



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS

**INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE
INSECTOS BENÉFICOS ASOCIADOS A PLAGAS DE LA ALFALFA**
(Medicago sativa L.)

TESIS PROFESIONAL

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO
AMBIENTE EN ZONAS ÁRIDAS**

PRESENTA:

LAURA MOSQUEDA LÁZCARES



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

BERMEJILLO, DURANGO, JUNIO DE 2013.



La presente tesis de Maestría titulada “**Influencia del clima en la diversidad y abundancia de insectos benéficos asociados a plagas de la alfalfa (*Medicago sativa* L.)**” fue realizada por la **Ing. Laura Mosqueda Lázcars**, bajo la dirección del **Dr. Jesús Guadalupe Arreola Ávila** y co-dirección del **Dr. Fabián García González**, ha sido revisada y Aprobada por el Comité Asesor como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
EN ZONAS ÁRIDAS**

COMITÉ ASESOR

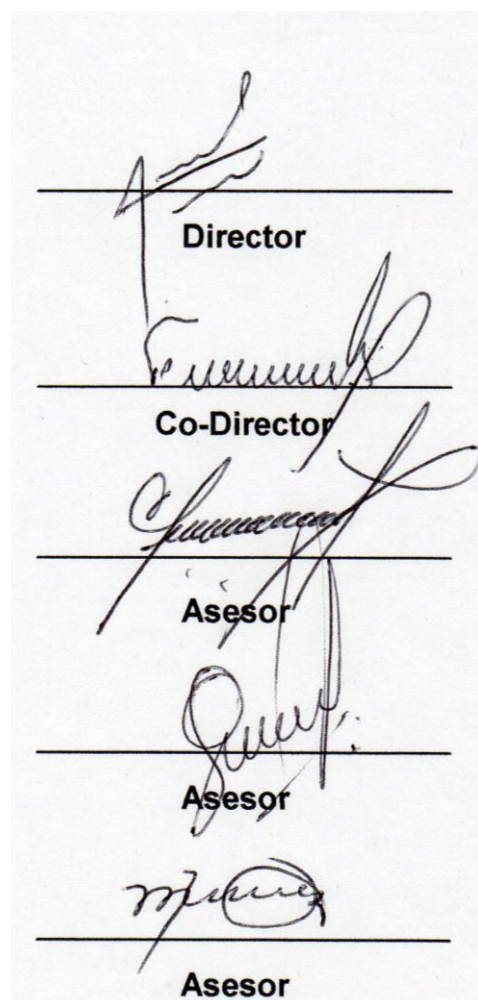
Dr. Jesús Guadalupe Arreola Ávila

Dr. Fabián García González

Dr. Clemente Villanueva Verduzco

Dr. Aurelio Pedroza Sandoval

Dr. Manuel Ramírez Delgado



Director

Co-Director

Asesor

Asesor

Asesor

Bermejillo, Durango, Junio, 2013.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue posible por la participación de numerosas personas e instituciones. A las siguientes agradezco de manera especial su colaboración:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico recibido durante los estudios de maestría.

A la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, por el apoyo institucional al darme la oportunidad de cursar el programa de posgrado que en ella ofrecen.

Al Dr. Fabián García González por su valiosa dirección en el transcurso de esta investigación; por su orientación, confianza y paciencia.

Al Dr. Manuel Ramírez Delgado, del INIFAP CELALA, por el apoyo para la identificación de los insectos depredadores y la elaboración del presente trabajo.

Al Dr. Alejandro González Hernández, de la Universidad de Nuevo León, por las facilidades otorgadas para la identificación de himenópteros parasitoides.

A los profesores integrantes del programa de posgrado que han contribuido en mi crecimiento profesional.

DEDICATORIA

A Andrea, Alan y Cándido, por su paciencia y tolerancia ante mis ausencias.

A mis padres, María de los Ángeles Lázcara y Marco Antonio Mosqueda, por ser ejemplo de esfuerzo, dedicación, disciplina y empeño.

A mis hermanas y hermano, Claudia, Gabriela y Marco Antonio, por confiar siempre en mí y darme siempre lo mejor de ustedes.

A mis compañeras y compañeros de clase, Mali, Guadalupe, María de Jesús, Rosario, Olivia, Cinthia, Anaí, Diana, Mariana, Julio Cesar y Luis Ángel. Porque fueron siempre una fuerte motivación para lograr el cumplimiento de esta meta.

Y todas aquellas personas que formaron parte de este logro al motivarme a no rendirme y dar lo mejor de mí.

“Haz de los obstáculos escalones para aquello que quieres alcanzar”

Charles Chaplin

DATOS BIOGRÁFICOS

El presente trabajo fue realizado por Laura Mosqueda Lázcars, Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola, título obtenido en la Universidad Autónoma Chapingo, generación 1992-1999.

Participó en el Foro Nacional sobre Procuración de Justicia Ambiental, celebrado en el Palacio Legislativo de San Lázaro, en la Ciudad de México el 1 de julio de 1998.

Cursó el Diplomado en Formación de asesores para productores rurales en promoción organizativa, asesoría administrativa y asistencia técnica, en agosto de 1999.

Certificada como Profesional Fitosanitario de empresas de tratamientos cuarentenarios, para llevar a cabo la verificación y certificación de normas oficiales en dicha materia, durante 2002.

Los estudios de maestría los realizó en el Programa en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas en URUZA-UACH, generación 2011-2012.

Gerente administrativo en la empresa Bioplagas Laguna desde mayo 2007 a la fecha. Realizando actividades relativas al control de plagas urbanas.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
DATOS BIOGRÁFICOS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	13
HIPÓTESIS	13
II. REVISION DE LITERATURA	14
2.1. Principales plagas del cultivo de la alfalfa	14
2.1.1. Pulgón verde de la alfalfa (<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris)	15
2.1.2. Pulgón manchado de la alfalfa (<i>Therioaphis maculata</i> Buckton)	18
2.1.3. Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i> Hübner)	21
2.1.4. Chicharrita verde de la alfalfa (<i>Empoasca fabae</i> Harris)	23
2.1.5. Periquito tricornudo de la alfalfa (<i>Spissistilus</i> spp.)	26
2.2. Depredadores y parasitoides de plagas de la alfalfa	27
2.2.1. Depredadores	28
2.2.2. Parasitoides	30
2.3. El manejo de la biodiversidad	32
2.3.1. Índice de Shannon-Weaver	33
2.4. El cambio climático y la diversidad de insectos	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. Fase de campo	39
3.1.1. Localización	39
3.1.2. Muestreo	39
3.2. Fase de laboratorio	42
3.2.1. Limpieza de muestras	42
3.2.2. Montaje de ejemplares	43
3.3. Análisis de datos	45

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Depredadores identificados.....	46
4.1.1. Neurópteros.....	46
4.1.2. Coleópteros	47
4.1.3. Hemípteros.....	49
4.2. Himenópteros parasitoides identificados.	51
4.3. Plagas presentes	61
4.4. Correlación de la incidencia de insectos entomófagos identificados, con las variables climáticas.	62
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. LITERATURA CITADA	66

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. SUPERFAMILIAS DE HYMENOPTERA IDENTIFICADAS	51
CUADRO 2. FAMILIAS IDENTIFICADAS PERTENECIENTES A LA SUPERFAMILIA CHALCIDOIDEA, ASÍ COMO SU ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER (H') CALCULADO.....	52
CUADRO 3. FAMILIAS IDENTIFICADAS PERTENECIENTES A LA SUPERFAMILIA ICHNEUMONOIDEA, ASÍ COMO SU ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER (H') OBTENIDO....	53
CUADRO 4. FAMILIAS IDENTIFICADAS PERTENECIENTES A LA SUPERFAMILIA PLATYGASTROIDEA, ASÍ COMO SU ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER (H') OBTENIDO. .	53
CUADRO 5. PRESENCIA DE INSECTOS PLAGA DE LA ALFALFA POR FECHA DE COLECTA, EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN 18 DE JULIO, (URUZA-UACH), BERMEJILLO, DURANGO, DURANTE 2011.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 BOLSA DESPRENDIBLE DE RED ENTOMOLÓGICA.....	40
FIGURA 2 CÁMARA LETAL CON ACETATO DE ETILO.	41
FIGURA 3 CONSERVACIÓN DE MUESTRA EN ALCOHOL AL 70%.....	41
FIGURA 4. PORCENTAJE DE LOS ÓRDENES DE INSECTOS DEPREDAORES ENCONTRADOS EN EL CULTIVO DE ALFALFA.	46
FIGURA 5. ESPECIES DE CRISOPAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE ALFALFA.	47
FIGURA 6. DINÁMICA POBLACIONAL DE COLEÓPTEROS DEPREDAORES PRESENTES EN ALFALFA.....	49
FIGURA 7. HEMÍPTEROS DEPREDAORES PRESENTES EN ALFALFA.	50
FIGURA 8. REPRESENTACIÓN DEL PORCENTAJE QUE OCUPA CADA UNA DE LAS FAMILIAS COLECTADAS EN LA ALFALFA.	55
FIGURA 9. DINÁMICA POBLACIONAL REGISTRADA PARA LA FAMILIA EULOPHIDAE (HYMENOPTERA: CHALCIDOIDEA) DURANTE 2011.....	56
FIGURA 10. DINÁMICA POBLACIONAL REGISTRADA PARA LA FAMILIA BRACONIDAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONOIDEA) DURANTE 2011.....	57
FIGURA 11. DINÁMICA POBLACIONAL REGISTRADA PARA LA FAMILIA PTEROMALIDAE (HYMENOPTERA: CHALCIDOIDEA) DURANTE 2011.....	58
FIGURA 12. DINÁMICA POBLACIONAL REGISTRADA PARA LA FAMILIA EURYTOMIDAE (HYMENOPTERA: CHALCIDOIDEA) DURANTE 2011.....	59
FIGURA 13. DINÁMICA POBLACIONAL REGISTRADA PARA LA FAMILIA SCHELIONIDAE (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) DURANTE 2011.....	60

INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS BENÉFICOS ASOCIADOS A PLAGAS DE LA ALFALFA (*Medicago sativa* L.).

INFLUENCE OF CLIMATE ON THE DIVERSITY AND ABUNDANCE OF BENEFICIAL INSECTS ASSOCIATED WITH PESTS OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.)

¹Laura Mosqueda-Lázcares, ²Jesús Guadalupe Arreola-Ávila y ³Fabián García-González

RESUMEN

El cultivo de la alfalfa proporciona un ambiente adecuado para el crecimiento y desarrollo de los ciclos de vida de los insectos ahí presentes, tanto fitófagos como entomófagos. El objetivo del presente estudio fue identificar taxonómicamente a los insectos entomófagos presentes y su fluctuación poblacional; así como, determinar la influencia del clima sobre su diversidad y abundancia. Se realizaron muestreos semanalmente, por un periodo de seis meses, en el Rancho 18 de Julio, de la Universidad Autónoma Chapingo, en Bermejillo, Durango, México. Los insectos depredadores identificados fueron *Chrysoperla carnea* Stephens, *Collops vitatus* Say *Hippodamia convergens* Guérin-Ménerville *Orius tristicolor* White *Nabis ferus* Linnaeus. Fueron 18 familias de Himenópteros parasitoides identificadas, de las cuales Eulophidae, Braconidae, Pteromalidae, Eurytomidae y Scelionidae conformaron el 88% del total. Se determinaron los géneros *Chrysocaris* sp. (Eulophidae), *Horismenus* sp. (Eulophidae), *Aphidius* sp. (Braconidae) y *Chelonus* sp. (Braconidae). Se realizó una correlación y una regresión lineal múltiple de los registros semanales de los insectos, con las diferentes variables climáticas de temperatura máxima y mínima, Humedad Relativa y Precipitación Pluvial, sin encontrar una relación directa de estas con la dinámica poblacional de los insectos identificados. La diversidad y abundancia de insectos permite que el cultivo de alfalfa sea un reservorio natural para el suministro de insectos benéficos nativos.

Palabras clave: alfalfa, depredadores, parasitoides, clima, reservorio

ABSTRACT

Alfalfa provides a suitable environment for the growth and completion of life cycles of the insects present, both phytophagous and entomophagous. The aim of this study was to identify taxonomically entomophagous insects present and their population dynamics as well as to determine the influence of climate on their diversity and abundance. Samplings were conducted for a period of six months, at the "July 18th" Ranch, Chapingo University in Bermejillo, Durango, Mexico. The predatory insects identified were *Chrysoperla carnea* Stephens, *Collops vitatus* Say, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménerville, *Orius tristicolor* White and *Nabis ferus* Linnaeus. Eighteen families of Hymenoptera parasitoids were identified, of which Eulophidae, Braconidae, Pteromalidae, Eurytomidae and Scelionidae accounted for 88% of the total. The genera determined were *Chrysocaris* sp. (Eulophidae), *Horismenus* sp. (Eulophidae), *Aphidius* sp. (Braconidae) and *Chelonus* sp. (Braconidae). Weekly records of insects were correlated with different climatic variables temperature maximum and minimum, relative humidity and rainfall, and multiple linear regressions were performed. No direct relationship of these factors to population dynamics of the identified insects was found. The diversity and abundance of insects makes alfalfa a natural reservoir for the supply of native beneficial insects.

