



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

“Arvenses y entomofauna asociada a olivares (*Olea europaea*L.) de la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, México”

ELIZABETH MARTÍNEZ TREJO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2015

La presente tesis, titulada: **Arvenses y entomofauna asociada a olivares (*Olea europaea* L.) de la comunidad del Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, México** realizada por la alumna: **Elizabeth Martínez Trejo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

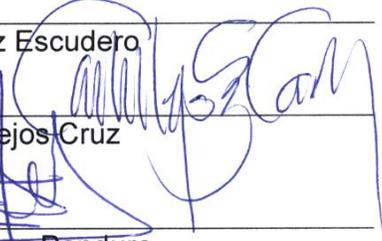
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

Consejero:


Dr. Julio Sánchez Escudero

Director:


Dr. Carlos Castillejos Cruz

Asesor:


Dr. Alejandro Pérez Panduro

Asesor:


Dr. Samuel Ramírez Alarcón

Arvenses y entomofauna asociada a olivares (*Olea europaea* L.) de la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, México.

Elizabeth Martínez Trejo M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2015

RESUMEN

Hylesinus mexicanus (Wood), recientemente listado como uno más de los escolítidos que atacan al olivo, está presente sobre este cultivo, por ahora, solo en Ixmiquilpan, Hidalgo, México. Para conocer su impacto en el cultivo se evaluó mensualmente en el periodo de agosto 2013 a septiembre 2014, su incidencia, intensidad de daño y dinámica poblacional en nueve huertas de esa región, además, se analizó la composición de arvenses e himenópteros parasitoides asociados, con el objetivo de relacionar la diversidad de estos dos últimos componentes con el daño causado por *H. mexicanus* y filófagos. Los resultados indicaron que *H. mexicanus* afectó entre 0 y 39% de las ramas (promedio 18%) con una intensidad de 0.45 y 7.42 orificios/rama y afectando al 4.92 % de los árboles. La mayor abundancia de adultos ocurrió entre diciembre y abril, coincidiendo con el periodo de estiaje. Como factores de su abundancia se identificó el estrés por sequía y los restos de poda dejados en las huertas. La diversidad de arvenses y parasitoides no se relacionó con el daño causado por estos fitófagos, sin embargo, resulta importante estudiar la bioecología de *H. mexicanus* y analizar espacialmente la vegetación (diversidad gamma) con el objetivo de promover estrategias de control biológico por conservación que permitan que los parasitoides realicen su función (servicios ecosistémicos de regulación), ya que la expansión del cultivo podría estar provocando la pérdida de la biodiversidad y modificando el contexto paisajístico.

Palabras clave: control biológico por conservación, servicios ecosistémicos, plagas de olivo, flora asociada.

**Undergrowth and insect fauna associated with olive (*Olea europaea* L.) in
El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, Mexico.**

Elizabeth Martínez Trejo M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2015

ABSTRACT

Hylesinus mexicanus, recently listed as one of the pests in the family Scolytidae attacking olives, is currently present only in Ixmiquilpan, Hidalgo, México. To know its impact in this crop we evaluated monthly in the period August 2013 to september 2014, incidence, intensity of damage and population dynamics in nine orchards of this region, in addition, the composition of Hymenoptera parasitoids associated weeds and analyzed, with In order to relate the diversity of these latter two components with damage caused by *H. mexicanus* and leaf-eating. *H. mexicanus* affected between 0-39% of branches (average of 18%) with an intensity of 0.45 and 7.42 orifices per branch, affecting 4.92% of the trees. The highest adult abundance occurred between december and April, a time that coincides with the dry season. Some of the main drivers of this pattern could be drought and pruning debris on orchards. The diversity of weeds and parasites not associated with the damage caused by these herbivores, however, it is important to study the bio-ecology of *H. mexicanus* and spatially analyze vegetation (gamma diversity) with the aim of promoting biological control strategies for conservation allow parasitoids perform their function (ecosystem services regulation), since the expansion of the crop could be causing the loss of biodiversity and changing the landscape context.

Key words: conservation biological control, ecosystem service, pest of olive, associate flora.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para mis estudios de maestría y al Colegio de Postgraduados por permitirme cumplir uno de mis anhelados objetivos.

Al Dr. Julio Sánchez por todo su apoyo incondicional y por sus enseñanzas, de igual manera al Dr. Carlos Castillejos. A los Drs. Remigio Guzmán, Refugio Lomelí, Armando Equihua, Gustavo Valverde y al MC. Jorge Váldez por su ayuda y asesoría.

Al Dr. Alejandro Panduro por su ayuda en la revisión y sus aportes a éste trabajo y al Dr. Samuel por formar parte de mi Consejo.

A los pobladores de El Olivo por su hospitalidad, en especial a Don Alfonso Hernández Tepetate, a Don Marcelo y a toda su familia por abrirme las puertas de su casa. A Don Salvador y a su esposa la Sra. Margarita por hacerme sentir como en casa. A Edgar Pioquinto por compartir su conocimiento y por su disposición. Así como también a Don Severiano, a su esposa Margarita, a Doña Julia, a Don Benito y a su linda esposa, a Don Guadalupe, a Doña Adela y a Doña Margarita Martínez Viñeda.

A Trini por facilitarme material de laboratorio y el espacio para hacer mis identificaciones y por sus palabras que iban llenas de alegría y risas.

A todos mis amigos víctimas de la explotación, que sin dudarlo y sacrificando sus fines de semana me acompañaron a campo: Eli y Karlita (UNAM), Lupita, Alicia, Xochitl, Jesús, Santos, Rosi, Boni, Elena, Alfredo, Elvia, Fer y a mi pequeña hermana Jaqueline.

A Alex, Yessi, Alberto, Estelí, Ceci, Mena y Sub por sus palabras de aliento y apoyo, aún con la distancia de por medio.

A Andrés, Bibis, Silvino y a todos aquellos que conocí en esta fase...

Y por último y no menos importante a mi familia, en especial a mi abuelita Rube por ser la mejor abuelita del mundo.

DEDICATORIA

A mi familia: porque por ellos he llegado hasta aquí
y a la pequeña Monse, por su linda sonrisa
que alegra mi corazón... LOS AMO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Producción de olivo (<i>Olea europaea</i> L.).....	4
2.2. Plagas de olivo	5
2.2.1. <i>Bactrocera oleae</i> Gmel (Diptera: Tephritidae).....	5
2.2.2. <i>Prays oleae</i> Bern (Lepidoptera: Plutellidae)	6
2.2.3. <i>Saissetia oleae</i> Olivier (Homoptera: Coccidae)	6
2.2.4. <i>Phloeotribus escarabaeoides</i> (Coleoptera: Scolytidae).....	7
2.2.5. <i>Hylesinus fraxini</i> (Coleoptera: Curculionidae).....	8
2.2.6. <i>Hylesinus toranio</i> (Coleoptera:Curculionidae).....	9
2.2.7. <i>Palpita (Margaronia) unionalis</i> (Lepidoptera: Pyralidae).....	9
2.3. Plagas de olivo en México	10
2.3.1. <i>Hylesinus mexicanus</i> (Wood).....	10
2.4. Servicios ecosistémicos	11
2.4.1. Servicios de suministro o abastecimiento.....	11
2.4.3. Servicios de regulación.....	12
2.5. El papel de la biodiversidad en los agroecosistemas y los servicios ecosistémicos de regulación que brinda	12
2.6. Prácticas que favorecen la obtención de servicios de regulación en los agroecosistemas.....	14
2.7. El control biológico por conservación en olivares	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Área de estudio.....	15
3.1.1. Caracterización de las huertas.....	16
3.2. Fase de Campo	18
3.2.1. Incidencia e intensidad de <i>Hylesinus mexicanus</i>	21
3.2.2. Daño por filófagos	21
3.2.3. Componente herbáceo	21
3.2.4. Himenópteros parasitoides	22
3.3. Identificación taxonómica.....	22
3.4. Variables climatológicas	23
3.5. Análisis de datos.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25

