanza de vida para cada intervalo

Cuadro 4. Tablas de vida de A. pisum (Harris).

Cuarto ciclo de vida

Variedad Puebla 76

x	lx	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er Est	10	3	1.5	30%	8.5	32	0.85
2o. Est	7	0	0	0%	7	23.5	1
3er Est	7	0	0	0%	7	16.5	1
4o. Est	7	1	0.5	14.28%	6.5	9.5	0.92
A	6	6	3	100%	3	3	0.50

Variedad Moapa

x	lx	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er Est	10	4	2	40%	8	23	0.8
2o. Est	6	1	0.5	16.66%	5.5	15	0.91
3er Est	5	0	0	0%	5	9.5	1
4o. Est	5	3	1.5	60%	3.5	4.5	0.7
A	2	2	1	100%	1	1	0.50

Variedad NK-819

x	lx	dx	1/2dx	Qx	Lx	Tx	$\hat{e}_x$
1er Est	10	5	2.5	50%	7.5	17	0.75
2o. Est	5	2	1	40%	4	9.5	0.80
3er Est	3	1	0.5	33.33%	2.5	5.5	0.83
4o. Est	2	0	0	0%	2	3	1
A	2	2	1	100%	1	1	0.50

x = estado biológico (intervalo de tiempo)

lx= número de insectos vivos al inicio del intervalo

dx= número de insectos que mueren en cada intervalo

Qx= porcentaje de mortalidad

Lx= número de vivos entre x y x+1

Tx= número total de organismos de edad x adelante de la edad x

$\hat{e}_x$ = esperanza de vida para cada intervalo

Puebla 76 que en las dos variedades restantes.

Se puede mencionar que la etapa menos afectada durante los ciclos estudiados al menos hasta el tercer ciclo fué el primer estadio ninfal, por lo que se puede sugerir que tienen mayor probabilidad de pasar al siguiente estadio, por otra parte también cabe mencionar que el manejo y el registro de estos organismos en un estudio experimental es muchas veces excesivo, por tal motivo esto pudo influir en la mortalidad de los diferentes estadios ninfales de esta especie.

## 2.- Tablas de Fecundidad de A. pisum (Harris).

Las tablas de fecundidad se construyeron para cada ciclo reproductivo del pulgón y para cada variedad de alfalfa estudiada. Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro 5 e indicaron que el rango reproductivo neto ( $R_0$ ) generalmente fué mayor en la variedad Puebla 76, no obstante que su valor, haya disminuido consecutivamente en los siguientes ciclos registrados, es decir que en esta variedad el pulgón verde presenta una mayor capacidad para su reproducción.

En cuanto a los resultados de la edad de las madres al nacimiento del mayor número de hembras de la descendencia ( $T_c$ ), se registró entre 12 y 13 días para las tres variedades, pero solo durante el primer ciclo, ya que en los tres ciclos restantes la variedad Puebla 76 siempre tendió a un valor mayor con respecto a las otras dos variedades, esto se podría interpretar como la variedad más propicia para la fecundidad del pulgón.

Cuadro 5. Parámetros de las Tablas de Fecundidad de A. pisum por Ciclo y por Variedad.

Ciclos	Parámetros	Variedades		
		Puebla 76	Moapa	NK-819
Primer Ciclo	Ro	46.95	24.12	48.54
	Tc	13.88	12.154	13.77
	rc	0.277	0.261	0.281
Segundo Ciclo	Ro	42.26	26.25	16.24
	Tc	7.759	6.25	4.899
	rc	0.482	0.526	0.568
Tercer Ciclo	Ro	28.42	8.2	7.630
	Tc	6.358	6.0	2.690
	rc	0.526	0.350	0.755
Cuarto Ciclo	Ro	23.24	48	-----
	Tc	7.108	6.458	-----
	rc	0.442	0.599	-----

Ro = rango reproductivo neto.

Tc = edad de las madres en la que se produce el mayor número de hembras de la descendencia.

rc = tasa intrínseca de crecimiento.