Key Words: alfalfa, predators, parasitoids, climate, reservoir.

¹ Tesista

² Director

³Co-Director

I. INTRODUCCIÓN

Por sus características bromatológicas y nutritivas, la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es el principal forraje de sustento para la producción de leche en el mundo (Santamaria *et al.*, 2000). La Comarca Lagunera está delimitada por varios municipios de los estados de Coahuila y Durango, cuenta con una población aproximada de 400,000 bovinos (Salazar-Sosa *et al.*, 2007). La industria lechera de esta región genera 10,000 empleos directos y mil seiscientos millones de litros de leche por año (Anónimo, 2008). Esta población de ganado demanda para su alimentación alrededor de 3 millones de toneladas de forraje verde anualmente, siendo la alfalfa la principal fuente. Durante el 2009, la superficie cosechada de alfalfa verde a nivel nacional fue de 382,559 has, de las cuales se obtuvo una producción de 29.5 millones de toneladas (Anónimo, 2009). En tanto que en la Comarca Lagunera durante 2010, se establecieron 38,501 ha, de las cuales se obtuvo una producción de 3,151,470 toneladas, con un valor de la producción de 1,435.4 millones de pesos, lo que representa el 91% del valor de la producción de cultivos perennes de la región (Anónimo, 2011).

El potencial productivo de la alfalfa en una región es función de la interacción de factores climáticos y edáficos, con las características fisiológicas de esta

especie de planta. La altitud y latitud de los lugares se asocia a patrones de clima como radiación solar, horas de insolación y temperatura; sin embargo, la latitud y altitud no están directamente asociadas al potencial productivo de la alfalfa en México (Santamaría *et al.*, 2000).

Las condiciones bajo las cuales se cultiva la alfalfa favorecen una amplia diversidad y densidad de insectos plaga, existen más de 100 especies que causan algún tipo de daño, sin embargo no todas coinciden en un lugar específico ni ocurren al mismo tiempo. Entre las plagas consideradas como importantes en los alfalfares de la Región Lagunera, se encuentran el pulgón verde, *Acyrtosiphon pisum* Harris; pulgón manchado, *Therioaphis maculata* Buckton; gusano soldado, *Spodoptera exigua* Hübner; chicharrita de la alfalfa o chicharrita verde, *Empoasca fabae* Harris y el periquito tricornudo, *Spissistilus festinus* Say. Estos organismos son capaces de generar daños graves que demeritan la calidad y cantidad de la producción de alfalfa (Summers *et al.*, 1985)

Sin embargo, además de los insectos plaga, existe otro grupo muy importante de insectos que son benéficos, ya que actúan como depredadores y parasitoides del primer grupo, regulando a sus poblaciones de forma natural. Pero el conocimiento de su diversidad y abundancia en agroecosistemas no está bien clarificado, además de que se desconoce el impacto que pudiera ejercer el cambio de las diferentes variables climáticas

(temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa), sobre este grupo, en un determinado periodo de tiempo.

El IPCC (1996), Sala *et al.* (2000) y McCarthy (2001), entre otros, señalan que el calentamiento global podría provocar cambios a todos los niveles de la organización ecológica: poblacionales, en la distribución de los organismos, en la composición de las especies y en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

OBJETIVOS

Realizar la determinación taxonómica de los insectos depredadores asociados al complejo de plagas de la alfalfa.

Realizar la determinación taxonómica de los himenópteros parasitoides asociados al complejo de plagas de la alfalfa.

Relacionar la dinámica poblacional de insectos depredadores e himenópteros parasitoides, asociados al complejo de plagas de la alfalfa, con la variación del clima.

HIPÓTESIS

La biodiversidad de insectos benéficos presentes en el cultivo de la alfalfa se ve afectada por los cambios en las variables climáticas de temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial que se presentan a lo largo del ciclo del cultivo.

II. REVISION DE LITERATURA

Debido a la importancia forrajera que tiene la alfalfa en la Región Lagunera, es necesario propiciar el aumento tanto de la producción como del valor nutritivo, además de la rentabilidad de este cultivo mediante el manejo adecuado de factores como agua, fertilización, cosecha y manejo fitosanitario en lo que concierne al control de plagas y enfermedades.

Si bien la cantidad y variedad de insectos plaga que se encuentran en alfalfa es sorprendente, donde más de 100 especies causa algún tipo de daño, por fortuna no todas coinciden en un lugar específico ni tampoco ocurren al mismo tiempo. Por otro lado, también existen insectos que se les considera como visitantes incidentales, los cuales, generalmente no se alimentan ni dañan al cultivo. Existe además otro grupo muy importante de insectos que son benéficos, ya que actúan como depredadores y parasitoides ayudando a regular la densidad de los insectos plaga (Summers *et al.*, 1985).

2.1. Principales plagas del cultivo de la alfalfa

Entre las plagas que se presentan en alfalfares de la Región Lagunera, se encuentran el pulgón verde, *A. pisum*; pulgón manchado *T. maculata*, gusano soldado *S. exigua*, la chicharrita de la alfalfa o chicharrita verde, *E. fabae* y el periquito tricornudo, *Spissistilus* sp. Sus características y manejo se describen a continuación:

2.1.1. Pulgón verde de la alfalfa (*Acyrtosiphon pisum* Harris).

El pulgón verde es la especie más importante dentro de las que se menciona para el cultivo de la alfalfa en la Región Lagunera, ya que se encuentra ampliamente distribuido en alfalfares de toda la región. De este áfido se tienen reportes regionales de altas infestaciones que se presentan a partir de abril hasta octubre (Estrada, 1970).

Descripción morfológica. Los adultos son de color verde brillante con cuerpo alargado que mide de 3.0 a 3.5 mm de longitud. Las antenas son más largas que el cuerpo, también de color verde claro, con una banda oscura en cada articulación de los segmentos. Los sifúnculos son delgados e imbricados, más largos que la distancia entre sus bases. Los pulgones verdes tienen cauda alargada y acuminada (Harper, 1972; Peña-Martínez y Bujanos, 1991).

Biología, hábitos y dinámica poblacional. A temperatura constante de 24 °C esta especie de pulgón requiere seis días para alcanzar su estado adulto a partir de ninfa recién emergida, pasando previamente por cuatro ínstaes ninfales. Presenta varias generaciones al año con una tasa de descendientes por hembra superior a 12 ninfas por día (Metcalf y Flint, 1981). Los adultos son principalmente ápteros y en menor proporción alados. Se reproducen por viviparidad (es decir, que las hembras dan origen a crías vivas) y por partenogénesis. Lo anterior significa que al inicio, todos los individuos son

hembras ápteras que producen ninfas sin la necesidad de ser fecundadas por un macho. Las formas sexuales, tanto hembras como machos, solo aparecen durante las temporadas frías o en regiones de bajas temperaturas, para dar origen a huevecillos capaces de soportar temperaturas bajo cero durante varios meses (App y Manglitz, 1972; Harper, 1972; Kennedy y Stroyan, 1959; Peña-Martínez y Bujanos, 1991).

Esta especie se desarrolla mejor a temperaturas intermedias, pero puede tolerar condiciones de mayor calor que otras especies de áfidos. En California, Estados Unidos de América, la población de pulgones puede permanecer alta hasta el inicio del verano y volver a reaparecer en cantidades significativas a fines del verano y otoño. A lo largo de la costa del estado de California el pulgón verde puede ser un problema durante todo el verano (Summers *et al.*, 1985).

En dos años de estudios realizados en la Comarca Lagunera, el pulgón verde fue detectado de manera significativa en cantidades de hasta 1,500 pulgones /100 redadas desde finales de octubre hasta el mes de diciembre de 1995: Sin embargo, en 1996 la máxima densidad se presentó en el mes de abril (Ramírez, 1995; Ramírez, 1996).

Daños. Cuando el pulgón verde se presenta en altas densidades puede impedir el desarrollo de la alfalfa, presentando las plantas afectadas hojas más pequeñas y entrenudos más cortos que en las plantas sanas. El daño se concentra en los brotes terminales y es más perjudicial cuando la máxima

cantidad de pulgones ocurre antes de que aparezcan los botones florales (Summers *et al.*, 1985).

Control.

a. Control biológico. El depredador natural de áfidos más efectivo y común en California, U.S.A. y otras regiones alfareras del mundo, es la catarinita convergente, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, le sigue en importancia la crisopa verde, *Chrysoperla carnea* Stephens. Existen además otros depredadores cuyo impacto se desconoce, como son la chinche ojona, *Geocoris* spp., chinche damisela, *Nabis* spp., chince pirata, *Orius* spp y varias especies de moscas de la familia Syrphidae. Dentro de los insectos parasitoides, se encuentran avispas del género *Aphidius* (Summers *et al.*, 1985).

b. Control cultural. También es muy conveniente incluir el manejo de prácticas culturales con el fin de propiciar un ambiente favorable para preservar el desarrollo y acción benéfica de los agentes naturales de control biológico. El reducir el periodo entre cortes de la alfalfa permite disminuir las poblaciones y daño de pulgones. Sin embargo, esta práctica cultural también elimina cantidades significativas de insectos benéficos. Para evitar esta reducción en las poblaciones de enemigos naturales de esta plaga, se sugiere dejar sin cortar la alfalfa de un bordo de cada tendida y al siguiente corte alternar el bordo en la tendida y dejar la

alfalfa donde se cortó la vez anterior. Esta medida cultural permite un incremento en las poblaciones de insectos benéficos y una reducción en las infestaciones de pulgones (Ramírez y Nava, 2000).

c. Control químico. Se recomienda iniciar los muestreos de pulgón verde en los meses de marzo y octubre para prevenir las altas poblaciones observadas en abril y noviembre, respectivamente. Los principios activos recomendados para el control de pulgones son el Clorpirifós, Dimetoato, Bifentrin y los aficidas biológicos.

2.1.2. Pulgón manchado de la alfalfa (*Therioaphis maculata* Buckton).

Es originario del norte de África y está adaptado a climas secos y cálidos. Esta plaga se reporta en diferentes países del mundo como: Francia, Alemania, Hungría, Italia, Irán, China, Estados Unidos y México, entre otros (Russell, 1957). En México se presenta como plaga durante invierno, primavera y verano en las partes centrales del país y el norte de la República (Padilla y Young, 1958).

Descripción morfológica. Esta especie se puede diferenciar del pulgón verde porque es de color amarillo pálido y presenta de cuatro a seis hileras de manchas oscuras que van longitudinalmente hacia los costados y hacia abajo del cuerpo del pulgón. Al igual que *A. pisum*, también hay pulgones alados y sin

alas. Las ninfas jóvenes son similares a los adultos excepto que son más pequeñas. Son de menor tamaño que el pulgón verde (Summers *et al.*, 1985). El estado adulto mide de 1.4 a 2.0 mm de largo (Sifuentes, 1980).

Biología, hábitos y dinámica poblacional. El pulgón manchado es relativamente tolerante a temperaturas superiores a 27°C y requiere de siete a ocho días para llegar a estado adulto a una temperatura constante de 24 °C, multiplicándose por viviparidad y partenogénesis; sin embargo, si se presenta una temperatura mayor de 32 °C su desarrollo se detiene (Summers *et al.*, 1985). En la Comarca Lagunera esta condición es más o menos común, ya que se registran temperaturas cercanas a 40 °C, lo cual puede limitar el incremento poblacional de este áfido. Esta especie de pulgón prefiere alimentarse del envés de las hojas inferiores de la planta. Una característica propia de esta especie, es que secreta gran cantidad de mielecilla a diferencia del pulgón verde. En California, U.S.A., esta plaga incrementa su densidad hacia finales de primavera, llegando a su máxima población a principios del verano. En las regiones áridas el comportamiento es distinto ya que la población aumenta al final del verano o al inicio del otoño, para alcanzar su mayor densidad en octubre y extenderse durante el invierno (Summers *et al.*, 1985).

Daños. Cuando el pulgón manchado de la alfalfa se alimenta, inyecta una toxina que causa un amarillamiento y una drástica reducción en el crecimiento de la planta, que puede llegar a morir cuando hay una alta infestación (Ramírez y Nava, 2000).

En regiones con alta humedad ambiental se desarrolla un hongo sobre la mielecilla secretada por los pulgones, lo cual provoca una disminución de la palatabilidad y calidad del forraje (Summers *et al.*, 1985). Esta especie de pulgón puede llegar a causar pérdidas de hasta un 80% (Sifuentes, 1980).

Control.