4.1. <i>Hylesinus mexicanus</i>	25
4.1.1. Incidencia de daño	25
4.1.2. Intensidad relativa de daño	25
4.1.3. Dinámica poblacional de <i>H. mexicanus</i>	28
4.2. Filófagos	30
4.3. Arvenses	32
4.4. Parasitoides	38
4.5. Relación arvenses-parasitoides- filófagos	40
5. CONCLUSIONES	42
6. LITERATURA CITADA	43
7. ANEXOS	50
Anexo 1. Especies de arvenses asociadas a huertas de olivo	50
Anexo 2. Himenópteros parasitoides asociados a huertas de olivo	54

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Datos de producción de Olivo en México para el año 2014.	4
Cuadro 2. Características de las huertas seleccionadas para análisis de diversidad de arvenses, himenópteros parasitoides, muestreo del daño de <i>Hylesinus mexicanus</i> y de filófagos, en la comunidad del Olivo en Ixmiquilpan, Hgo.	20
Cuadro 3. Índice de disimilitud de Jaccard en huertas de Olivo de acuerdo a la composición de arvenses, en la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hgo.	35
Cuadro 4. Coeficiente de Correlación Linear Simple y la probabilidad a partir de la cual hay diferencia estadística significativa (valor en negritas) de cuatro variables con respecto a la diversidad de parasitoides asociados a huertas de olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo.	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hembra de <i>Bactrocera oleae</i> ovipositando sobre una aceituna	6
Figura 2. <i>Adulto de Prays oleae</i>	6
Figura 3. <i>Saissetia oleae</i> sobre una rama de olivo.....	7
Figura 4. <i>Adulto de Phloeotribus scarabaeoides Bernard</i>	8
Figura 5. <i>Adulto de Hylesinus fraxini (Panzer, 1779)</i>	8
Figura 6. <i>Adulto de Hylesinus toranio (Danthoine)</i>	9
Figura 7. <i>Adulto de Palpita (Margaronia) unionalis</i>	10
Figura 8. <i>Hylesinus mexicanus (Wood)</i>	11
Figura 9 . Huerta de olivo de dos años, en la comunidad de El Olivo, en Ixmiquilpan, Hgo.	17
Figura 10. Plantación de olivo de 10 años, de la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hgo.	17

Figura 11. Ubicación de las huertas de <i>Olea europaea</i> L. en la comunidad del Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo.	19
Figura 12. Probabilidad de daño de <i>Hylesinus mexicanus</i> en huertas de olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo. México.	25
Figura 13. Daño acumulado de <i>Hylesinus mexicanus</i> (Wood) en árboles de olivo en nueve huertas de la comunidad del Olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo, México.	26
Figura 14. Distribución del daño de <i>Hylesinus mexicanus</i> en árboles de olivo de acuerdo a la orientación.	27
Figura 15. Número de adultos de <i>Hylesinus mexicanus</i> y su relación con la precipitación presente en el año de estudio, en huertas de <i>Olea europaea</i> L. en la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, México.	28
Figura 16. Parasitoide de adultos de <i>Hylesinus mexicanus</i> perteneciente a la familia Pteromalidae.	29
Figura 17. Daño en hojas por filófagos en huertas de olivo en la comunidad del Olivo, Ixmiquilpan Hidalgo, México.	30
Figura 18. Patrón de daño encontrado en hojas de olivo: a) daño similar al ocasionado por eriofidos, b) daño similar al de trips, c) hojas dañadas de los laterales sin afectar nervaduras, d) daño en ápice, e) patrones diferentes.	32
Figura 19. Porcentaje de himenópteros parasitoides asociados a huertas de Olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo, de acuerdo al lugar de colecta.	39
Figura 20. Índice de diversidad de Shannon de himenópteros parasitoides asociados a arvenses presentes en Huertas de Olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo.	39
Figura 21. Parasitoide de la familia Bethyridae.	54
Figura 22. Parasitoide de la familia Braconidae.	54
Figura 23. Parasitoide de la familia Scelionidae.	55
Figura 24. Parasitoide de la familia Chalcididae.	55
Figura 25. Parasitoide de la familia Encyrtidae.	56
Figura 26. Parasitoide de la familia Eulophidae.	56
Figura 27. Parasitoide de la familia Eurytomidae.	57
Figura 28. Parasitoide de la familia Figitidae.	57
Figura 29. Parasitoide de la familia Ichneumonidae.	58
Figura 30. Parasitoide de la familia Ichneumonidae.	58
Figura 31. Parasitoide de la familia Mymaridae.	59
Figura 32. Parasitoide de la familia Platygasteridae.	59
Figura 33. Parasitoide de la familia Pteromalidae.	60
Figura 34. Parasitoide de la familia Pteromalidae.	60
Figura 35. Parasitoide de la familia Scelionidae.	61
Figura 36. Parasitoide de la familia Signiphoridae.	61

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de aceituna se aproxima a los cinco millones de toneladas, de ellas, la mitad se dedica a la extracción de aceite y el resto, a la producción de aceituna de mesa, de la cual México contribuye con el 0.5% de la producción (COI, 2014), en una superficie aproximada de ocho mil ha.

Mundialmente se reconocen 255 especies de insectos que afectan al olivo (Campos, 2011), las cuales pueden provocar pérdidas de hasta el 30% (Quesada, *et al.* 2008). Los grupos de fitófagos más importantes son los Homópteros, seguidos de Coleópteros, Lepidópteros y Dípteros (Arambourg, 1986). Entre de los coleópteros también ordenados por importancia, destacan *Phloeotribus scarabaeoides* (Berdard), *Hylesinus fraxini* (Pancer), *Hylesinus torario* (Danthoine) (Holgado, 2007; Campos, 2011;) y, recientemente, ha sido agregado *Hylesinus mexicanus* (Wood) (Romero-Nápoles y Atkinson, 2012).

Este grupo de escolítidos construyen galerías de alimentación en ramas jóvenes productivas y galerías de reproducción en troncos y ramas gruesas de árboles debilitados (Benazoun, 1992; Campos, 2011 y Holgado, 2007), aunque *H. fraxini* es capaz de reproducirse en árboles vigorosos (Lozano y Campos, 1991 y 1993a).

Por la magnitud de sus daños, *P. scarabaeoides* se destaca sobre los demás porque reduce la producción hasta en 78% (González y Campos, 1994) y porque se reproduce sobre restos de poda (González y Campos, 1990).

Por su parte *Hylesinus mexicanus* fue descrito por Wood en 1956 (Robert y Gentili, 1996). Posteriormente, Equihua y Burgos (1993) documentaron su presencia en plantas

de *Ligustrum japonicum* Thunb (Oleaceae), especie exótica ornamental en la Cd. de México y, recientemente, Romero-Nápoles y Atkinson (2012) registraron tres nuevas hospederas de la familia oleaceae: *Forestiera angustifolia* Torr. y *F. pubescens* Nutt. en Texas y *Olea europaea* L. (olivo), en la comunidad de El Olivo del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, México.