Con respecto a los datos obtenidos de la tasa intrínseca de incremento natural ( $rc$ ) se observa que fué similar para las tres variedades de alfalfa durante el primer ciclo de vida. Para el segundo y tercer ciclos la ( $rc$ ) se mantuvo más alta para la variedad NK-819 y durante el cuarto ciclo de vida el valor más alto fué para la variedad Moapa, notándose que en la variedad NK-819 no hubo descendencia, por lo que se puede mencionar que el pulgón verde mostró en esta variedad una reacción fisiológica (estrés) al alimentarse de ella inhibiendo el completo desarrollo y por consiguiente inhibiendo la reproducción influyendo también quizá las condiciones ambientales que se presentaron en el periodo estacional estudiado, ya que según lo mencionado por Anónimo, (1988) los organismos obtenidos a 27°C pueden ser sólo aproximadamente la mitad de largos que los obtenidos a 12°C.

Por otra parte, en general, la ( $rc$ ) se comportó en relación inversa a ( $Tc$ ) debido a que como la mayor producción ninfal se presenta durante los 12 y 13 días para el primer ciclo de vida, la capacidad de incremento tiende a un valor bajo y por el contrario, si la capacidad de incremento ( $rc$ ) tiende a aumentar entonces la ( $Tc$ ) va a presentar un valor más bajo como se observa en los tres ciclos restantes, esto se puede deber probablemente a que si el periodo reproductivo de los pulgones disminuye, la oportunidad en tiempo para que su descendencia alcance un valor alto, también disminuye, por lo que para su supervivencia la ( $rc$ ) siempre tenderá a aumentar. Esto también se puede ver influenciado por los tres tipos de variedades utilizadas, aunque no es muy grande la diferencia se puede observar que para la variedad NK-819, la ( $rc$ ) tendió a aumentar en los diferentes

ciclos de vida. Al referirse a los factores ambientales, la temperatura y la humedad relativa registradas durante este estudio se puede observar en la Figura 6. La temperatura para el primer ciclo de vida se registró en un rango de 17°C a 24°C (temperatura ambiente), el valor más alto de la humedad relativa fué de 62 %. los factores ambientales variaron mucho debido a que fué el ciclo más largo registrándose en los meses de Diciembre hasta Marzo, es decir en los meses más fríos; se puede mencionar que el ciclo fué muy largo ya que se presentaron temperaturas mínimas muy bajas llegando hasta 7.5°C en el mes de Febrero y por lo tanto el desarrollo del pulgón A. pisum fué más lento.

Para el segundo ciclo el valor más alto de la temperatura ambiente registrada fué de 25°C con una humedad relativa máxima de 49%, el periodo de duración de este ciclo de vida fué de dos meses, es decir, en los meses de Marzo y Abril.

Con respecto al tercer ciclo, el valor de la temperatura ambiental se mantuvo a 26°C durante todo el desarrollo del pulgón, siendo esta la temperatura más alta registrada durante el año en que se llevó a cabo este estudio, el valor máximo de la humedad relativa fué de 55%. Este ciclo de vida se realizó en los meses de Mayo y Junio.

Refiriendose al cuarto ciclo de vida el cual se estudió en los meses de Julio y Agosto, el punto máximo de la temperatura ambiental observado fué de 21°C y la humedad relativa aumentó considerablemente registrándose el valor máximo de 88%, esto se debió a que fué la época de lluvia.