- a. Control biológico.** Para el control natural de este áfido se sugiere llevar a cabo las mismas tácticas que se indican para el pulgón verde, considerando la presencia de enemigos naturales y hongos como *Entomophthora* (Summers *et al.*, 1985). Los depredadores del pulgón del pulgón son comunes y entre ellos se encuentran adultos y larvas de las familias Coccinelidae, Syrphidae, Chrysopidae y Nabidae (Padilla y Young, 1958)

- b. Variedades resistentes.** La mejor táctica para regular la población de pulgón manchado es el uso de variedades resistentes.

- c. Control químico.** Se pueden utilizar principalmente insecticidas organofosforados (Ramírez y Nava, 2000).

2.1.3. Gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner).

El gusano soldado es una plaga defoliadora que se presenta en diferentes cultivos de importancia agrícola, incluyendo la alfalfa. La población de gusano soldado es frecuentemente controlada por enemigos naturales. Si bien su distribución en los lotes de alfalfa de la Comarca Lagunera no es amplia, hay años en que su población aumenta a tal grado que ocasiona daños de consideración.

Descripción morfológica. Los adultos son de diversos colores aunque predomina el café grisáceo y llegan a medir hasta 1.5 cm de largo. La palomilla es difícil de distinguir de otras palomillas nocturnas que ocurren a campos de alfalfa. Los huevecillos son de color rosa a verde pálido. Las larvas de *S. exigua* pueden variar en color que van desde verde brillante a morado, pero es más común el verde olivo. La larva del último instar llega a medir hasta 2.3 cm de longitud, poseen una banda oscura que corre hacia la parte central del dorso de la larva, además de una banda amarilla sobre cada lado (Sifuentes, 1980; Summers *et al.*, 1985).

Biología, hábitos y dinámica poblacional. El gusano soldado en California, U.S.A., se presenta como larva desde junio hasta septiembre aún con temperaturas muy bajas sin causar daños económicos. Las hembras colocan sus huevecillos en pequeñas o grandes masas sobre el haz de las hojas y recién ovipositados los cubren con un material algodonoso de color blanco. La

larva requiere dos o tres semanas durante el verano para completar su ciclo. La larva puede pupar sobre o dentro del suelo y pasa el invierno como pupa. En California se presentan cuatro generaciones completas durante el año (Summers *et al.*, 1985). En muestreos realizados en la Región Lagunera por Ramírez (1995), esta plaga presentó densidades altas de julio a octubre, logrando colectar hasta 25 larvas por cada 100 redadas.

Daños. El gusano soldado esqueletoniza el follaje, es decir, que se alimenta de la hoja dejando intactas las nervaduras. El periodo de mayor incidencia de esta plaga depende de la región.

Control.

- a. **Control biológico.** En muchos alfalfares los enemigos naturales ejercen muy buen control de esta plaga, destacando chinche ojona, ácaros, chinche pirata, chinche damisela y crisopa verde entre otros. También se mencionan aproximadamente 10 especies de insectos parasitoides que atacan a esta plaga, incluyendo a *Hyposoter exigua* Viereck como el más importante. Las enfermedades virosas también se incluyen como agentes de control de las larvas de esta especie. (Summers *et al.*, 1985). Existen buenas posibilidades de control biológico de esta plaga mediante liberaciones de crisopa verde y aplicaciones de insecticidas microbiales. Sin embargo, se requiere evaluar su efectividad bajo condiciones ambientales y de producción de alfalfa en México (Ramírez y Nava, 2000).

b. Control cultural. Algunas medidas de control cultural comúnmente practicadas en la región son mediante cortes tempranos y frecuentes cuando las infestaciones aparecen próximas al corte, así como el rastreo con ramas (Summers *et al.*, 1985).

c. Control químico. Los insecticidas recomendados para gusano soldado son principalmente el Paratión metílico y el Metamidofós.

2.1.4. Chicharrita verde de la alfalfa (*Empoasca fabae* Harris).

Este cicadélido forma parte del grupo de especies sibilinas denominado “complejo *Empoasca*”, debido a que son externamente similares. La chicharrita de la alfalfa *E. fabae*, conocida también como saltarilla de la papa o chicharrita del frijol, es una plaga originaria de Norteamérica que ataca a la alfalfa y a otros cultivos. La especie está restringida a las regiones centrales y orientales de Estados Unidos y Canadá. En realidad *E. fabae* es un complejo de ocho especies que provocan síntomas de daño casi idénticos en la alfalfa (Ross y Moore, 1957).

Descripción morfológica. Una característica de esta especie es la presencia de una hilera de espinas en las tibias del tercer par de patas (Borrór *et al.*, 1981). De los cicadélidos, la chicharrita *E. fabae* es la especie más importante en alfalfa. Los adultos son de forma acuñada o cuneiforme, de color verde

pálido y de aproximadamente 3.2 mm de largo. Las ninfas son parecidas a los adultos, con la excepción de que son más pequeñas y carecen de alas y son más activas que los adultos, desplazándose con igual agilidad hacia atrás, hacia adelante o hacia los lados (App y Manglitz, 1972).

Biología, hábitos y dinámica poblacional. En los estados Unidos de América, la chicharrita sólo puede pasar el invierno en los estados del Golfo, donde espera las corrientes de aire cálido en la primavera para emigrar hacia el norte. Las hembras ovipositan en tallos pequeños o en el envés a lo largo de las nervaduras principales de las hojas. Los huevecillos duran de seis a nueve días de los que luego emergen ninfas, que son de color blanquecino que cambia rápidamente a verde-amarillo. El desarrollo de huevo a adulto es de aproximadamente tres semanas, por lo que se presentan varias generaciones por temporada (App y Manglitz, 1972).

Desde finales de junio y hasta diciembre de 1995 se detectó de manera general en alfalfares de la Comarca Lagunera la presencia de chicharrita (Ramírez, 1995), con un lapso desde mediados de octubre hasta la segunda semana de noviembre en que se disminuyó su población.

Daños. La chicharrita afecta a la alfalfa al interferir con la traslocación de carbohidratos, provocando un amarillamiento de las hojas que a menudo cambia a un color rojo o rosa. Como consecuencia de la infestación por chicharrita, las plantas dejan de crecer y se reduce el rendimiento y calidad del

forraje. La mayoría de los daños por chicharrita se han detectado en el segundo y tercer cortes. Womack (1984) consigna que esta plaga inyecta una toxina que causa hipertrofia en las células afectadas, lo cual altera o interrumpe los procesos de traslocación y reduce las tasas de fotosíntesis y transpiración.

En la Comarca Lagunera la coloración rojiza o rosa de las plantas afectadas es apreciable a simple vista, empezando en las hojas superiores y extendiéndose a las basales cuando la infestación de esta plaga se mantiene alta (Ramírez y Nava, 2000).

Control.

- a. **Control biológico.** Se basa exclusivamente en aprovechar la acción depredadora de la fauna benéfica nativa, entre las que se pueden contar a la crisopa verde, catarinita convergente y las chinches pirata, ojona y damisela.
- b. **Control cultural.** Básicamente consiste en adelantar o retrasar los cortes para lograr que la chicharrita muera o emigre a otros cultivos. En otras partes como en Wisconsin, Estados Unidos de América, adelantan el segundo corte en lugar de retrasar el primero, ya que así la chicharrita y otras plagas quedan expuestas durante más tiempo a la acción de altas temperaturas (App y Manglitz, 1972).

- c. **Control químico.** Algunos productos que pueden ser usados para el control de esta plaga son el Diazinón, Azinfós Metílico, Malatión.

2.1.5. Periquito tricornudo de la alfalfa (*Spissistilus* spp.).

En México se le considera como una plaga secundaria de la alfalfa (Sifuentes, 1980). Sin embargo, en los Estados Unidos de América ataca a muchos cultivos entre los que destaca la alfalfa. En el vecino país es más abundante en la áreas del sur y en menor proporción en el este (App y Manglitz, 1972).

Descripción morfológica. Los adultos miden de 6.3 a 8.0 mm de longitud, son de color verde amarillento o verde claro, con el pronoto muy desarrollado en forma triangular y con los bordes laterales rojizos. Las ninfas se parecen a los adultos, pero se diferencian en que tienen setas, espinas o pelos en todo el dorso del cuerpo. Su huevecillo es blanco y oblongo (App y Manglitz, 1972).

Biología, hábitos y dinámica poblacional. El periquito tricornudo inverna como adulto, pero si se presentan inviernos benignos como en el suroeste de Estados Unidos de América puede estar activo durante todo el año. Los adultos ovipositan debajo de la epidermis de los tallo de la alfalfa en ranuras o hendiduras hechas por las hembras. Durante el verano, los huevecillos incuban entre los 12 a 17 días. El periodo ninfal es de 22 a 37 días y el ciclo de huevo a adulto es en promedio de 50 días. En el sur de Estados Unidos de América se presentan cuatro generaciones de esta plaga (App y Manglitz, 1972).

El promedio estimado de periquitos capturados durante 1995 en lotes de alfalfa de la Comarca Lagunera (Ramírez, 1995), fluctuó de 0 a 25, registrándose las cantidades más altas en los meses de septiembre a noviembre.

Daños. Los adultos y ninfas del periquito extraen los jugos de la planta, al punzar los tallos, formando una línea regular o irregular que los circunda o rodea. Usualmente se forma una agalla en los tallos debilitados y dañados, cortándose posteriormente en la punta superior de la planta. Muchas plantas se tornan amarillas, se marchitan, rompen o mueren (App y Manglitz, 1972).

2.2. Depredadores y parasitoides de plagas de la alfalfa.

Los entomófagos han sido considerados el grupo más importante dentro del conjunto de organismos que ejercen su acción como enemigos naturales y se pueden ubicar en dos categorías; depredadores y parasitoides.

La comparación entre el grado de éxito del control de plagas mediante depredadores y parasitoides generalmente indica que los segundos son más efectivos pues el número de casos exitosos es mayor pero los depredadores juegan un papel muy significativo en el control de plagas. Por otra parte numerosos especialistas afirman que los parasitoides son los agentes de control biológico más importantes, lo cierto es que los parasitoides han sido los

más comúnmente utilizados a tal punto que han estado involucrados en muchos de los casos de introducciones exitosas (Carver, 1988)

La identificación correcta de una especie representa lo siguiente: (a) es el primer paso en el desarrollo de métodos de control de una plaga; (b) proporciona una clave para comprender la información publicada sobre la biología, comportamiento y ecología de los insectos; (c) es un elemento esencial en la ejecución de la cuarentena de las plantas; (d) es esencial en la exploración en busca de parasitoides y depredadores; y (e) es importante en la investigación sobre la resistencia a insectos en variedades de cultivos o razas de animales.

2.2.1. Depredadores.

Son organismos de vida libre y matan a sus presas al alimentarse de ellas. En forma general, las hembras de los depredadores depositan sus huevos cerca de las posibles presas. Al eclosionar los huevos, las larvas o ninfas buscan y consumen a sus presas. Los insectos depredadores acechan a sus presas cuando éstas están inmóviles o presentan poco movimiento, en ocasiones las atacan directamente sin acecharlas. Los depredadores, generalmente se alimentan de todos los estados de desarrollo de sus presas; en algunos casos, los mastican completamente y en otros les succionan el contenido interno, en éste caso, es frecuente la inyección de toxinas y enzimas digestivas (Badii et

al., 2000; García *et al.*, 2000). De acuerdo a sus hábitos alimenticios, los insectos depredadores se clasifican como:

- Polífagos. Se alimentan de especies que pertenecen a diversas familias y géneros.
- Oligófagos. Se alimentan de presas que pertenecen a una familia; varios géneros y especies.
- Monófagos. Se alimentan de especies que pertenecen a un solo género.

En términos generales, los insectos depredadores se diferencian de los parasitoides debido a las siguientes características:

- Sus larvas o ninfas se alimentan de muchas presas individuales para completar su ciclo de vida.
- Se alimentan externamente, es decir, no penetran al interior de la presa.
- Generalmente son de mayor tamaño que su presa.

Los principales depredadores de plagas de la alfalfa son insectos que pertenecen a los órdenes: Coleoptera, Hemiptera y Neuroptera; principalmente ejemplares de las familias Coccinelidae, Nabidae y Chrysopidae (Padilla y Young, 1958). Para la región de la Comarca Lagunera, Ramírez (1995 y 1996) registro la presencia de la catarinita *Hippodamia convergens*, la chinche pirata *Orius* sp., la chinche damisela *Nabis* sp. la chinche ojona *Geocoris* sp. y la crisopa verde *C. carnea*.