Al respecto, la producción de olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo inició en 1960 (Sánchez 2012) y actualmente cubre 58 ha en producción y 147 ha de plantaciones nuevas que aún no producen (SIAP, 2014). Esas plantaciones presentan dos tipos de daño atribuibles a insectos: barrenaciones en ramas productivas y mordeduras en hojas jóvenes. El primero es causado por adultos de *H. mexicanus*; pero del segundo se desconoce al, o los agentes causales, por lo que aquí nos referimos a él como daño causado por filófagos.

Por su parte, la teoría ecológica menciona que cuando un insecto se convierte en “plaga” éste ha sido liberado de la acción de interferencia con su enemigo natural, se provoca un aumento poblacional, producto del establecimiento de un monocultivo y con ello una gran pérdida de biodiversidad (Nicholls, 2008).

Aunado a lo anterior y para vislumbrar la importancia de la biodiversidad sobre *H. mexicanus*, el objetivo de este trabajo fue evaluar la incidencia e intensidad de su daño, así como la dinámica poblacional de los adultos del barrenador, además de analizar la diversidad de arvenses e himenópteros parasitoides y relacionarla con la incidencia de estos fitófagos, en huertas de olivo de la comunidad de El Olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo, México.

Hipótesis

La presencia de arvenses en los agroecosistemas de olivo aumenta la abundancia de parasitoides, los que se encargan de regular las poblaciones de filófagos.

Objetivos

Relacionar la incidencia de *H. mexicanus* y filófagos con la presencia de arvenses y parasitoides en nueve huertas de olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Objetivos específicos

Monitorear la incidencia de *H. mexicanus* durante un año sobre las plantaciones de olivo.

Determinar la incidencia de filófagos sobre olivo durante un año.

Determinar la riqueza y diversidad de especies de arvenses presentes en huertas de olivo.

Determinar la abundancia de parasitoides asociados a huertas de olivo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Producción de olivo (*Olea europaea* L.)

La producción mundial de olivo se concentra en los países de la cuenca Mediterránea quienes cultivan el 98% del total, el continente americano aporta el 1.2%, Asia Oriental produce el 0.4% y el 0.4% restante se encuentra en Oceanía (Barranco, 2008).

Particularmente México tiene una superficie sembrada de Olivo de 8 560.95 ha con una producción de 9,992.42 t, concentrándose el 97% en Baja California, Sonora y Tamaulipas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de producción de Olivo en México para el año 2014.

Estado	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha ⁻¹)
Aguascalientes	1.00	1.00	2.00	1.07
Baja California	4,606.75	848.00	907.21	3.25
Baja California Sur	8.00	0.00	0.00	0.00
Sonora	1,589.00	1,589.00	4,447.80	2.8
Distrito Federal	3.00	0.50	0.750	1.75
Hidalgo	205.20	58.20	221.16	3.80
Chihuahua	2.00	0.00	0.00	0.00
Tamaulipas	2,100.00	1,100.00	4,400.00	4.00
Jalisco	27.00	27.00	13.50	0.50
Coahuila	15.00	0.00	0.00	0.00
total	8,560.95	3,623.7	9,992.42	1.71

Fuente: SIAP, 2014.

Así como la superficie sembrada ha aumentado, el consumo también, según datos del Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR, 2005) la tasa de crecimiento de consumo de aceite para el periodo 1994-95 fue de 16.7%, la cual es abastecida de las importaciones, por lo que la producción de olivo en México representa una gran alternativa comercial, ya que además tiene muy cerca a Estados Unidos, quien sólo abastece el 1% de su demanda (Musalem, 2001).

El olivo en Ixmiquilpan, Hgo.

Las primeras parcelas de olivo con fines comerciales en Ixmiquilpan se establecieron en 1960 (Sánchez, 2012). Sin embargo, fue hasta 1975 cuando se declaró que la zona era apta para éste cultivo, pero con riesgo de heladas y granizadas; resultado de un estudio realizado por Romero (1975) y fue hasta entonces cuando el gobierno mexicano a través de la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT) decide impulsar la producción de olivo en la región.

Dicho impulso y la buena adaptación del cultivo a la zona, propició que la superficie cultivada haya aumentado siete veces de 2011 a 2013 y éste año sigue aumentando. Actualmente el municipio cuenta con 205 ha productivas, con una producción de 221 t de aceituna, cuyo rendimiento promedio es de 3.8 t/ha (SIAP, 2014).

Dentro de las comunidades que producen olivo y que destaca por los procesos productivos y culturales que ha desarrollado en torno a éste se encuentra El Olivo; comunidad otomí con 373 habitantes y alto índice de marginación (CONAPO, 2010).

2.2. Plagas de olivo

Las plagas del olivo a nivel mundial, se clasifican en principales y secundarias, en el primer grupo encontramos a *Bactrocera oleae*, *Prays oleae* y *Saissetia oleae*, dentro de las secundarias está *Phloeotribus scarabeoides*, *Hylesinus toranio* y *Palpita (Margaronia) unionalis* (Barranco, et al. 2008; Castellar, 2011).

2.2.1. *Bactrocera oleae* Gmel (Diptera: Tephritidae)

La mosca del olivo, *B. oleae*, es la principal plaga de olivo en la mayoría de las regiones comerciales. La especie es abundante en la cuenca mediterránea y desde 2005 se reporta en California (EE.UU) y México (Nardi, et al. 2005). Los daños los causa la larva, la cual, al alimentarse de la pulpa del fruto va construyendo galerías con dirección al hueso, lo que merma la calidad del aceite y en el caso de las aceitunas para mesa, simplemente son desechadas (Campos, 2011) (Figura 1)



Figura 1. Hembra de *Bactrocera oleae* ovipositando sobre una aceituna
Fuente: californiaagriculture.ucanr.org

2.2.2. *Prays oleae* Bern (Lepidoptera: Plutellidae)

P. oleae conocida también como palomilla del olivo, se encuentra extendida en toda la región mediterránea, afectando la flor (generación antófaga), el fruto (generación carpófaga) y hojas (generación filófaga) del olivo (Guerrero, 2003). La generación que provoca el mayor daño es la que afecta el fruto ya que el desarrollo de la larva sobre este provoca su caída, causando pérdidas del 3% (Barranco *et al.*, 2008) (Figura 2).



Figura 2. Adulto de *Prays oleae*
Fuente: <http://pathpiva.wifeo.com/>

2.2.3. *Saissetia oleae* Olivier (Homoptera: Coccidae)

Los daños directos los causa tanto el adulto como la larva, quienes se alimentan de la savia del árbol provocando su debilitamiento (Guerrero, 2003) (Figura 3). *S. oleae* se asocia generalmente al hongo *Fumago salicina* (Perst) quien se alimenta de las excreciones del cóccido (Ibar, 1996), la proliferación de este causa una disminución en la fotosíntesis y respiración del árbol lo que provoca que las hojas se caigan y las ramas se sequen, pudiendo afectar la producción (Campos, 2011)



Figura 3. *Saissetia oleae* sobre una rama de olivo.

Fuente: <http://www.forestryimages.org/>

2.2.4. *Phloeotribus escarabaeoides* (Coleoptera: Scolytidae)

Este insecto está presente en la cuenca Mediterránea, el sur de Europa, Siria y Asia Menor (Barranco, *et al.* 2008). *El adulto* es color pardo-negruzco, cubierto de una pubescencia grisácea con una longitud de 2 a 3 mm, los tarsos y antenas son de color rojizo formados por tres artejos en forma de tridente (característico de la especie) (Ibar, 1996). El adulto ataca ramas de 1 a 3 años, afectando el desarrollo de los botones florales y por lo tanto la formación del fruto, ya que impide la circulación de la savia (González y Campos, 1990) (Figura 4Figura 4), con la capacidad de reducir el 78% de la producción (González y Campos, 1994).