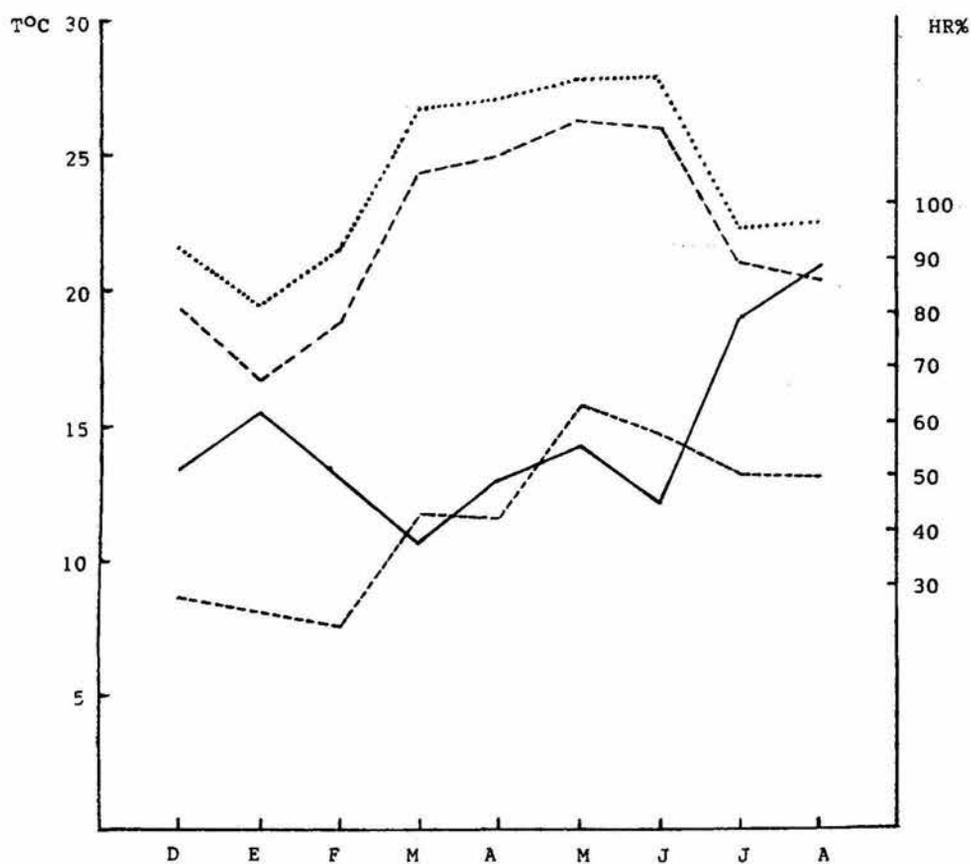


Figura 6. Factores ambientales de temperatura y humedad relativa registrados en el área de estudio.

T. Max. °C .....  
 T. Amb. °C - - - - -  
 T. Min. °C - · - - -  
 HR% \_\_\_\_\_

Si bien se presentaron como era de esperarse diferentes temperaturas y humedades, no se debe olvidar que las condiciones ambientales para cada ciclo determinado fueron iguales para las tres variedades, sin embargo, no se registró el microclima y esto pudo tener efecto en el ciclo y en la mortalidad del pulgón ya que las jaulitas eran de acrílico, el cual es aislante térmico.

El efecto que produjeron las variedades de alfalfa y las épocas estacionales en el ciclo de vida del pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris), se puede observar en el análisis de varianza (Cuadro 6) el cual mostró diferencias significativas para las dos fuentes de variación e interacción de las mismas, indicando el resultado de los efectos producidos en el desarrollo y longevidad de estos insectos.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para el tiempo de desarrollo (días) del pulgón verde entre ciclos y entre variedades.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada
Total	119	27572.367			
Ciclo	3	13842.300	4614.100	47.149	2.68
Variedad	2	2737.917	1368.958	13.989	3.07
Interacción	6	422.950	70.492		
Error	108	10569.200	97.863		

Mediante la prueba de Tukey o comparación múltiple de medias se determinó que la longevidad del pulgón verde (Figura 7) durante el primer ciclo de vida estudiado fué significativamente diferente ( $\alpha = 0.05\%$ ) al compararlo con los otros tres ciclos de vida restantes. A partir del segundo ciclo de vida los resultados mostraron que la longevidad fué disminuyendo.

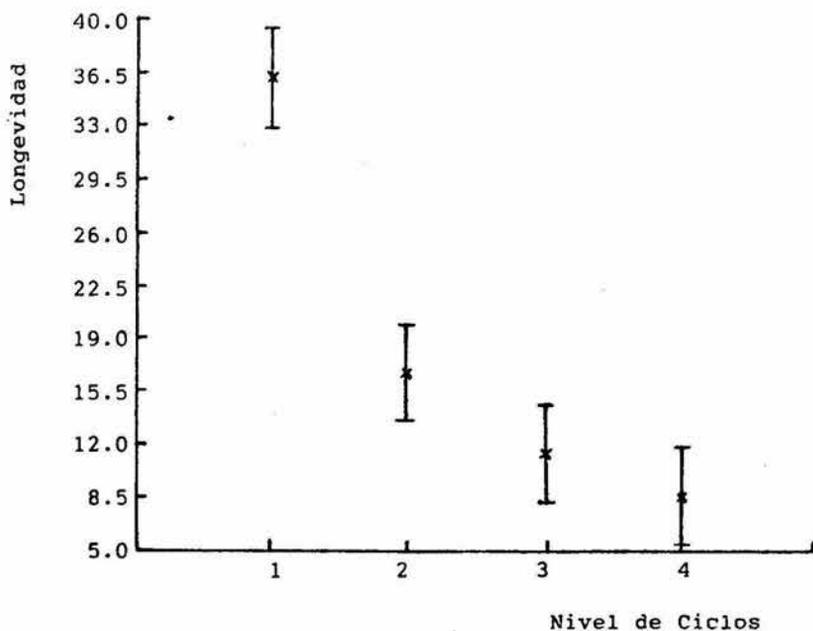


Figura 7. Prueba de Tukey o Comparación Múltiple de Medias.