2.2.2. Parasitoides.

Son insectos, generalmente monófagos, que se desarrollan como larvas sobre o dentro de un solo individuo huésped, generalmente partiendo de un huevo puesto sobre, dentro o cerca del mismo. Regularmente consumen todo o la mayor parte del huésped, al final de su desarrollo larvario le causan la muerte y forman una pupa en su interior o fuera de él (De Bach y Rosen, 1991; Van Lenteren, 1995). En su estado adulto son de vida libre, emergen de la pupa e inician la siguiente generación, el macho intentando aparearse, mientras que la hembra buscando activamente huéspedes a los que parasitarán; la mayor parte de los parasitoides, tanto hembras como machos, en esta fase necesitan de alimento como miel, néctar o polen (De Bach y Rosen, 1991; Jervis *et al.*, 1996).

Este tipo de enemigos naturales, pueden tener una generación en un año (univoltinos) o bien, dos o más generaciones al año (multivoltinos), y tienden a atacar solamente un estado de desarrollo del huésped (por ejemplo: huevos, larvas o pupas), aunque en muchos casos su desarrollo inmaduro lo completan en dos (Bahena *et al.*, 2002). Se pueden desarrollar una o más larvas parásitas; así se tiene parasitismo solitario o gregario; sin embargo, también puede ocurrir que a partir de un solo huevecillo puesto dentro de huésped, se desarrolle un gran número de individuos de un mismo sexo, lo cual se denomina poliembrionía. A veces, dos especies diferentes de larvas se desarrollan sobre

el mismo huésped, esto es parasitismo múltiple, aunque en este caso generalmente solo una especie sobrevivirá hasta la madurez, mientras que la otra sucumbirá por efecto de la interacción competitiva (Van den Bosch y Messenger, 1973; y De Bach y Rosen, 1991).

La importancia de los parasitoides es evidente, debido a que según estadísticas, hasta 1990 de un total de 5,500 introducciones de enemigos naturales, se menciona a 1,200 especies establecidas con unos 420 casos de resultados satisfactorios y de entre los cuales, 340 (81%) corresponden a este tipo de organismos (Bahena, 2008). Además, también puede señalarse como una característica importante de este grupo de organismos que, existen aproximadamente 300,000 especies de parasitoides, que son utilizados en el control biológico de insectos plaga, son los himenópteros (avispa, principalmente de las superfamilias Ichneumonioidea, Chalcidoidea y Proctotrupioidea) y dípteros (moscas, principalmente de la familia Tachinidae) (De Bach y Rosen, 1991).

Ortiz (2010) determinó la presencia de *Aphidius ervi* Haliday, *Triopxys* sp. y los hiperparasitoides *Alloxysta* sp y *Pachyneuron* sp. actuando sobre los pulgones *Acyrtosiphon pisum* Harris y *Terioaphis trifolii* Monell en un estudio realizado en el estado de Michoacán.

Caballero *et al.*, (1990) encontró dos braconidos (*Meteorus pulchricornis* Wesm. y *Homolobus truncatoides* Van Achterberg), un ichneumonido

(*Hyposoter didymator* Thunberg) y dos taquínidos (*Gonia bimaculata* Wied) asociados a *Spodoptera exigua* Hb y *S. littoralis* Boisduval.

2.3. El manejo de la biodiversidad.

La biodiversidad, variación o diversidad biológica, denota el número de especies que existe en determinada área y lleva implícito los componentes cualitativos y cuantitativos; ¿qué tipo de especies están presentes y en qué cantidad? La biodiversidad se refiere a todos los seres vivos y es importante porque es el factor de equilibrio que estabiliza a los ecosistemas (De la Isla, 2009).

La biodiversidad de un área es un libro abierto, acerca de los procesos evolutivos y la utilización de plantas y animales con diversos propósitos, en ese sitio en específico.

La riqueza en número de especies a nivel mundial, se calcula en 10 millones, de los que el grupo más importante es representado por los artrópodos, el que se estima, a su vez, en nueve millones de especies diferentes. La gran diversidad fue calculada en 1989 y requiere ya de un ajuste numérico; por ese entonces, se estimó que se extinguirían un millón de plantas y animales superiores, en los 20 años siguientes (De la Isla, 2009).

2.3.1. Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') es una medida del grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo de un conjunto de especies. Esta incertidumbre aumenta con el número de especies y con la distribución irregular de los individuos entre las especies. De acuerdo a esto Shannon establece dos propiedades:

Es igual a cero, si sólo hay una especie en la muestra y es máximo, si todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Por lo tanto, la diversidad de una población será mayor conforme muestre un mayor valor para Shannon.

2.4. El cambio climático y la diversidad de insectos.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la vulnerabilidad ante el cambio climático depende, por un lado, de la forma, la magnitud y la velocidad con la que ocurran los cambios derivados del calentamiento global, y por otro, de la capacidad de los sistemas humanos y naturales para ajustarse a ellos (CICCC, 2006).

La adaptación ante el cambio climático se define como la capacidad de los sistemas humanos y naturales para ajustarse, espontánea u ordenadamente, a los impactos climáticos adversos, así como aprovechar las oportunidades que

deriven de los cambios que se presenten. Las capacidades de adaptación, en la medida en que se desarrollen apropiadamente, reducirán esa vulnerabilidad. Para ser efectivas, tanto las estrategias de mitigación como las de adaptación, se requieren modificaciones de gran alcance en los procesos de desarrollo, en los patrones dominantes de uso intensivo de los recursos de la Tierra (aguas, suelos, recursos biológicos, fuentes de energía, servicios ambientales ecosistémicos), así como en las prácticas de producción y los hábitos de consumo (CICC, 2006).

El IPCC (1996), Sala *et al.* (2000) y McCarthy (2001), entre otros, señalan que el calentamiento global podría provocar cambios a todos los niveles de la organización ecológica: poblacionales, en la distribución de los organismos, en la composición de las especies y en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

Los efectos en los organismos incluyen, entre otros, aumento de la productividad primaria, cambios en la tasa fotosintética, sesgos en los límites de distribución de las especies, cambios en las densidades de las especies y sus rangos de distribución altitudinal, cambios en la germinación y en general en la fenología de plantas que afectan el arribo de otras especies emigrantes (por ejemplo, aves), cambios (primeramente perdida) en la diversidad genética, cambios morfológicos (por ejemplo, longitud de la aleta o huevos más grandes), cambios en el comportamiento (reencuentro de los nidos de aves), cambios en las fechas de reproducción de algunas especies animales, extirpación o

extinción, en general cambios en la estructura y dinámica de poblaciones (Smith, 1997; Ceuleman *et al.*, 1999; Bradley *et al.*, 1999; McCarthy, 2001; Martin, 2001; Moss *et al.*, 2001; Root *et al.*, 2007).

El papel que juega el clima en la distribución y abundancia de especies, así como en la estructura de las comunidades ecológicas, ha sido uno de los descubrimientos mejor documentados y más sólidos en ecología (Andrewartha, 1973; Krebs, 1985). La variación en las condiciones climáticas afecta a las plantas y a los animales en diferentes formas, incluyendo su distribución, abundancia y aún la estructura física, metabolismo y su comportamiento (Andrewartha, 1973; Krebs, 1985).

En general, los insectos son considerados organismos poiquilotérmicos y ectotérmicos, la temperatura de sus cuerpos es aproximadamente la misma que la del ambiente en que se encuentran (Henrich, 1981). Por esta razón, la temperatura es uno de los factores que influyen mayormente en su distribución, comportamiento, desarrollo, supervivencia y reproducción. Muchos investigadores aseguran que los efectos de la temperatura rebasan sobremanera los efectos de cualquier otro factor ambiental (Price, 1997). Por ejemplo, en insectos multivoltinos se ha estimado que un incremento de 2°C de temperatura ambiental lleva a un aumento en el número de generaciones por año (Yamamura y Kiritani, 1998).

Algunos investigadores reportan que la humedad y los niveles de CO₂ pueden jugar importantes papeles en el comportamiento de las especies de insectos (Coviella y Trumble, 1999; Hunter, 2001; Hamilton *et al.*, 1995; Pritchard *et al.*, 2007).

El cambio climático, principalmente el incremento en la temperatura, puede impactar a las poblaciones de insectos plaga de varias y complejas maneras. Aunque la mayoría de los investigadores coinciden en que la temperatura afectará de manera negativa a las poblaciones de insectos, en zonas de clima templado el calentamiento provocará una mayor diversidad y abundancia de éstos (Ward y Masters, 2007). Muchos investigadores han observado que un incremento en la temperatura potencialmente afecta la supervivencia, desarrollo, rango geográfico y el tamaño de la población. La temperatura puede impactar de manera directa la fisiología y el desarrollo de los insectos, o afectar la fisiología y fenología de los hospederos (Van Asch *et al.*, 2007). Dependiendo de la estrategia de desarrollo de la especie, la temperatura puede provocar diferentes efectos (Bale *et al.*, 2002; Musolin, 2007). A algunos insectos les toma varios años completar un ciclo de vida y requieren de bajas temperaturas para entrar en diapausa; estos insectos serían muy susceptibles a los cambios ambientales y muy probablemente enfrentaría una fuerte reducción en su rango de distribución (Van Asch *et al.*, 2007).

En el caso específico de los insectos plaga, considerados como oportunistas, son conocidos como de desarrollo “alto y siga” en relación con la temperatura,

ya que se desarrollan más rápido durante periodos con temperaturas más benignas (Andrewartha, 1973; Price, 1997). Para determinar la emergencia y el nivel del daño a los cultivos que ocasionan estos insectos plaga, tradicionalmente se utilizan los modelos predictivos basados en grados/día o en aspectos fenológicos (Leyva-Vázquez, 1988; Ward y Masters, 2007; Van Asch *et al.*, 2007). El incremento de la temperatura aceleraría el desarrollo de estas especies de insectos, posiblemente incrementando el número de generaciones y el daño en los cultivos por año (Kiritani, 2007). Los insectos migratorios podrían desplazarse más tempranamente hacia zonas norteñas y las áreas de hibernación de los insectos serían mayores, lo que permitiría un aumento en el crecimiento de las poblaciones (Ward y Masters, 2007; Kiritani, 2007).

Los enemigos naturales de las poblaciones de insectos plaga podrían responder de manera diferente al cambio de temperatura (Sutherst *et al.*, 2007; Voigt *et al.*, 2003). El parasitismo en los insectos plaga podría verse reducido si las poblaciones plaga emergen antes que los parasitoides o los estadios susceptibles (huevos, larvas, pupas) se adelantan a la emergencia de los parasitoides. El desarrollo de los estados susceptibles de los hospederos podrían ser más rápidos a altas temperaturas, reduciendo así la ventana de oportunidad de ataque de los parasitoides, lo cual favorecería el crecimiento poblacional de los insectos plaga afectando la producción agrícola (Price, 1997).

Los estudios más recientes, aunados a las evidencias fósiles existentes, demuestran que la diversidad de especies de insectos y la intensidad de su ataque se incrementa a mayor temperatura (Bale *et al.*, 2002; Ladányi y Hufnagel, 2006; Kiritani, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Fase de campo

3.1.1. Localización

Se muestreó sobre una hectárea de alfalfa perteneciente a la Unidad de Producción 18 de Julio la cual se localiza en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo (URUZA-UACH), En Bermejillo, Durango. En las coordenadas geográficas 23°54' latitud Norte y 103°37' de longitud Oeste, a una altitud de 1130 m.s.n.m. El clima de la zona es muy seco con lluvias en verano, con una precipitación pluvial media anual de 239 mm, un porcentaje de lluvias invernal menor al 5%, con una oscilación térmica que varía de 7° a 17° C de acuerdo a la modificación de García (1973) hecha a la clasificación climática de Köppen (1936).

3.1.2. Muestreo

El alfalfar contaba con un año de edad y se encontraba libre de plaguicidas, ya que en él no se realizó tratamiento químico para el control de plagas o enfermedades.

El muestreo se llevó a cabo una vez por semana a partir del 3 de marzo del 2011 y hasta el 31 de agosto del 2011. Con la ayuda de una red entomológica, modificada en la parte final, con una bolsa que puede ser retirada una vez que se colectan los especímenes y que permite que la manipulación de éstos sea más sencilla (Figura 1).



Figura 1 Bolsa desprendible de red entomológica.

Se dieron 100 redazos sobre el cultivo, caminando en zigzag a todo lo largo y ancho de la parcela. Al finalizar el muestreo se retiraba la bolsa en donde se encontraban los insectos colectados, los cuales se pasaron a una cámara con acetato de etilo para matarlos (Figura 2) y luego se colocaron en un recipiente con alcohol al 70% para su posterior limpieza y revisión (Figura 3).



Figura 2 Cámara letal con acetato de etilo.



Figura 3 Conservación de muestra en alcohol al 70%.

Durante el periodo de muestreo se obtuvieron los registros diarios de temperaturas máximas (T. max.) y mínimas (T. Min.), Humedad Relativa (HR), precipitación pluvial (pp) y eventos extraordinarios de clima como granizadas. Estos registros se obtuvieron de la estación climatológica de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo.