Éste insecto se reproduce sobre madera cortada o en árboles débiles o enfermos (Campos, 2011).



Figura 4. Adulto de Phloeotribus scarabaeoides Bernard
Fuente: <http://www.naturamediterraneo.com/>

2.2.5. *Hylesinus fraxini* (Coleoptera: Curculionidae)

El adulto de *H. fraxini* se caracteriza por presentar escamas imbricadas de color blanco y pardo formando figuras asimétricas respecto al eje de sutura de los élitros (*Figura 5*) (Ibar, 1996). Genera el mayor daño en su fase de alimentación, la cual la hace sobre las ramas jóvenes de los árboles de olivo (Lozano y Campos, 1991; Lozano y Campos, 1993b).

El desarrollo larvario de esta especie se da en restos de poda almacenada, los cuales actúan como focos de infestación (Lozano y Campos, 1992).



Figura 5. Adulto de Hylesinus fraxini (Panzer, 1779).
Fuente: www.flickr.com

2.2.6. *Hylesinus toranio* (Coleoptera:Curculionidae)

También conocido como barrenillo negro del olivo, se encuentra distribuido en la zona Mediterránea, hasta zonas de Europa Septentrional (Oriente Medio y Dinamarca) (Barranco, *et al.* 2008). Los adultos presentan una coloración negra, cuya longitud va de 2.5 a 3.5 mm, con antenas y patas rojizas, las antenas terminan en forma de maza cónica lo que lo diferencia de otras especies, además presenta abundante pilosidad (Torres y Bueno, 2011) (Figura 6).

El adulto ataca las ramas productivas de un año de edad construyendo galerías longitudinales, ocasionando pérdidas en la producción ya que afecta yemas de fructificación e inflorescencias (Holgado, 2007).



Figura 6. Adulto de Hylesinus toranio (Danthoine)
Fuente: <http://www.microphoto.co.uk>

2.2.7. *Palpita (Margaronia) unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae).

Las larvas para desarrollarse necesitan alimentarse de hojas tiernas o flores, coincidiendo dicha fase de su ciclo biológico con los periodos de brotación del olivo para que pueda efectuar su desarrollo (Aguilera, *et al.* 1985).

Control para la palomilla de los brotes: *B. thuringiensis* al 0.1%, con mayor éxito en larvas medianas (Aguilera, *et al.* 1985)



Figura 7. Adulto de Palpita (Margaronia) unionalis
Fuente: www.pinterest.com

2.3. Plagas de olivo en México

Las plagas documentadas en Ensenada, Baja California (México), para el año 1999 eran la escama negra, y algunos trips que afectan en el período de floración. En esta misma fecha se reportó a *B. oleae* en huertas de los municipios de Tijuana, Tecate, Rosario y Ensenada en Baja California, procedente de Estados Unidos a través de California pasando por Los ángeles y San Diego (Musalem, 2001), y según Nardi *et al.* (2005), la población proviene del área Mediterránea. La presencia de la mosca del olivo en Ensenada provocó que se llegaran a realizar hasta 24 aplicaciones de insecticidas para su control (Anónimo, 2011).

2.3.1. *Hylesinus mexicanus* (Wood)

H. mexicanus fue descrito por Wood en 1956 (Robert y Genili 1996). Posteriormente, Equihua y Burgos (1993) documentaron su presencia en plantas de *Ligustrum japonicum* Thunb (Oleaceae), especie exótica ornamental en la Cd. de México y, recientemente, Romero-Nápoles y Atkinson (2012) registraron tres nuevas hospederas de la familia oleaceae: *Forestiera angustifolia* Torr. y *F. pubescens* Nutt. en Texas y *O. europaea* L. (olivo), en la comunidad de El Olivo del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, México.

Los productores del Ixmiquilpan perciben que éste insecto ocasiona daño a los árboles, sobre todo en época de estiaje, el cual consiste en pequeños orificios de 2 cm

de largo, teniendo preferencia sobre ramas jóvenes que por lo general son las productivas (Figura 8).



Figura 8. Hylesinus mexicanus (Wood)
Fuente: Romero y Atkinson, 2012

2.4. Servicios ecosistémicos

Se entiende por servicios ecosistémicos a aquellos bienes y procesos que brinda la naturaleza al hombre para mejorar su calidad de vida (Balvanera, 2012; Pérez y Marasas, 2013).

Los autores antes citados distinguen tres tipos de servicios: de suministro o abastecimiento, los culturales y los de regulación, que a continuación se describen.

2.4.1. Servicios de suministro o abastecimiento

Los servicios de suministro o abastecimiento son todos aquellos que obtenemos directamente de la naturaleza, como es la variedad de plantas, animales y microorganismos, los cuales son fuentes alimenticias, energéticas, medicinales, etc. Una identificación de tales servicios en la región, fue documentada en el estudio realizado por Sánchez (2012) quien encontró 121 especies de plantas asociadas a huertas de olivo, de las cuales 63 son de uso medicinal, 45 comestibles, 43 sirven de alimento para animales, 25 son de uso ornamental, 24 sirven para construir herramientas, 11 para construcción y 7 sirven como combustible. Además este agroecosistema brinda otra fuente alimenticia constituida por *Thasus gigas*, un insecto, el cual se consume en salsa (Mendoza, *et al.* 2010).

2.4.2. Servicios culturales

Los servicios culturales se describen como aquellos bienes tangibles e intangibles producto de la cosmovisión de los humanos, por mencionar algunos, ubicamos a los servicios de recreación y estéticos que son base del agroecoturismo, entre otros.

2.4.3. Servicios de regulación

Los servicios de regulación se caracterizan por tener un valor funcional clave en las interacciones ecológicas y se consideran como tales a aquellos que aseguran un orden en los ecosistemas basándose en la biodiversidad.

Entre estos se encuentran los servicios de regulación climática, hidrológica, de erosión, los cuales permiten regular la temperatura, la recarga de los mantos acuíferos, y evitan deslaves, respectivamente.

En el ámbito agrícola estos servicios están vinculados al mantenimiento del agroecosistema. Entre los cuales están: los servicios de mejoramiento del suelo, servicios de protección del cultivo ante inclemencias climáticas, servicios de polinización y servicios de control de malezas, enfermedades y plagas (redes tróficas). Un mal manejo provocaría la pérdida de estos servicios y en consecuencia la sustentabilidad articulada a la biodiversidad se vería afectada.

2.5. El papel de la biodiversidad en los agroecosistemas y los servicios ecosistémicos de regulación que brinda

Los agroecosistemas son ecosistemas modificados con fines de producción agrícola, con propiedades emergentes que son el resultado de la interacción de sus partes en cada nivel de organización del sistema que incluye un complejo de entradas y salidas (Gliessman, 2002). La importancia de mantener o restaurar la diversidad en los agroecosistemas radica en que esta brinda una serie de servicios ecológicos o de regulación (Altieri y Nicholls, 2000), funcionando como una barrera que dificulta el intento de colonización de especies invasivas, en el caso de insectos (Letourneau, 2006).

Para que un agroecosistema sea productivo, estable y sostenible depende de la biodiversidad que lo compone, la cual se encarga de ofrecer una gama de servicios ecosistémicos y procesos de renovación que contribuyen a mantener el sistema en equilibrio (Perfecto, *et al.* 2010), cuya disminución desencadena una serie de procesos que afecta la capacidad del ecosistema en la regulación de plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2000).