Ciclos de Vida vs Longevidad.

Nivel alfa = 0.05%

Area bajo la curva = 3.68

Desviación estándar pesada = 6.6466

Comparaciones Múltiples en Ciclo			
Nivel	Media	Tamaño de muestra	Separación
4	8.567	30	a
3	11.400	30	ab
2	16.800	30	b
1	36.100	30	c

obteniéndose para el cuarto ciclo de vida una media de 8.5 días siendo la menor de todas. De otra forma como también se puede observar, las literales de separación indican que el primer ciclo de vida es significativamente diferente al cuarto ciclo así como también al segundo ciclo con respecto al cuarto, pero no ocurre así en el tercer ciclo debido a que se comportó en forma similar al segundo y cuarto ciclos.

Se puede mencionar que la longevidad del pulgón verde durante el primer ciclo de vida probablemente aumentó debido a la influencia de las condiciones ambientales ya que se efectuó éste en época de invierno, y por el contrario, los ciclos en donde disminuyó la longevidad se realizaron en épocas calurosas, considerando que las condiciones de temperatura según Kilian y Nielson (1971) es de 24.4°C en el laboratorio.

De acuerdo con la prueba de Tukey para la longevidad de los pulgones al utilizar tres variedades de alfalfa (Figura 8) se determinó que la longevidad de este insecto en la variedad Puebla 76 fué significativamente diferente ( $\alpha = 0.05\%$ ) comparado con las otras dos variedades utilizadas, alcanzando una media de 24.9 días para su completo desarrollo, esto posiblemente indique que las condiciones propias de la variedad fueron factores que propiciaron un desarrollo más lento y que por lo tanto fueron más longevos.

Refiriéndose a la longevidad de los pulgones que se alimentaron de las variedades Moapa y NK-819 se presentó una similitud significativa entre ellas, obteniéndose para la variedad Moapa una media de 15.5 días y para la variedad NK-819 una media de 14.1 días, probablemente esto se debió a las

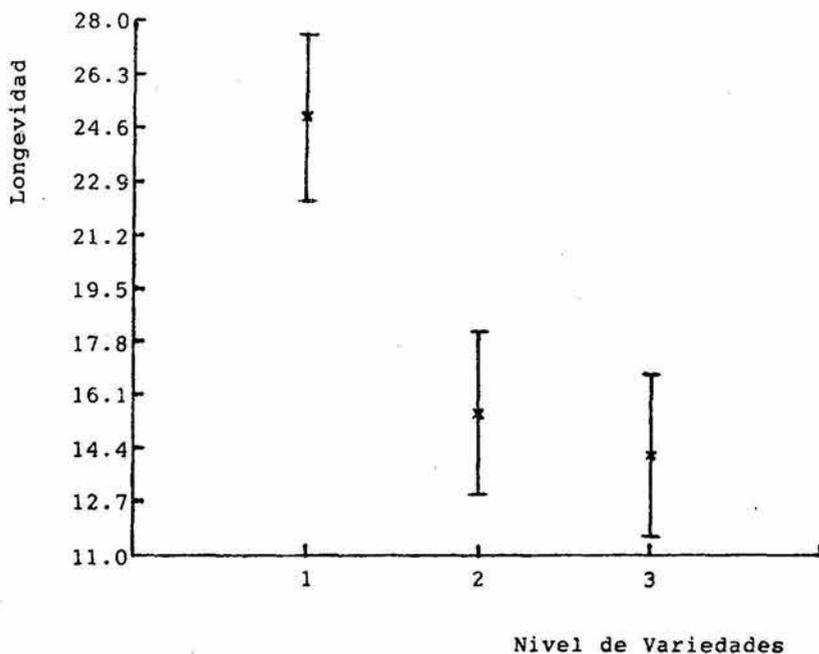


Figura 8. Prueba de Tukey o Comparación Múltiple de Medias.  
Variedades vs Longevidad.