3.2. Fase de laboratorio

3.2.1. Limpieza de muestras

Con el apoyo de un estereoscopio, pinzas y diversas herramientas entomológicas, se realizó la separación de los especímenes comenzando por su clasificación a nivel de orden, una vez realizada esta actividad se separaron según su naturaleza en depredadores, parasitoides, plagas y otros.

Una vez que se contaba con cada grupo de insectos, se trabajó de manera individual para lograr su identificación. Primero se clasificaron a nivel de orden, luego a nivel de familia y posteriormente a nivel de género y especie, mediante la técnica de taxonomía tradicional basada en las características morfológicas de los especímenes y apoyados en claves taxonómicas para cada grupo.

Para la determinación de géneros y especies de crisopas, coccinélidos y hemípteros, se utilizaron las claves taxonómicas propuestas para estos grupos

como la de a Blatchley (1926), Garland (1985), Gordon (1985), Flint y Dreistadtn (1998); y New (2001).

Para la determinación de familias y géneros de himenópteros parasitoides se utilizaron las descripciones y claves de Gibson *et al.* (1997), González (2006), Goulet y Huber (1993), Wharton *et al.* (1998) y Gauld y Bolton (1993)

3.2.2. Montaje de ejemplares

Para la correcta manipulación y revisión de los ejemplares, se realizó un montaje tanto en alfileres entomológicos como en laminillas fijadas con bálsamo de Canadá.

Los insectos depredadores fueron montados en alfileres entomológicos directamente y los de menor tamaño (5 mm o menos) se montaron en punto; utilizando pequeños triángulos de cartoncillo.

Por el tamaño de algunos ejemplares, del orden Hymenoptera, fue necesario realizar montajes fijos en laminillas con bálsamo de Canadá, para lo cual se siguió la metodología propuesta por García (2006) que consiste en el siguiente procedimiento:

3.2.2.1. Clarificación, acomodo, deshidratación y montaje de especímenes.

Del alcohol al 70%, las avispitas se clarificaron en KOH al 10% durante tres horas, se enjuagaron en agua bidestilada y posteriormente se colocaron cuatro avispitas en forma ventral sobre la mitad de un portaobjetos con un trocito de papel Kleenex® saturado con alcohol al 10% con Tritón X-100®, colocándose un cubreobjetos de 11.0 x 11.0 mm, posteriormente se deshidrataron con soluciones de alcohol al 20, 40, 60, 80, 95 y 99.9%. Del alcohol al 99.9% los especímenes se pasaron a una pequeña Siracusa con esencia de aceite de clavo, dejándolos toda una noche, al día siguiente se realizó un pre-montaje de los especímenes, colocándolos adecuadamente en un portaobjetos sobre una pequeña gota de bálsamo de Canadá diluido (seis partes de bálsamo de Canadá más cuatro partes de esencia de aceite de clavo). Las preparaciones se transfirieron a una estufa a 40°C para secarlas durante la noche. Al día siguiente, a cada preparación se le colocó otra pequeña gota de bálsamo de Canadá y un cubreobjetos de 5.5 x 5.5 mm y se transfirieron a una estufa a 40°C para secarlas durante cinco días y posteriormente realizar la determinación de especies por morfología.

3.3. Análisis de datos

La diversidad de especies se cálculo mediante el índice H' de Shannon-Weaver para cada uno de los grupos de entomófagos colectados.

Se realizó una Correlación y una Regresión Lineal Múltiple entre las variables climáticas de Temperatura Máxima (T. Max.), Temperatura Mínima (T.Min.), Humedad Relativa (H.R.) y Precipitación Pluvial (pp), con la dinámica poblacional de los grupos de entomófagos identificados. Dicho análisis se realizó mediante el programa estadístico SAS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Depredadores identificados

Se colectaron un total de 5,398 insectos depredadores, pertenecientes a tres diferentes órdenes, Neuróptera, Coleóptera y Hemíptera, siendo estos últimos los más abundantes como se muestra en la Figura 4.

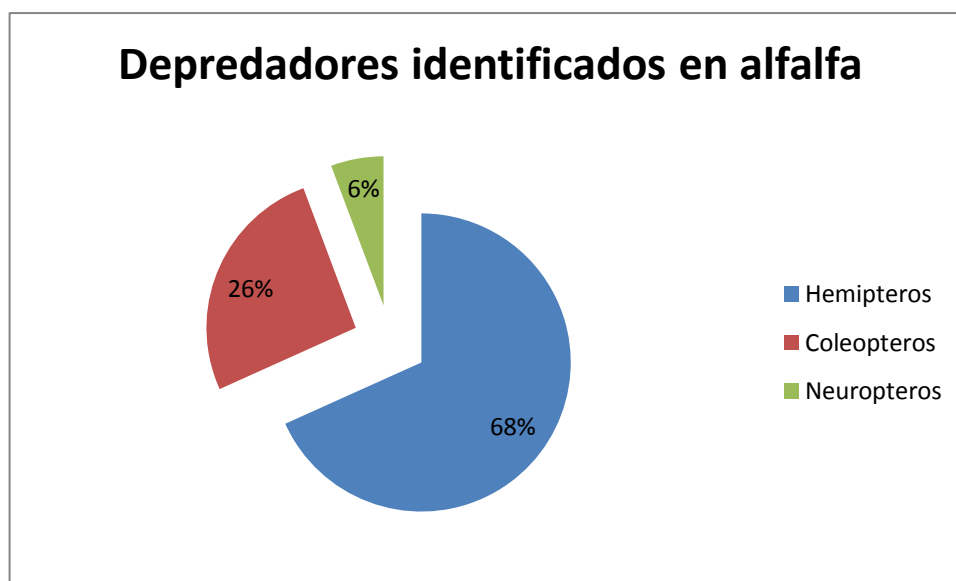


Figura 4. Porcentaje de los órdenes de insectos depredadores encontrados en el cultivo de alfalfa.

4.1.1. Neurópteros

Dentro del orden Neuróptera la especie más abundante fue *C. carnea* Stephens, con un total de 158 adultos y 150 ejemplares en estado larval. Así mismo, el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') para esta especie fue de 4.41. Los periodos en los que se encontraron las mayores cantidades

fueron en los muestreos tomados los meses de julio y agosto, como se muestra en la Figura 5. La fecha con el mayor número de individuos capturados en estado adulto, fue la del 20 de julio con 33 ejemplares, y para el caso de larvas fue el 3 de agosto con 38 ejemplares.

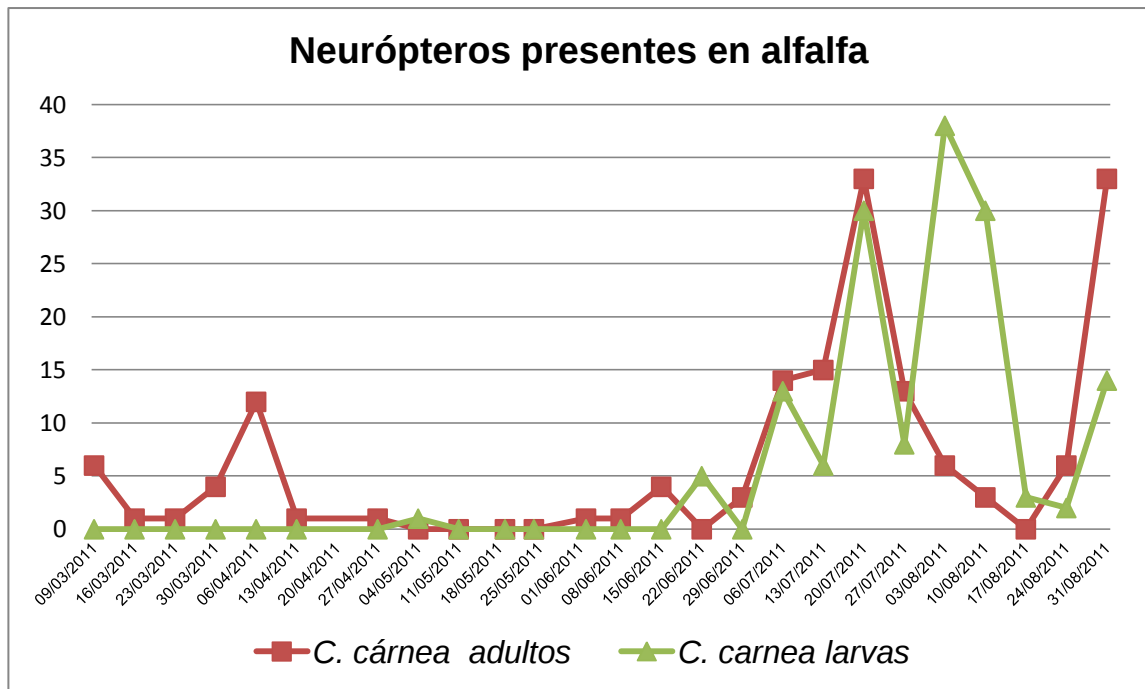


Figura 5. Especies de crisopas presentes en el cultivo de alfalfa.

La presencia de esta especie coincide con lo reportado por Ramírez (1995 y 1996), quien determinó a esta especie en muestreos realizados en alfalfa, sin embargo la mayor incidencia se presentó en los meses de noviembre y diciembre para el año de 1995.

4.1.2. Coleópteros

Para el grupo de ejemplares del orden coleóptera las especies más abundantes fueron *Collops vitatus* Say e *Hipodamia convergens* Guérin-Ménerville, con 761 y 620 individuos respectivamente. Respecto al índice de diversidad de Shannon-Weaver para estas especies fue de 2.96 para *C. vitatus* y 3.14 para *H. convergens*.

La mayor cantidad de ejemplares de *C.vitatus* se registro el 8 de junio siendo de 196 y para el caso de la especie de *H. convergens* la mayor cantidad se encontró en la fecha del 06 de abril con 132 ejemplares (Figura 6). El periodo de mayor incidencia de la catarinita convergente fue durante el mes de marzo, periodo en el cual existió incidencia de pulgones; algo muy similar a lo registrado por Ramírez (1995 y 1996) en un estudio realizado en la Región Lagunera, donde la mayor incidencia de la catarinita se dio en los meses de abril y mayo.

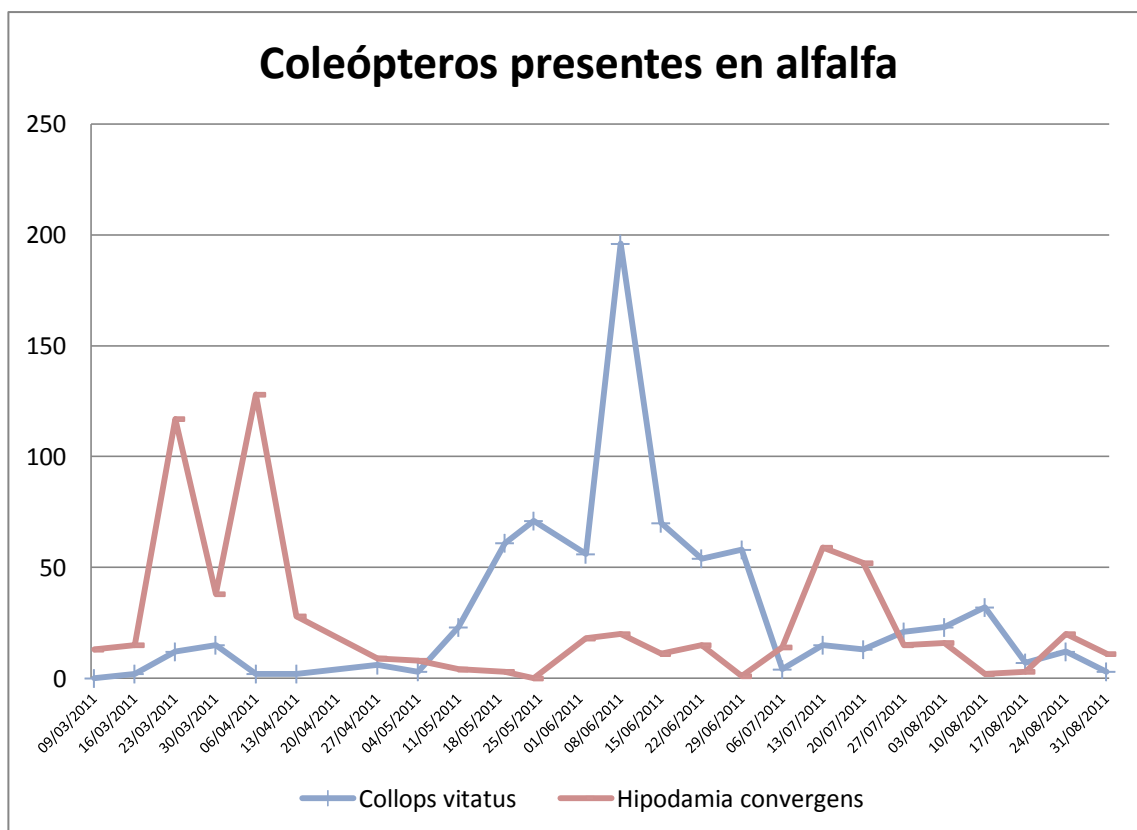


Figura 6. Dinámica poblacional de coleópteros depredadores presentes en alfalfa

4.1.3. Hemípteros

En el caso particular de los hemípteros, fue el grupo que presentó mayor abundancia. Las especies encontradas fueron *Orius tristicolor* White con 2087 individuos, *Nabis ferus* Linnaeus con 732 individuos y *Geocoris bullatus* Say con 142 individuos. El índice de diversidad de Shannon-Weaver obtenido para las especies de este orden fue de 1.82 para *O. tristicolor*, 2.99 para *N. ferus* y de 4.51 para *G. bullatus*.