Dicha biodiversidad empieza desde el manejo del suelo, y un manejo inadecuado puede causar degradación biológica, lo que provoca una reducción de la diversidad, afectando la actividad de los microorganismos allí presentes, los cuales, actúan en el reciclaje de nutrientes y en el control de plagas y enfermedades (Alonso y Guzmán, 2004), es decir, mientras la diversidad se mantenga no habrá un incremento de la población que se sitúa en los niveles tróficos subsecuentes (Altieri y Nicholls, 2010).

Asimismo, las interacciones presentes en los agroecosistemas son gestionados por la biodiversidad, que por conocimiento milenario, la “cultura rural” ha fomentado (Sánchez, 2004b). Al respecto, Sans (2007) menciona que los agroecosistemas más diversos por lo general están relacionados con un manejo ecológico o tradicional quienes naturalmente hacen una gestión de dicha diversidad.

La agricultura tradicional tiene una base de principios ecológicos que le confieren a los agroecosistemas resiliencia (capacidad de recuperación ante un evento de perturbación), lo cual está dado por los elementos que la componen, entre los que destacan las “taxonomías biológicas folklóricas”, la tipología de los cultivos que hace más eficiente la producción, entre otros. Dichos principios ecológicos sirven como base para diseñar agroecosistemas sustentables (Altieri, 1991).

La sustentabilidad de un agroecosistema se basa en la similitud de su estructura y función que tiene con los ecosistemas naturales al que pertenece (Gliessman, 2002). Alonso y Guzmán (2004), mencionan que la sustentabilidad es un concepto dinámico que se compone de atributos que pueden utilizarse como elementos de decisión en el diseño de agroecosistemas.

2.6. Prácticas que favorecen la obtención de servicios de regulación en los agroecosistemas

Entre las prácticas que fomentan la biodiversidad y por lo tanto regulan los procesos en los agroecosistemas, están la rotación y asociación de cultivos, las coberturas vegetales, la eliminación del uso de agroquímicos, la presencia de especies vegetales espontáneas dentro del cultivo (arvenses) y a manera de corredores biológicos (Pérez y Marasas, 2013).

Letourneau (2006) menciona que la vegetación espontánea aumenta la diversidad faunística así como el potencial de los servicios ecosistémicos y que la presencia de cubierta vegetal y otros desechos orgánicos que se incorporan al suelo influyen de manera positiva sobre la red trófica del suelo, la cual afecta de manera indirecta la cadena alimenticia por encima del suelo.

Por su parte Silva-Aparicio, *et al.* (2003) mencionan que la presencia de arvenses en el cultivo de maíz, influye en la riqueza y abundancia de depredadores. Además, si se tiene un adecuado manejo de las arvenses, se permite una convivencia sana entre insectos y producción (Blanco y Leyva, 2009).

En el caso de la vegetación adyacente, Miliczky y Horton (2005) observaron que la población de parasitoides y arañas se ve más afectada por la distancia de la vegetación adyacente a las parcelas de cultivo, siendo menos abundantes cuando la distancia es mayor, estos mismos autores mencionan que los huertos adyacentes a las áreas cultivadas, relativamente inalteradas y con una alta proporción de especies de plantas nativas, pueden experimentar mayores niveles de control biológico de huertos rodeados de otros huertos, otra tierra de cultivo, o la tierra de otro modo altamente perturbados, ya que la vegetación adyacente actúa como fuente de enemigos naturales para los sistemas agrícolas.

Atieri y Nicholls (2010), mencionan una serie de elementos a tener en cuenta para el diseño de los agroecosistemas en cuanto al manejo vegetal que nos permitan mantener los servicios ecosistémicos: (1) el arreglo del cultivo en tiempo y espacio, (2) la composición y abundancia de la vegetación no cultivada dentro y alrededor de los

campos, (3) el tipo de suelo, (4) el medio circundante, y (5) el tipo e intensidad del manejo. Además, considerar los beneficios productivos obtenidos por un manejo que valore los servicios de regulación puede mejorar la situación tanto productiva como socio-ambiental de los agricultores y su entorno (Pérez y Marasas, 2013).

2.7. El control biológico por conservación en olivares

El control biológico por conservación consiste en acondicionar el hábitat para ofrecerles a los artrópodos las mejores condiciones para que permanezcan en el agroecosistema (Paredes, *et al.* 2013), así un aumento en la riqueza de especies llevaría al control biológico más eficaz si los diferentes enemigos naturales se complementan entre sí, ya sea por efecto aditivo o sinérgico (Letourneau y Bothwell, 2008).

Entre los elementos que permiten mantener a insectos benéficos en el agroecosistema, se encuentra la composición herbácea. En el caso de los olivares, Sánchez (2014a) menciona que los campos de olivo en la región mediterránea conservan gran parte de la estructura original conservando así 536 contra 172 especies presentes en frutales de regadío.

Éste factor permite mantener la abundancia de parasitoides en las fincas de olivo, lo cual contribuye a la estabilidad dentro de ellas (Alonso y Guzmán, 2004; Paredes, *et al.* 2013), sin embargo, Paredes (2014), menciona que la cubierta vegetal en comparación con el suelo desnudo, no explica la abundancia de plagas como *Bactrocera oleae*, *Prays oleae* y *Euphyllra olivina* en los olivares, si no, que los factores relacionados más directamente fueron las condiciones propias de la parcela, las condiciones ambientales a través del tiempo y el contexto paisajístico y es en este nivel donde las actividades humanas tienen mayor impacto por la fragmentación y cambio de comunidades (Gonzalo y Moreno, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, ubicada en las coordenadas geográficas 20°36'41" N y 99°10'45" W a 2000 m de altitud, con precipitación total anual de 352 mm (SMN 2010); clima seco semi-cálido BShw"(w)(e)g, con temperatura media anual de 18.3°C; temperatura del mes más frío inferior a los 18° C, el invierno es la estación más seca (García, 1973). El tipo de suelo es Rendzina (E/2), arcilloso y poco profundo (<25 cm), con roca caliza subyacente y una capa superficial fértil y rica en materia orgánica (INEGI, 2005). El tipo de vegetación presente es matorral xerófilo, compuesto principalmente por *Agave lechuguilla* Torr., *Prosopis leavigata* (Humb. Et Bonpl. Ex Willd), *Mimosa spp.* y *Acacia spp.* (Miranda y Hernández, 1963) y *Flourensia resinosa* (Brandege).

3.1.1. Caracterización de las huertas

Las variedades usadas para la producción de olivo en esta zona son manzanilla con 90%, arbequina con 7%, cornicabra con 2%, y de otras 1%, asimismo, la edad de la plantación varía de uno a doce años. La fertilización se hace una vez al año con cantidades variables de estiércol de borrego; se realiza poda de formación y/o saneamiento en noviembre, los deshierbes se hacen manualmente quitando la vegetación presente bajo el dosel del árbol aflojando la tierra y construyendo un rodete (en un radio de un metro aproximadamente del tronco), además se construyen barreras de piedra entre las hileras de los árboles que sirven para retener agua y suelo (Figura 9 y 10).



Figura 9 . Huerta de olivo de dos años, en la comunidad de El Olivo, en Ixmiquilpan, Hgo.



Figura 10. Plantación de olivo de 10 años, de la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hgo.

3.2. Fase de Campo

El estudio tuvo una duración de un año, de septiembre de 2013 a agosto de 2014. Se seleccionaron nueve huertas de olivo ubicadas en distintos puntos de la comunidad (Figura 11). Para la caracterización de las huertas se hicieron encuestas que se aplicaron a los productores durante las visitas de campo cuyas características generales se resumen en el Cuadro 2.