Cuadrado medio del error = 97.8630

Grados de libertad = 108

Promedio del tamaño de muestra armónica = 40

Nivel alfa = 0.05%

Area bajo la curva = 3.36

Desviación estándar pesada = 5.2556

Comparaciones Múltiples en Variedad

Nivel	Medias	Tamaño de muestra	Separación
3	14.175	40	a
2	15.550	40	a
1	24.925	40	b

condiciones propias de las variedades ya que tuvieron un grado de resistencia intermedia y resistente respectivamente, y según Camino (1990), un insecto en estrés presenta ciclo más corto además influyó la incidencia de los factores ambientales que predominaron a lo largo del experimento. Estos factores tanto físicos como biológicos posiblemente propiciaron el desarrollo del pulgón de una forma más rápida y subsecuentemente la longevidad tendió a ser más corta.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede mencionar que es probable la existencia de resistencia en la variedad de alfalfa NK-819 al pulgón verde, debido a que la longevidad, en general, fué siempre más corta en esta variedad que en Moapa y Puebla 76 durante todos los ciclos de vida estudiados. Por otra parte esto puede corroborarse por su baja fecundidad manifestándose claramente en el cuarto ciclo de vida en donde el pulgón verde no tuvo descendencia y también por la presencia de un número mayor de aladas que de ápteras, esto indicó probablemente un estado de estrés en el insecto. Esto quizá causó que varios pulgones alcanzarán su desarrollo solo hasta el estado ninfal siendo más notorio en la variedad NK-819 y en el cuarto ciclo de vida registrado. Por lo tanto se sospecha que la muerte se produjo por uno de los componentes de la resistencia llamado antibiosis. A esto se puede hacer mención lo citado por la National Academy of Sciences (1980), que indica que la antibiosis ocurre cuando un insecto se alimenta de una planta resistente y aparecen uno o más efectos adversos en su biología.

Los pulgones observados durante todo su desarrollo presentaron formas aladas y formas ápteras en todos los ciclos de

vida registrados. Se observó que en el primer ciclo de vida generalmente todos llegaron a adulto con más ápteras que aladas, pero a partir del segundo ciclo de vida se presentaron más aladas que ápteras. Por otra parte, también a partir del segundo ciclo se observó que el número de aladas y ápteras disminuyó, es decir, que no todos los pulgones llegaron a adulto pues muchos sólo alcanzaron el desarrollo ninfal.

Con respecto a las variedades de alfalfa utilizadas se pudo observar que en la variedad Puebla 76 el número de pulgones que llegaron al estado adulto fué mayor que en las variedades Moapa y NK-819 durante los cuatro ciclos de vida estudiados y a partir del segundo ciclo se presentaron más aladas que ápteras.

El comportamiento que presentaron los pulgones pudo deberse a la incidencia de la temperatura registrada durante los ciclos estudiados ya que en el primer ciclo, la temperatura fué baja y en los ciclos restantes la temperatura fué aumentando hasta un máximo de 26 °C con una humedad relativa máxima de 55% y probablemente la temperatura dentro de las jaulitas donde se mantuvieron los pulgones en observación fué mayor, esto se puede inferir debido a que no se pudo registrar la temperatura del microclima y por consiguiente la humedad relativa pudo haber disminuído. El efecto que produjeron las variedades en el desarrollo del pulgón fué adverso presentandose así en las variedades Moapa y NK-819 desde el segundo ciclo de vida, no permitiendo el desarrollo hasta adulto de varios pulgones.

No obstante que esta parte de los resultados se basan en observaciones cualitativas, se puede mencionar que se presentaron

más aladas que ápteras debido tal vez a que se alimentaron en plántulas de alfalfa faltándoles probablemente suficientes fluidos con nutrientes necesarios para su desarrollo como ápteras, esto se puede inferir según lo mencionado por Schaefer (1938), el cual citó que las formas aladas se pueden producir en plantas herbáceas probablemente porque la savia en esas plantas es más concentrada y las sustancias concentradas (proteínas y carbohidratos) pueden intervenir en el desarrollo de alas, como también uno de los factores ambientales que influyen en la aparición de formas aladas es la falta de humedad disponible en el medio.