Es importante mencionar que la especie *N. ferus* apareció de manera más constante en cuanto a la cantidad de especímenes colectados, presentándose un pico de hasta 75 especímenes en la colecta realizada el 6 de abril. De *O. tristicolor* se registraron 575 especímenes en la fecha correspondiente al 20 de julio (Figura 7).

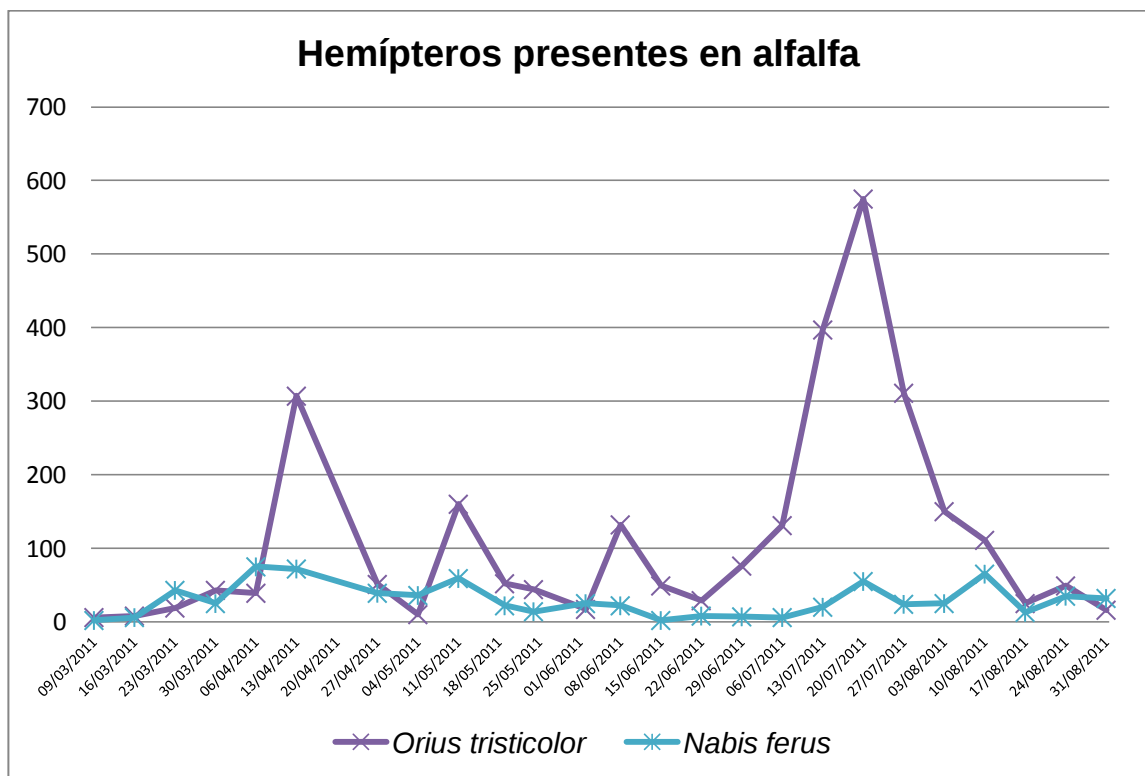


Figura 7. Hemípteros depredadores presentes en alfalfa.

En el caso de la chinche *O. tristicolor*, los datos registrados en el presente estudio coinciden con los reportados por Ramírez (1996) en donde reporta la incidencia de ésta durante los meses de abril a julio.

Otros ejemplares de depredadores que se encontraron en menor proporción fueron *Olla V-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera:Coccinellidae) con 22 ejemplares colectados; *Eremochrysa punctinervis*.(McLachlan) Neuroptera:Chrysopidae) con 4 ejemplares y *Hemerobius* sp. (Neuroptera:Hemerobiidae) con 2 ejemplares.

4.2. Himenópteros parasitoides identificados.

Se colectaron 6,991 individuos del orden Hymenoptera, pertenecientes a las superfamilias Chalcidoidea, Ichneumonoidea, Platygastroidea, Proctotrupoidea, Ceraphronoidea y Chrysidoidea (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superfamilias de Hymenoptera identificadas

Superfamilia	No. de individuos colectados
Chalcidoidea,	4783
Ichneumonoidea	1621
Platygastroidea	493
Ceraphronoidea	76
Chrysidoidea	17
Proctotrupoidea	1

De la superfamilia Chalcidoidea se identificaron individuos de las familias Aphelinidae, Chalcididae, Encyrtidae, Eucoilidae, Eulophidae, Eurytomidae, Mymaridae, Pteromalidae, Signiphoridae, Torymidae y Trichogrammatidae (Cuadro 2). La determinación del índice de Shannon-Weaver, para cada una de las familias identificadas, permite observar la amplia diversidad que existe dentro del agro ecosistema estudiado.

Cuadro 2. Familias identificadas pertenecientes a la superfamilia Chalcidoidea, así como su índice de Shannon-Weaver (H') calculado.

Familia	No. de individuos	
	colectados	H'
Eulophidae	2279	2.04
Pteromalidae	1035	2.68
Eurytomidae	814	2.90
Mymaridae	221	4.09
Trichogrammatidae	136	4.56
Eucoilidae	115	4.72
Torymidae	105	4.81
Encyrtidae	41	5.72
Aphelinidae	27	6.14
Chalcididae	8	7.34
Signiphoridae	2	8.73

La máxima diversidad de familias de Himenópteros colectados correspondió a Signiphoridae, mientras que la menor fue para la familia Eulophidae (Cuadro 2). Esto se debe a la diferencia existente entre el número de especímenes y la abundancia relativa de los mismos en ambas familias.

De la superfamilia Ichneumonoidea se encontraron ejemplares de las dos familias que conforman a ésta superfamilia, como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Familias identificadas pertenecientes a la superfamilia Ichneumonoidea, así como su índice de Shannon-Weaver (H') obtenido.

No. de individuos		
Familia	colectados	H'
Braconidae	1494	2.37
Ichneumonide	127	4.62

En lo que se refiere a la superfamilia Platygastroidea se identificaron individuos de las familias Scelionidae y Platygastriidae (Tabla 4).

Cuadro 4. Familias identificadas pertenecientes a la superfamilia Platygastroidea, así como su índice de Shannon-Weaver (H') obtenido.

No. de individuos		
Familia	colectados	H'
Scelionidae	468	3.39
Platygastriidae	25	6.21

En lo referente a las superfamilias Proctotrupoidea, Ceraphronoidea y Chrysidoidea se identificaron solo una familia de cada una. Para la superfamilia Ceraphronoidea se identificó a la familia Ceraphronidae contabilizando 76 individuos y obteniendo un índice de diversidad de 5.12. De Chrysidoidea se identificó la familia Bethylidae con 17 ejemplares y se obtuvo un índice de diversidad de 6.60. Y por último, de la superfamilia Proctotrupoidea se identificó a la familia Diapriidae con 1 ejemplar y el índice de diversidad que se obtuvo fue de 9.42.

De todas las familias identificadas las que presentaron un mayor porcentaje de individuos son Eulophidae con un 33% (2,279 individuos), Bracónidae con un 21% (1,494 individuos), Pteromalidae con 15% (1035 individuos), Eurytomidae con 12% (814 individuos) y Scelionidae con un 7% (468 individuos). Estas familias representan el 87.11% del total de individuos colectados de este orden (Figura 8).

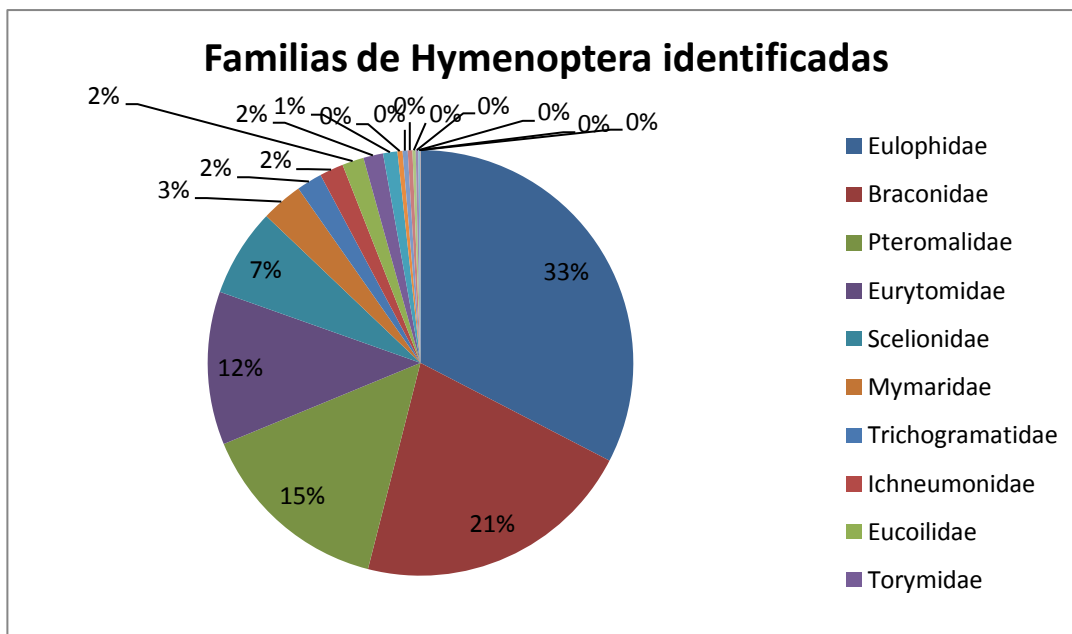


Figura 8. Representación del porcentaje que ocupa cada una de las familias colectadas en la alfalfa.

Para la familia Eulophidae el periodo de mayor presencia fue durante la última semana de marzo y hasta la primera de mayo, registrándose una captura de 524 ejemplares para el muestreo realizado el 27 de abril del 2011. En la Figura 9 se puede observar la dinámica poblacional que presentó ésta familia.

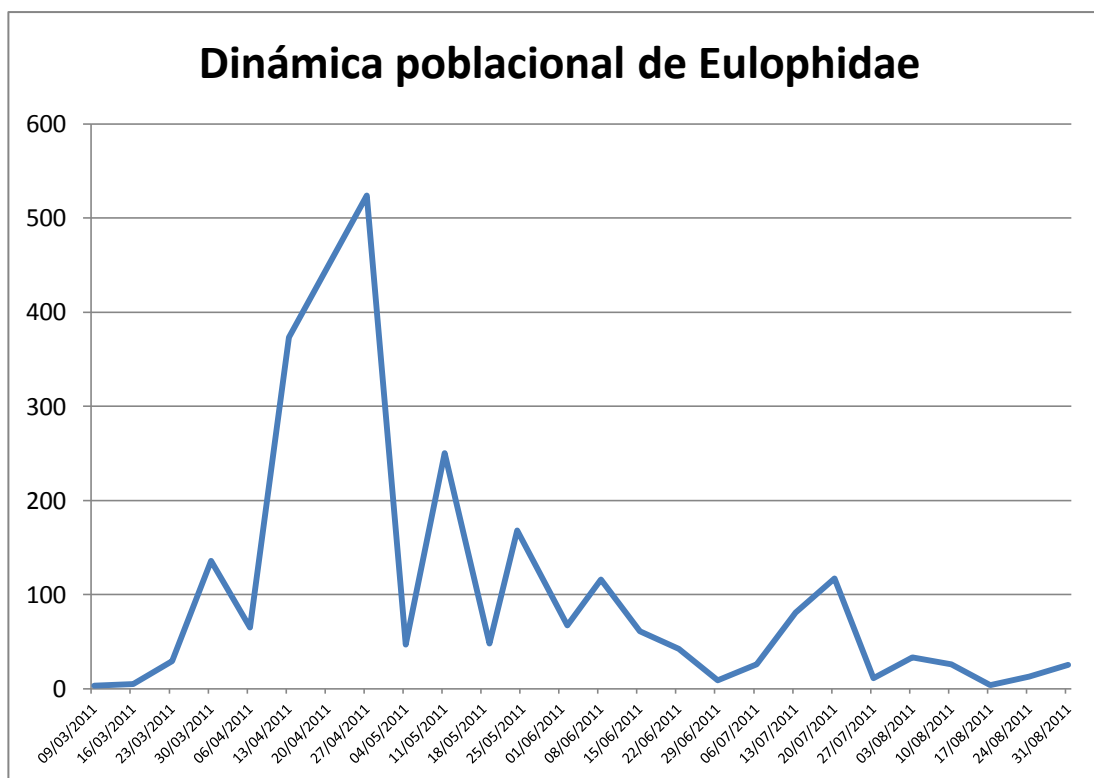


Figura 9. Dinámica poblacional registrada para la familia Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) durante 2011.