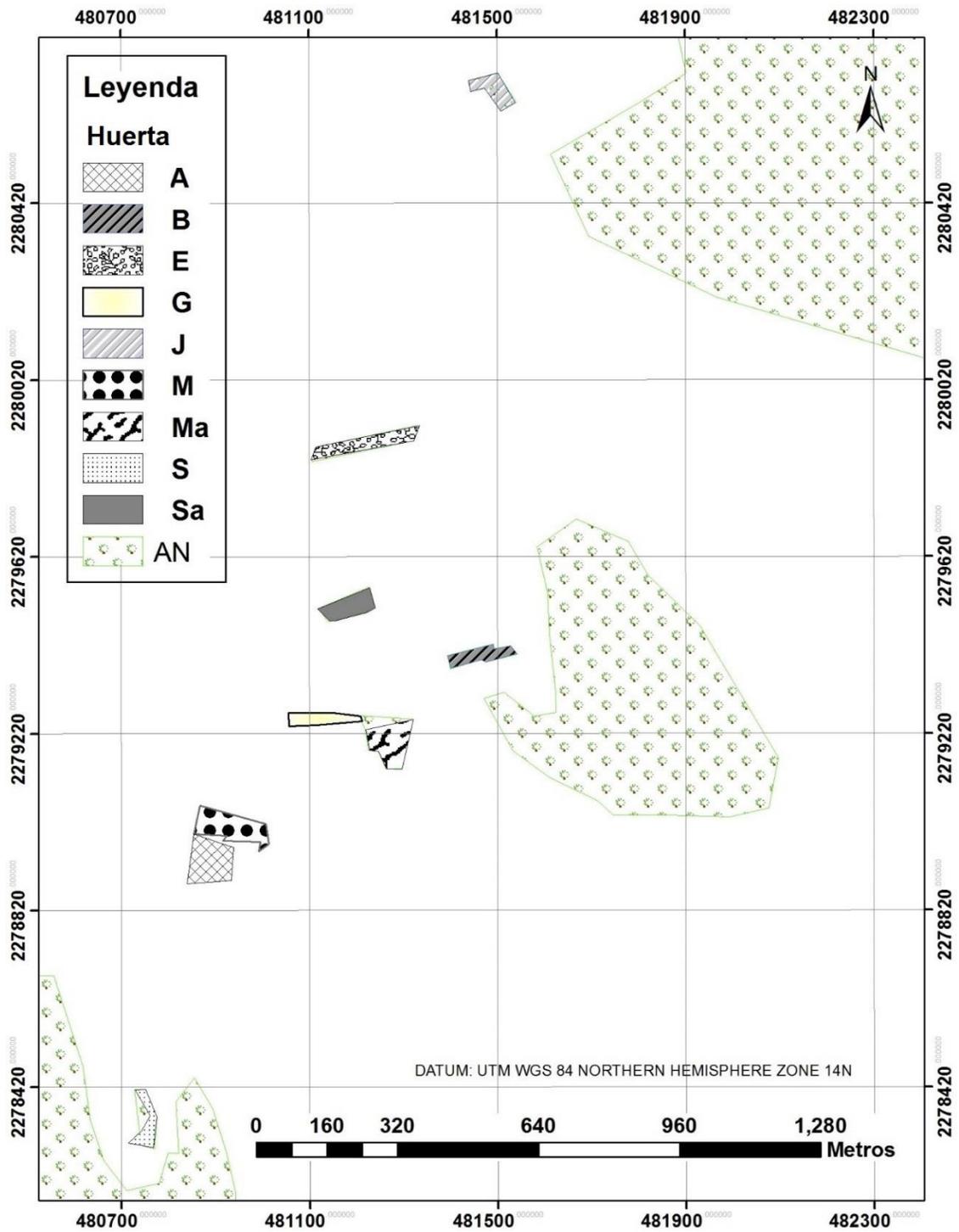


Figura 11. Ubicación de las huertas de *Olea europaea* L. en la comunidad del Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo.

Para distinguir a las huertas, se les asignó la letra que corresponde a la inicial del nombre del productor, en dónde, A= Adela, B= Benito, E= Edgar, G= Guadalupe, J= Julia, M= Marcelo, Ma= Margarita, S= Severiano y Sa= Salvador. AN= Área de Vegetación Natural

Cuadro 2. Características de las huertas seleccionadas para análisis de diversidad de arvenses, himenópteros parasitoides, muestreo del daño de *Hylesinus mexicanus* y de filófagos, en la comunidad del Olivo en Ixmiquilpan, Hgo.

Huertas	superficie (ha)	Edad de la plantación (años)	Plantas por ha	Deshierbe (época y método)	Riego		Colindancia	Podas
					Cantidad (L)	Frecuencia (d)		
B	0.75	12	130	lluvias/ desbrozadora y machete	60	20	AVN*	no
A	1	12	230	lluvias/ desbrozadora y machete	95	30	Huertas	si
Ma	1.5	10	230	sólo rodete	40	8	Huertas	si
G	1	14	180	lluvias/ desbrozadora y machete	60	30	Huertas	si
Sa	0.7	14	120	lluvias/ machete y quema los restos	50	30	Huertas	si
M	1.25	13	240	Tres veces al año/acolchados y desbrozadora	32	8	Huertas	si
J	0.5	4	200	lluvias/desbrozadora y machete	40	30	AN	no
S	1.25	14	160	sólo rodete	40	15	AN	si
E	1.2	12	210	lluvias/ desbrozadora y machete	45	20	Huertas	si

Para distinguir a las huertas, se les asignó la letra que corresponde a la inicial del nombre del productor, en dónde, A= Adela, B= Benito, E= Edgar, G= Guadalupe, J= Julia, M= Marcelo, Ma= Margarita, S= Severiano y Sa= Salvador. AN= Área de Vegetación Natural

Durante esta fase se monitoreo la incidencia de *H. mexicanus*, de filófagos y se colectó la flora y los parasitoides presentes en huertas de olivo.

3.2.1. Incidencia e intensidad de *Hylesinus mexicanus*

Los muestreos para determinar la incidencia e intensidad de *H. mexicanus* se realizaron mensualmente de septiembre de 2013 hasta agosto de 2014, seleccionando al azar el 10% de la población total de olivos por parcela, registrándose el número de orificios provocados por dicho insecto en dos ramas de 0.5 a 1 cm de diámetro ubicadas en cada uno de los puntos cardinales (N, S, E y W), para un total de ocho ramas por árbol revisado. Las ramas dañadas fueron cortadas para buscar en las galerías al insecto, con el propósito de recuperar posibles parasitoides. Los parasitoides emergidos se conservaron en alcohol al 70% para su posterior identificación.

3.2.2. Daño por filófagos

A los mismos árboles muestreados para el daño de *H. mexicanus* se les contabilizó el daño realizado por filófagos (insectos que se alimentan de hojas); para esto se eligieron dos brotes de 15-20 cm de longitud en cada punto cardinal y se les contó el número de hojas y de ellas las dañadas. Posteriormente, a una muestra de hojas dañadas se les tomaron fotografías para hacer una caracterización de los daños.

3.2.3. Componente herbáceo

Para la determinación de diversidad de arvenses en cada una de las nueve parcelas, se muestreo una vez por estación del año, lanzando en cada ocasión un marco de madera de 0.25m² sobre la base de un árbol de olivo, en un radio no mayor a dos metros del tronco, registrándose el número de especies encontradas, número de individuos por especie y cobertura. El muestreo se hizo al azar tomando el 10% de la población total de olivos por parcela.