## 5.- CONCLUSIONES.

- 1.- Existieron diferencias en el desarrollo del pulgón verde Acyrtosiphon pisum entre los cuatro ciclos de vida estudiados y entre las tres variedades de alfalfa utilizadas, resultando mayor la longevidad en el primer ciclo y en la variedad Puebla 76.
- 2.- La esperanza de vida de A. pisum fué menor en la variedad NK-819 y la mayor esperanza de vida ocurrió en la variedad Puebla 76, notándose que el efecto de la variedad influyó en la mortalidad.
- 3.- La variedad Puebla 76 fué más favorable para el desarrollo de este insecto debido a que las hembras desarrolladas en esta variedad obtuvieron un número mayor de ninfas. Por lo tanto esta variedad fué más propicia para la reproducción de esta especie.
- 4.- En las tres variedades de alfalfa se desarrollaron tanto hembras ápteras como aladas durante los cuatro ciclos de vida.
- 5.- Algunos pulgones no lograron su desarrollo hasta el estado adulto, esto fué evidente en el cuarto ciclo y en las variedades Moapa y NK-819.
- 6.- No hubo descendencia del pulgón verde al alimentarse de la variedad NK-819 durante el cuarto ciclo de vida.

- 7.- Los factores ambientales influyeron en la longevidad del pulgón verde, debido a que el primer ciclo de vida se presentó más largo registrándose una temperatura mínima de 7.5°C y un valor máximo de 62% de humedad relativa.
- 8.- Existe la probabilidad de que el mecanismo de resistencia de la variedad NK-819 al pulgón verde sea por antibiosis.
- 9.- Se concluye también que al presentar resistencia las variedades Moapa y NK-819 al pulgón verde las pruebas de laboratorio corroboran las de campo.

## BIBLIOGRAFIA

- Anónimo, 1980. Manejo y control de plagas de insectos. National Academy of Science. Editorial Limusa. México. Vol. 3. pp 522.
- Anónimo, 1982. Diagnóstico de investigación realizada por el INIA en 1981. INIA. SARH. México, D.F.
- Anónimo, 1988. Notas del curso de áfidos de importancia agrícola en México. Delegación I.P.N. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Anónimo, 1989. Sistema intergral de información. Avance en la producción agropecuaria y forestal. Núm. 20. SARH.
- Blackman, R. 1974. Aphids. Ginn and Company Limited. London and Aylesbury. pp 175.
- Borror, D. J., D. M. De Long y C. A. Triplehorn, 1981. An introduction to the study of insects. Fifth Edition. Saunders College Publishing. Columbus Ohio. pp 740.
- Brown, R. D., D. Pimentel y H. D. Byrne. 1969. Intrinsic rate of increase of the pea aphid on resistant and susceptible alfalfa. Journal of Economic Entomology. 62 (6): 1521-1522.
- Caballero, D. 1973. Estadística práctica para dasónomos. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Dirección general del Inventario Nacional Forestal. Publicación Núm. 26.

- Camino, L.M. 1967. El pulgón verde Acyrtosiphon pisum (Harris) en la alfalfa en el Valle de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. pp 70.
- 1990. Comunicación personal.
- Castro, A. L. 1978. Ensayo de rendimiento de 27 variedades de alfalfa. CAEVAMEX. INIA. SARH. 17-23.
- 1978. Informe de labores del programa de alfalfa en el CAEVAMEX. INIA. SARH. 43-49.
- 1982. Guía para cultivar alfalfa en los Estados de México e Hidalgo. Folleto Núm. 15. CIAMEC. INIA. SARH. pp 16.
- Dahms, R. G. y R. H. Painter. 1940. Rate of reproduction of the pea aphid on different alfalfa plants. Journal of Economic Entomology. 33 (3): 482-485.
- Del Pozo, I. M. 1977. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi. Segunda Edición. Madrid.
- Frazer, B. D. 1972. Life tables and intrinsic rates of increase of apterous black bean aphids and pea aphids on broad bean (Homoptera: Aphididae). Can. Ent. 104 : 1717-1722.
- 1972. Population dynamics and recognition of biotipes in the pea aphid (Homoptera: aphididae). Can. Ent. 104 : 1729-1733.