Los principales géneros encontrados fueron *Crysocaris* sp y *Horismenus* sp.

Respecto a la familia Braconidae, ésta se presentó de manera constante a lo largo del periodo de muestreo, teniendo un pico 217 ejemplares colectados en el muestreo del 15 de junio de 2011 (Figura 10)



Figura 10. Dinámica poblacional registrada para la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) durante 2011.

Se identificaron dos principales géneros pertenecientes a esta familia, los cuales fueron *Chelonus* sp. y *Aphidius* sp. De estos géneros, *Aphidius* no se encuentra reportado para el estado de Durango, según el estudio realizado por González *et al.* (2003) y *Chelonus* es un género más ampliamente distribuido en el país según reporta Bahena (2008)

La familia Pteromalidae presenta una dinámica poblacional muy similar a la familia Eulophidae, ya que el periodo de mayor incidencia fue durante los meses de abril y mayo, presentando el mayor número de individuos capturados en la fecha del 13 de marzo, con 212 especímenes (Figura 11).



Figura 11. Dinámica poblacional registrada para la familia Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) durante 2011.

De la familia Eurytomidae el mayor número de individuos capturados fue en la fecha del 17 de julio, con 236 ejemplares. Así mismo, el periodo de mayor incidencia se presentó durante los meses de julio y agosto (Figura 12). DiGiulio (1997) menciona que los miembros de esta familia atacan a un amplio rango de hospederos ya sea parasitándolos o depredándolos, sin embargo existen algunos géneros que llegan a ser fitófagos, como *Tetramesa* sp., *Bruchophagus* sp. y *Systole* sp.; por lo que se vuelve muy importante la correcta identificación de todos los especímenes encontrados.

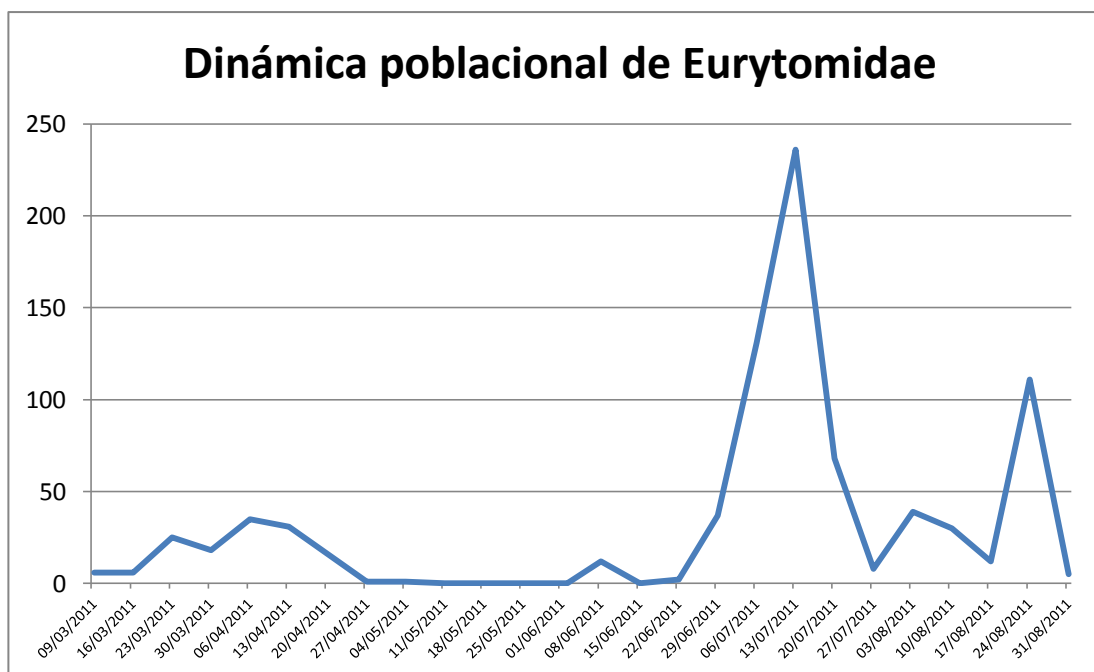


Figura 12. Dinámica poblacional registrada para la familia Eurytomidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) durante 2011.

Para el caso de la familia Scelionidae, el mayor número de especímenes colectados fue de 98, en la fecha correspondiente al 10 de agosto. Y los meses de mayor incidencia fueron julio y agosto; sin embargo, también existió importante presencia de estos durante las dos últimas semanas de marzo y las primeras de abril (Figura 13), lo que de alguna manera permite la presencia de esta familia durante la mayor parte del periodo de muestreo.



Figura 13. Dinámica poblacional registrada para la familia Scelionidae (Hymenoptera: Platygastroidea) durante 2011.

Debido a la complejidad de la entomofauna presente, los investigadores han estudiado uno o pocos taxas presentes en el cultivo de alfalfa, por lo que es difícil comparar los resultados aquí obtenidos con los mostrados en otros estudios hasta la fecha. Sin embargo Zumoffeen y Signorini (2010) reportan la presencia de los depredadores *Chrysoperla externa* (Hagen), *Eriopis connexa* (Germ.), *Eriopis connexa* (Germ.), *Harmonia axyridis* (L.), *Cycloneda sanguinea* (L.), *H. convergens*, *Coleomegilla maculata* (De Geer), *Hyperaspis festiva* (Muls.), *Scymnus argentinicus* (Weise), *Galerita collaris* (Dej.), *Nabis* sp., *Podisus nigrispinus* (Dallas), *Geocoris* sp. y *O. insidiosus* (Say.); y a los parasitoides *Allograpta exotica* (Wiedeman) y *Cotesia* sp *Trichogramma* sp.; en el cultivo de la alfalfa en la provincia de Santa Fé, Argentina.

4.3. Plagas presentes

Las principales plagas detectadas, así como su incidencia se encuentran descritas en la Cuadro 5.

Cuadro 5. Presencia de insectos plaga de la alfalfa por fecha de colecta, en la Unidad de Producción 18 de Julio, (URUZA-UACH), Bermejillo, Durango, durante 2011.

FECHA DE COLECTA	Pulg.	Trip.	PT	Chic.	Diab.	Chap.	M B	G S	L A	Chin
09/03/2011	X	X		X						
16/03/2011	X	X		X						X
23/03/2011	X	X	X	X	X	X		X		X
30/03/2011	X	X	X	X	X	X		X		X
06/04/2011	X			X	X	X		X		X
13/04/2011			X	X	X	X				X
27/04/2011			X		X	X				
04/05/2011	X		X		X	X				
11/05/2011	X	X	X	X	X	X				
19/05/2011	X	X	X	X	X	X				
24/05/2011	X	X	X	X	X	X		X		
02/06/2011	X				X	X			X	
08/06/2011	X									
15/06/2011			X			X			X	
22/06/2011			X		X	X		X		
29/06/2011			X		X	X		X		
06/07/2011		X	X	X		X		X	X	X
13/07/2011		X	X		X	X		X	X	X
20/07/2011	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
27/07/2011	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03/08/2011			X	X	X	X	X	X	X	X
10/08/2011					X	X	X	X		
17/08/2011			X	X	X	X	X	X		
24/08/2011			X	X	X	X		X		X
31/08/2011			X	X	X	X		X	X	

Pul: Pulgones, Trip: trips, PT: periquito tricornudo, Chic: chicharritas, Diab: Diabroticas, Chap: Chapulines, MB: mosquita blanca, GS: gusano soldado, LA: lepidópteros adultos. Chin: Chinche *Lvaus*

4.4. Correlación y regresión lineal múltiple de la incidencia de insectos entomófagos identificados, con las variables climáticas.

En un análisis de correlación y regresión lineal múltiple, hecha entre las poblaciones de depredadores e himenópteros parasitoides anteriormente citados y las condiciones climáticas prevalentes durante el muestreo, se tiene que no se encontró una asociación entre estos.

No se encontró asociación entre la incidencia de *C. carnea*, *C. vitatus*, *H. convergens*, *O. tristicolor*, *N. ferus*, *G. bullatus*, Eulophidae, Braconidae, Pteromalidae, Eurytomidae y Scelionidae, con la temperatura máxima, la temperatura mínima, la humedad relativa y la precipitación pluvial (cuadro no mostrado)

En la alfalfa existe una gran diversidad de insectos dañinos y benéficos que, en la mayoría de los casos, se encuentran en equilibrio ambiental. Varias especies dañinas no llegan a constituirse en plagas de importancia para el cultivo, puesto que se encuentran reguladas por depredadores, parasitoides y entomopatógenos que actúan como enemigos naturales y disminuyen su efecto negativo.

La presencia de los insectos entomófagos está más directamente relacionada con la presencia de su alimento o huésped, lo cual se puede observar al comparar la dinámica poblacional encontrada de los

entomófagos, con los periodos de incidencia de algunas de las principales plagas del cultivo.

No se entiende con precisión cómo el cambio climático afectará a los cultivos, los insectos, las enfermedades y las relaciones entre ellos. Los impactos precisos del cambio climático en los insectos y las enfermedades son un tanto inciertos ya que el cambio climático puede favorecer a algunos patógenos e insectos, aunque puede inhibir otros. Lo que provoca el cambio de plagas que eran secundarias pasen a ser primarias.

Desde la perspectiva del productor, el posible incremento en el uso de insecticidas como repuesta al incremento de las plagas traerá como consecuencia daños económicos y ambientales en las zonas de cultivo. La estrategia más racional deberá ser el manejo integrado de las plagas, dando un seguimiento cercano al movimiento de las poblaciones de insectos plaga para aplicar aquellos métodos que resulten menos dañinos y contaminantes.

V. CONCLUSIONES

Los géneros y especies de depredadores identificados fueron *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), *Eremochrysa punctinervis*.(McLachlan) Neuroptera:Chrysopidae), *Hemerobius* sp. (Neuroptera:Hemerobiidae), *Collops vitatus* Say (Coleoptera: Melyridae), *Hipodamia convergens* Guérin-Ménenville (Coleoptera: Coccinelidae), *Olla V-nigrum* Mulsant (Coleoptera:Coccinelidae), *Orius tristicolor* White (Hemiptera: Antocoridae), *Nabis ferus* Linnaeus (Hemiptera:Nabidae) y *Geocoris bullatus* Say (Hemiptera: Lygaeidae)

Se identificaron 18 familias de himenópteros parasitoides. Siendo las familias Eulophidae, Braconidae, Pteromalidae, Eurytomidae y Scelionidae las que ocuparon el 88% del total de himenópteros parasitoides capturados.

Se identificaron los géneros *Crysocaris* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Horismenus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) *Aphidius* sp. (Hymenoptera: Braconidae), y *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

No existe una asociación entre las variables climáticas de temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y precipitación pluvial, con la incidencia de los insectos entomófagos del cultivo de la alfalfa.

El cultivo de la alfalfa presenta una amplia diversidad y abundancia de insectos, lo que permite que este cultivo pueda ser utilizado como un reservorio natural para el suministro de insectos benéficos nativos y a partir de ellos establecer crías masivas.