3.2.4. Himenópteros parasitoides

Para la obtención de la diversidad de parasitoides, en cada parcela se establecieron cinco puntos de captura, uno en cada extremo y uno en el centro, en los que se golpeó con una red entomológica firmemente la vegetación en 20 ocasiones por punto. Por otra parte y considerando que la vegetación herbácea fue escasa en los meses de marzo a agosto debido en parte a la temporada seca y por el deshierbe, lo que provocó una disminución de ejemplares en la colecta, se sumó el uso de una aspiradora de gasolina de dos ciclos marca Ryobly® para coleccionar los especímenes presentes en el follaje de los árboles de olivo. Para esto se siguió el mismo método de muestreo que se usó en la captura de los parasitoides (cinco de oros), se escogieron 10 árboles por parcela (dos por punto), y cada uno de ellos fueron aspirados durante un minuto.

El material coleccionado se guardó en bolsas Ziploc® debidamente etiquetado (nombre de parcela y fecha) y se vertió alcohol al 70% para conservar a los especímenes, posteriormente se transportaron al laboratorio.

3.3. Identificación taxonómica

Las arvenses coleccionadas se compararon con la colecta de Sánchez (2012) quien realizó un estudio etnobotánico en la región y en algunas huertas que también se estudiaron en esta investigación. Las especies que no se tenían en la colección fueron determinadas a nivel de especie por el Dr. Carlos Castillejos Cruz, encargado de la colección botánica de la FES-Zaragoza de la UNAM.

Para el caso de los insectos coleccionados en las muestras, se seleccionaron sólo a los himenópteros parasitoides, los cuales en su preparación para su identificación se colocaron en alcohol al 70 y 80% durante 10 minutos, después se introdujeron por 3 a 8 horas en acetato de etilo, posteriormente se colocaron en alfileres entomológicos usando triángulos de papel y pegamento líquido, para facilitar la manipulación e identificación y

su posterior resguardo en la colección de insectos de control biológico a cargo del Dr. Refugio Lomelí Flores en el Posgrado de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados.

Para la identificación hasta familia de parasitoides se consultó la guía de Fernandez y Sharkey (2006) y Borror (2005). Las observaciones se realizaron con ayuda de un estereomicroscopio marca VELAB® modelo S4.

3.4. Variables climatológicas

Se obtuvo la información de cuatro variables climatológicas de la estación meteorológica del INIFAP situada en el municipio de Ixmiquilpan, Hgo, correspondientes al período de muestreo.

3.5. Análisis de datos

Regresión logística: La probabilidad de daño de *H. mexicanus* se calculó utilizando un análisis de regresión logística, el cual permite estudiar la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno analizando el efecto de algunos factores o covariables sobre éste, bajo el siguiente modelo;

$$\log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde; $\log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right)$ es el “logit” de la probabilidad de daño, log es logaritmo, π es la probabilidad de ocurrencia de daño, β_0 es una constante ($X=0$) y β_1 es la tasa con que un cambio unitario en x afecta el “logit” de la probabilidad de daño.

Éste análisis se realizó con el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2008). Y mediante una chi-cuadrada se comparó la incidencia por pares de parcelas para determinar si había diferencia estadística entre ellas.

Promedio acumulado: se calculó el promedio acumulado mensual de orificios de alimentación de *H. mexicanus* en ramas como indicador de la intensidad del daño

ANOVA: Al daño hecho por filófagos se analizó mediante un ANOVA y comparaciones múltiples de Tukey con $P = 0.05$ empleando el programa SAS 9.1 (Statistical Analysis Software).

Índice de diversidad de Shannon-Weiner (H'): se utilizó para calcular la diversidad de especies, tanto de arvenses como de parasitoides en cada parcela, cuya fórmula es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

Donde; p_i es la proporción de individuos encontrados en la i ésima especie, el cálculo se hace utilizando el logaritmo natural.

Este índice y la diferencia estadística significativa ($\alpha = 0.05$) entre parcelas se calculó con el programa Species Diversity and Richness 4.1.2, el cual usa la prueba de aleatorización propuesta por Solow (1993).

Para asignar una interpretación al valor de la diversidad obtenido, se utilizó la escala de Ramírez (2006), quien propone cinco condiciones: 0-1 muy baja, >1-1.8 baja, >1.8-2.1 media, >2.1 a 2.3 alta y >2.3 muy alta.

Índice de disimilitud de Jaccard: éste índice se utilizó para observar la disimilitud entre parcelas de acuerdo a la composición de herbáceas, el cual hace agrupaciones de acuerdo a datos de presencia y ausencia, cuyo valor varía de 1 a 0, donde 1 indica nula similitud entre componentes, y su fórmula es la siguiente:

$$J = \left(\frac{c}{a + b + c} \right)$$

Dónde a = especies presentes en la huerta A, b = especies presentes en la huerta B y c = especies comunes en ambas huertas.

El análisis de agrupamiento de arvenses basado en el índice de disimilitud de Jaccard se calculó con el programa R 3.1.3. mediante el paquete vegan.

Correlación de Pearson: para analizar la relación que había entre el daño por *H. mexicanus* y filófagos y la diversidad de parasitoides y arvenses se hizo un análisis de correlación de Pearson, con el programa SAS 9.1. usando las estaciones como repeticiones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. *Hylesinus mexicanus*

4.1.1. Incidencia de daño

La incidencia del daño de *H. mexicanus* mostró valores entre 0 y 39%, presentando diferencias significativas ($P \leq 0.05$) (Figura 12) entre huertas. Durante todo el período de estudio, se muestrearon 7 904 ramas, de las cuales, el 18% presentó al menos un orificio ocasionado por *H. mexicanus*.

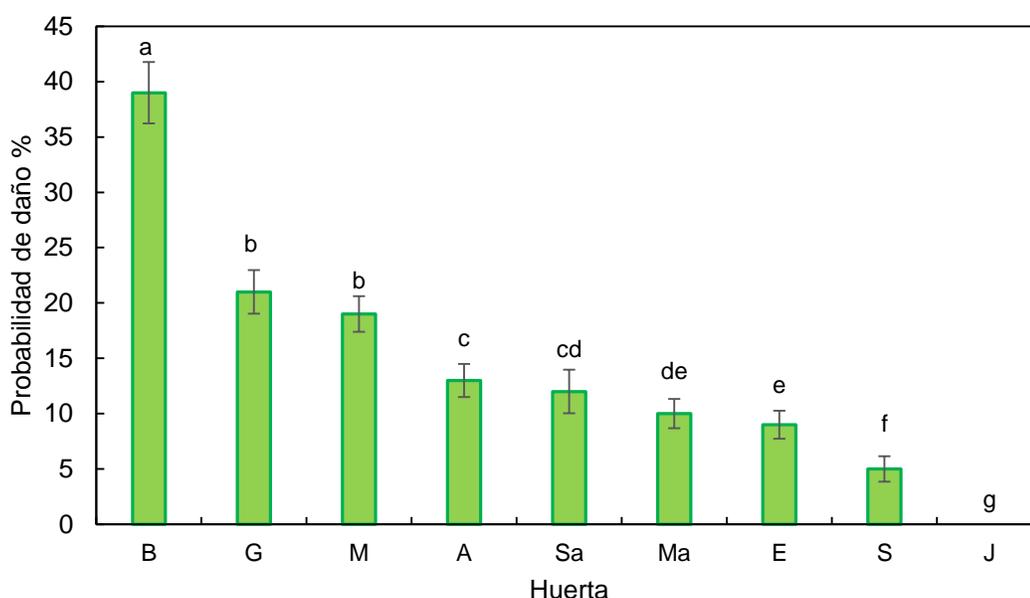


Figura 12. Probabilidad de daño de *Hylesinus mexicanus* en huertas de olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo. México.