- García, M. C. 1977. Lista de insectos y ácaros perjudiciales a los cultivos en México. Fitófilo. Dirección General de Sanidad. 30 (73). SARH. pp 165.
- Harrington, C. D. 1941. Influence of aphid resistance in peas upon aphid development, reproduction and longevity. Journal of Agricultural Research. 62 (8).
- Holman, J. 1974. Los Afidos de Cuba. Editorial Organismos. Instituto Cubano del Libro. La Habana. pp 304.
- Kenten, J. 1955. The effect of photoperiod and temperature on reproduction in Acyrtosiphon pisum (Harris) and on the forms produced. Bull. Ent. Res. 46 : 599-624.
- Killian, L. y M. W. Nielson. 1971. Differential effects of temperature on the biological activity of four biotypes of the pea aphid. Journal of Economic Entomology. 64 (1) : 153-155.
- Kono, T. y C. Papp. 1977. Handbook of agricultural pest. Aphids, thrips, mites, snail and slugs. State of California. Department of food and agriculture. Div. of Plant Industry. Laboratory Services. Entomology pp 13 - 83.
- Marín, F. A. P. 1989. El orden Homoptera en alfalfares de Celaya, Guanajuato. Tesis de Licenciatura. IPN. México, D.F. pp 67.

- Murdie, G. 1969. Some causes of size variation in the pea aphid, Acyrtosiphon pisum (Harris). Trans. R. Ent. Soc. Lond. 121 (10) : 423-442.
- 1969. The biological consequences of the decreased size caused by crowding or rearing temperatures in apterae of the pea aphid, Acyrtosiphon pisum (Harris). Trans. R. Ent. Soc. Lond. 121 (10) : 443-455.
- Mackay, P. A. y W. G. Wellington. 1975. A comparison of the reproductive patterns of apterous and alate virginoparous Acyrtosiphon pisum (Homoptera: Aphididae). Can. Ent. 107 : 1161-1166.
- Mac Gregor, R. y O. Gutiérrez. 1983. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. Editorial Alhambra Mexicana. Primera Edición. pp 163.
- Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. Editorial C.E.C.S.A. Decimosexta impresión. pp 1208.
- Maxwell, G. F. y P. E. Jennings. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Editorial Limusa. Primera Edición. 751-782.
- Peña, M. R. 1981. Estudio sistemático de las especies de pulgones (Homoptera: Aphididae) que afectan a los cereales cultivados en México. Tesis de Licenciatura U.N.A.M. México D.F. pp 74.

- Peña, M. R. y G. Remaudiere. 1985. Los Afidos (Homoptera: Aphididae) de importancia agrícola en México. Memoria II. VIII Congreso Nacional de Zoología. Agosto 26-30. Saltillo Coahuila.
- Palmer, M. A. 1952. Aphids of the Rocky Mountain Region. The Thomas Say Foundation. The A. B. Hirschfield Press. Denver Colorado. Vol. V. pp 452.
- Poole, W. R. 1974. An introduction to quantitative Ecology. International Student Edition. Mc Graw Hill. Kogakusha.
- Quintanilla, R. H. 1979. Pulgones, características morfológicas y biológicas. Especies de mayor importancia agrícola. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 44.
- Remaudière, G. y R. Peña. 1980. Contribución al conocimiento de los áfidos de México. (No publicado).
- Ramaudière, G. y J. P. Latgé. 1985. Importancia de los hongos patógenos de insectos (especialmente Aphididae y Cercopidae) en México y perspectivas de uso. Bol. Serv. Plagas, 11:217-225.
- Robles, S. R. 1975. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. Segunda Edición. México.
- Salinas y Urbiola. 1981. Guía para cultivar alfalfa en Guanajuato. CIAB. INIA. SARH. pp 17.

- Sandmeyer, E. E., O. J. Hunt., W. H. Arnett y C. R. Heisler.  
1971. Relative resistance of six selected alfalfa clones to the pea aphid and spotted alfalfa aphid. *Journal of Economic Entomology*. 64 (1): 155-162.
- Scheafer, C. W. 1938. Physiological conditions which produce wing development in the pea aphid. *Journal of Agricultural Research*. 57 (11) : 825-841.
- Siddiqui, W. H., C. A. Barlow. y P. A. Randolph. 1973. Effects of some constant and alternating temperatures on population growth of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). *Can. Ent.* 105 : 145-156.
- Sary, P. y G. Remaudière. 1988. Los parásitos de los pulgones en México (Hym. Aphididae, Hom. Aphididae). Salamanca España. *Studia Oecològica* V: 287 - 302.
- Steel, D. y H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. Mc Graw Hill Book, New York.