VI. LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2008. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). SIACON 1980-2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México. [en línea] <http://siap.gob.mx>. 2007. Consultado 20 Jun, 2008.
- Anónimo. 2009. Anuario Agrícola. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México. Consultado 20 Jun, 2008.
- Anónimo. 2011. Resumen económico, Comarca Lagunera, 2010. El Siglo de Torreón. Suplemento Especial. Torreón, Coah. Sábado 1 de enero del 2011. p. 24.
- Andrewartha, H. G., 1973. Introducción al estudio de poblaciones animales, Alhambra, S. A., Madrid, 332 pp.
- App, B. A. and G. R. Manglitz. 1972. Insect and related pest. *In*: Alfalfa Science and technology. Hanson, C. H. (ed). Am. Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.A. pp: 302-328.
- Badii, M. H., A. E. Flores y L. J. Galan W. (eds). 2000. Fundamentos y perspectivas de Control Biológico. UANL. Nuevo León, México. 462 p.
- Bahena, J. F., H. C. Arredondo, M. Vázquez G., A. González H., y M. A. Miranda S. 2002. Parasitoides del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el occidente de México. Entomología Mexicana. Vol 1: 260-265.
- Bahena, J. F. 2008. Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. Libro Técnico Núm. 5 SAGARPA – INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. 180 p.
- Bale, J. S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C. Coulson, J. Farrar, J. E. G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. H. Jones. R. L. Lindroth, M. C. Press, I. Symrnioudis, A. D. Watt, y J. B. Whittaker, 2002. "Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperatures on insect herbivores", Global Change Biology, 8: 1-16
- Blatchley, W. S. 1926. Heteroptera or True Bugs of Eastern North America, with Special Reference to the Faunas of Indiana and Florida. Nature Publishing Co. Indianapolis. 295 p

- Borror, D. J., D. M. de Long & C. A. Triplehorn. 1981. An Introduction to the study of insects. 8th Ed. Saunders College Publishing. Philadelphia, USA. 928 p.
- Bradley, N. L., A. C. Leopold, J. Roos y W. Huffaker, 1999. "Phenological changes reflect climate change in Wisconsin", Proceeding of the National Academy of Sciences, USA, 96: 9701-9704.
- Caballero, P., E Vargas-Osuna, H. K. Aldebis y C. Santiago-Alvarez. 1990. Parásitos asociados a poblaciones naturales de *Spodoptera littoralis* Boisduval y *S. exigua* Hb. (Lepidoptera:Noctuidae). Bol. San. Veg. Plagas, 16: 91-96
- CICC (Comisión Intersecretarial de Acción Climática). 2006. Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático/Semarnat, México.
- Ceuleman, R., L. A. Janssens y M. E. Jach, 1999. "Effects of CO2 enrichment on trees and forest: lesson to be learned in view of future ecosystem studies", *Ann. Bot.*, 84: 577- 590.
- Coviella, C. y J. Trumble, 1999. "Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect-plant interactions", *Conser. Biol.*, 13: 700-712.
- De Bach, P. and D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge Univ. Press
- DiGiulio, A. J. 1997. Eurytomidae. In: Gibson, G. A. P., Huber, J. T., and Woolley, J. B. (editors). 1997. Annotated Keys to the Genra of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. Pp 477-495
- De la Isla B. M., 2009. Agricultura: Deterioro y preservación ambiental. Mundi Prensa. 166 p
- Estrada, S. J. 1970. Informe de investigación. SARH-INIA-CIANE Comarca Lagunera. Pp: 6.1.71 – 6.1.148
- Flint, M. L., and S. H. Dreistadt. 1998. Chapter 8: Predators of arthropods. Pp. 79-116 In: Natural enemies handbook, the illustrated guide to biological pest control. University of California Press, Berkeley, Los Angeles and London.
- García, E. (1973). Apuntes de Climatología. UNAM. 155 pp.

- García, G. F. 2006. Clarificación por morfometría de especies y calidad de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de centros reproductores y áreas agrícolas del norte de México. Tesis de doctor en ciencias. Facultad de ciencias biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 90 p.
- Garland, J. A. 1985. Identification of Chrysopidae in Canada, with bionomics notes (Neuroptera). *Can. Ent.* 117: 737-762.
- Gauld I. and B. Bolton (Eds). 1993 *The Hymenoptera*. Oxford University Press. ISBN 0-19-858521-17. New York 332 p.
- Gibson, G. A. P., Huber, J. T., and Woolley, J. B. (editors). 1997. *Annotated Keys to the Genra of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 794 p.
- González H. A. 2006. Principales familias de Hymenoptera-parasitica. *In: Memorias del Primer taller sobre determinación de especies de Trichogramma mediante morfología y técnicas moleculares*. Facultad de Ciencias Biológicas-Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N.L. s/p
- González H. A. y F. García G. 2006. Taxonomía de Trichogrammatidae. *In: Memorias del Primer taller sobre determinación de especies de Trichogramma mediante morfología y técnicas moleculares*. Facultad de Ciencias Biológicas-Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N.L. s/p
- González, H. A., R. A. Wharton, J. A. Sánchez G., V. López M., J. R. Lomelí F., I. Figueroa D. y H. Delfín G. 2003. *Catalogo Ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonidae) en México*. UANL. México. Disco compacto. ISBN 970-694-114-2.
- Gordon, R. D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of Louisiana north of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society* 93: 1-912.
- Goulet H. and J.T. Huber (Eds). 1993 *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Research Branch Agriculture Canada Publication 1894/E. 666 p
- Hamilton, L. S., J. O. Juvik y F. N. Scatena, 1995. *Tropical montane cloud forests*, Serie de Estudios Ecológicos, núm. 110, Springer Verlag, Nueva York.
- Harper, A. M. 1972. The pea aphid. Bull. No. 622. Department of Agriculture. Edmond. Alberta, Canada. 7 p.

- Henrich, B., 1981. Insect Thermoregulation. John Wiley & Sons Inc., Nueva York, 328 pp.
- Hunter, M. D., 2001. "Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect-plant interactions, *Agric. for Entomol*, 3: 153-159.
- IPCC. 1996. Climate change 1995: the science of climate change. Contribution of working group I to the second assessment report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Jervis, M. A., N. A. C. Kidd and G. E. Heimpel. 1996. Parasitoid adult feeding behavior and biocontrol a review. *Biocontrol News and Information*, 17 (1):11N-26N.
- Kennedy, J. S. and H. L. G. Stroyan. 1959. Biology of aphids. *Ann. Rev. Entomol.* 4: 139- 160
- Kiritani, K., 2007. The impact of global warming and land-use change on the pest status of rice and fruit bugs (Heteroptera) in Japan *Global, Global Change Biology*, 13, 8: 1539-1821.
- Krebs, C. J., 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia*, 2a. ed., Harla, México, 753 pp.
- Ladányi, M. y L. Hufnagel, 2006. The effect of climate change on the population of sycamore lace bug (*Corythuca ciliata*, Say, Tingidae Heteroptera) based on a simulation model with phenological response, *Applied Ecology and Environmental Research*, 4 (2): 85-112.
- Leyva-Vázquez, J. L., 1988. Temperatura umbral y unidades calor requeridas por los estados inmaduros de *Anastrepha ludens* Loew (Diptera: Tephritidae), *Folia Entomológica Mexicana*, 74: 189-196.
- Martin, T. E., 2001. Abiotic vs. Biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts?, *Ecology*, 82: 175-188.
- McCarthy, J. P., 2001. Ecological consequences of recent climate change, *Conservation Biology*, 15: 320-331.
- Moss, R., J. Oswald y D. Baines, 2001. "Climate change and breeding success: decline of the capercaillie in Scotland", *The Journal Animal Ecology*, 70: 47-61.
- Musolín, D. L., 2007. "Insects in warmer world: ecological, physiological and life-history responses of time bugs (Heteroptera) to climate change", *Global Change Biology*, 13: 1565-1585.

- New, T. R. 2001. Introduction to the systematic and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae and Chrysopidae used in pest management. *In*: McEwen P., T. P. New and A. E. Whittington (eds). 2001. Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press. Cambridge, U. K. Pp 6-28.
- Ortiz, P. C. 2010. Parasitoides de áfidos de la alfalfa en Tejaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Facultad de biología. 70 p.
- Padilla, A. R. y W. Young R. 1958. El pulgón manchado de la alfalfa *Therioaphis maculata* (Buckton). Folleto Técnico No. 25. SAG-Oficina de Estudios Especiales, México. 31 p
- Peña-Martínez, R. y R. Bujanos M. 1991. Especies de áfidos (Homoptera:Aphididae) que dañan hortalizas. *In*: Plagas de hortalizas y su manejo en México. Anaya R. S. y N. Bautista M. (eds.). Centro de Entomología y Acarología, C. P. y Sociedad Mexicana de Entomología. p. 51
- Price, P. W., 1997. Insect Ecology, 3a. ed., John Wiley and Sons, Nueva York, 874 pp.
- Pritchard, J., B. Griffiths y E. J. Hunt, 2007. "Can the plant-mediated impacts on aphids of elevated CO₂ and drought be predicted?", *Global Change Biology*, 13 (8): 1539- 1821
- Ramírez, D. M. y U. Nava C. 2000. Plagas de la alfalfa. *In*: Nuñez H. G., Chew Y. I. M., Reyes J. I., Godina G. H. J. (editores). Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No. 2. SAGAR. INIFAP. CIRNOC. CELALA.
- Ramírez, D. M. 1995. Fluctuación de insectos en alfalfa ciclo 1995-1995. Informe de Investigación. CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coahuila. En prensa.
- Ramírez, D. M. 1996. Fluctuación de insectos en alfalfa ciclo 1996-1996.Segundo año. Informe de Investigación. CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coahuila. En prensa.
- Wharton, A. R.; P. M. Marsh y M. J. Sharkey. 1998. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo. The International Society of Hymenipterists. Washington, DC 447 p
- Root, T. L., D. Liverman y C. Newman, 2007. Managing biodiversity in the light of climate change: current biological effects and future impacts,

In: D. MacDonald y K. Service (eds.), Key Topics in Conservation Biology, Blackwell U., pp. 85-104.

- Russell, G. E. 1957. Distribution of legume-infesting Therioaphidine aphids. *Plant Prot. Bull.* 5: 78.
- Sala, O. E., F. Stuart Chapin III, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Hoesterheld, N. LeRoy Poof, M. T. Sykes, B. H. Walker y D. Wall, 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100, *Science*, 287: 1770-1774.
- Salter, A.J. and R.M. Baranowski. 1978. How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera). Win. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 256 p.
- Salazar-Sosa E, Trejo-Escareño HI, Vázquez-Vázquez C, López-Martínez JD. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton* 76:169-185.
- Santamaría C.J., Núñez H.G., Medina G.G., Ruiz J.A. 2000. Potencial productivo de la alfalfa en México. *In: Nuñez H. G., Chew Y. I. M., Reyes J. I., Godina G. H. J. (editores). Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No. 2. SAGAR. INIFAP. CIRNOC. CELALA.*
- Santamaría J., G. Núñez, G. Medina., J. A. Ruiz., M. Tiscareño y M. H. Quiroga. 2000. Evaluación del modelo EPIC para estimar el potencial productivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en diferentes ambientes ecológicos de México. *Técnica Pecuaria en México*.
- Smith, J. B., 1997. Setting priorities for adapting to climate change, *Global Environmental Change*, 7 (3): 252-264.
- Summers, C. G., W. Barnett, V. E. Burton, A. P. Gutierrez, and V. M. Stern. 1985. Insects and other arthropods. *In: Integrated pest management for alfalfa hay*. Marble, V. L., C. A. Schoner, L.R. Teuber, R.L. Travis, C. G. Summers, W. Barnett, V. E. Burton, A. P. Gutierrez, V. M. Stern, J. Fox, J. L. Hatfield, B. F. Lownsbey, W. H. Hart, J. D. Radewald, I. J. Thomason, D. G. Gilchrist, R. F. Brewer, D. C. Erwin, D. H. Hall, J. G. Hancock, A. Martensen, O. Ribiero, T. P. Salmon, R. March, R. F. Norris, C. Bell, and B. B. Fisher. University of California. Oakland California, U.S.A. pp: 42-63.
- Sutherst, R. W., G. F. Maywald y A. S. Bourne, 2007. Including species interactions in risk assessments for global change, *Global Change Biology*, 13 (8): 1843-1859.

- Van Asch, Margriet, Peter H. van Tienderen, Leonard J., M. Holleman y Marcel E. Visser, 2007. Predicting adaptation of phenology in response to climate change, an insect herbivore example, *Global Change Biology*, 13 (8): 1539-1821.
- Van den Bosch, R. and P. S. Messenger. 1973. Biological control. Intext Press. 180 pp.
- Van Lenteren, J. C. 1995. Basis of biological control of arthropod pest in protected crops. *In*: Integrated Pest and Disease Management in Protected Crops. CIHEAM. Zaragoza, Spain. 21 p.
- Voig, W., J. Pernas; A. J. Davis, T. Eggar, J. Schumacher, R. Bährmann, B. Fabian, W. Heinrich, G. Köhler, D. Lichter, R. Marstaller y F. W. Sander, 2003. Trophic level are differentially sensitive to climate, *Ecology*, 84: 2444-2453.
- Ward, Nicola L. y G. J. Masters, 2007. "Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores", *Global Change Biology*, 13 (8): 1539-1821
- Womack, C. L. 1984. Reduction in photosynthetic and transpiration rates of alfalfa caused by potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) infestations. *J. Econ. Entomol.* 77: 508-513.
- Yamamura, K. y K. Kiritani, 1998. A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperate zones, *Appl. Ent. and Zool.*, 33: 289-298.
- Zumoffen, L., C. Salto y M. Signorini. 2010. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) como reservorio de insectos entomófagos. *Revista FAVE. Ciencias Agrarias* 9 (1-2) ISSN 1666-7719