Las barras verticales representan los intervalos de confianza (95%) y las letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) obtenida mediante una chi-cuadrada.

4.1.2. Intensidad relativa de daño

El daño, estimado como el promedio acumulado de orificios de alimentación, presentó valores de entre 0.45 y 7.42 orificios/rama (Figura 13), afectando al 4.92 % de los árboles. Ordenadas por la intensidad del daño acumulado, las parcelas asumen el mismo orden que cuando se ordenaron por la probabilidad de daño (Figura 12) puesto que ambas variables son expresiones del mismo fenómeno: la abundancia de *H. mexicanus* en las parcelas.

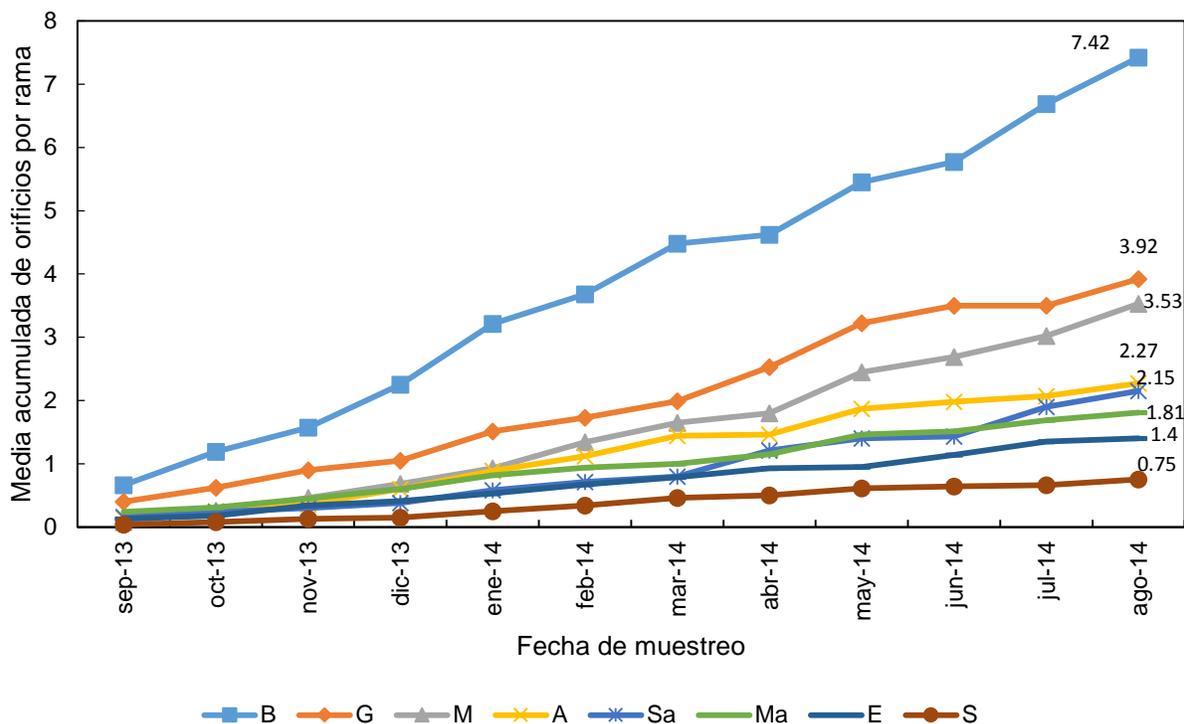


Figura 13. Daño acumulado de *Hylesinus mexicanus* (Wood) en árboles de olivo en nueve huertas de la comunidad del Olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo, México. Huertas: A= Adela, B= Benito, E= Edgar, G= Guadalupe, J= Julia, M= Marcelo, Ma= Margarita, Sa= Salvador y S= Severiano.

La huerta más intensamente dañada fue la B, en la cual se observaron hasta 7 orificios por rama y la mayoría de los árboles afectados estaban ubicados en la zona más seca, caracterizada por tener suelo desnudo, mayor pendiente, pedregosidad y exposición al sol (cara sureste de una loma).

Lo anterior coincide con las observaciones de González y Campos (1990) sobre *P. scaraboides* quien prefiere alimentarse de ramas deshidratadas o con flujo escaso de savia, además de ser atraído por etileno (González, *et al.* 1996), fitohormona presente en plantas sometidas a estrés por sequía (Salisbury y Ross, 1992).

Es posible también que *H. mexicanus* tenga el mismo patrón de ataque descrito para otros escolítidos, quienes hacen un primer ataque de manera azarosa y, si el árbol es débil se logra la colonización por un primer grupo de insectos que atrae a nuevos individuos (Rudinsky, 1962).

De acuerdo con las observaciones de campo, el manejo de los restos de poda influye en la incidencia e intensidad del daño por *H. mexicanus*. Se observó que en una de las huertas con más daño, la mayoría de los árboles atacados estaban en la colindancia con otra huerta, no incluida en el estudio, cuyos restos de poda fueron dejados en la colindancia. Se estima que en esa circunstancia, los adultos pudieron salir de las galerías conforme las ramas se deshidrataban y buscar nuevas ramas en los árboles para seguirse alimentando, por lo que se considera que esta práctica influye en la incidencia de daño de *H. mexicanus*, de manera similar a lo observado por González y Campos (1988 y 1990) en *P. scarabaeoides*.

La orientación cardinal no influyó en la incidencia del daño. De todas las ramas dañadas, el 28.6% estaba en la orientación oeste; el 27.1%, en el sur; el 22.6%, en el este y; el 21.7%, en el norte (Figura 14), sin que hubiera diferencia significativa entre ellas. En caso de *H. fraxini*, Lozano y Campos (1993b) observaron mayor daño por el norte (39.8%), atribuido a la menor insolación y temperatura

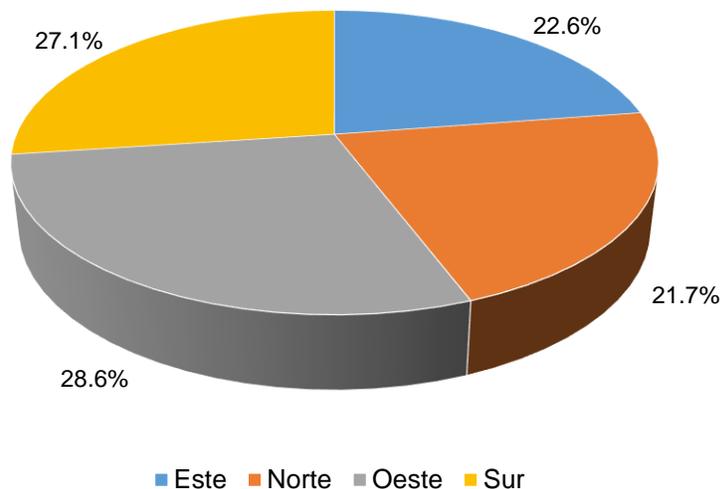


Figura 14. Distribución del daño de *Hylesinus mexicanus* en árboles de olivo de acuerdo a la orientación.

Los productores del lugar perciben que la incidencia del barrenador aumenta en época de estiaje y afecta a arboles sometidos a estrés por sequía, sin embargo, también

se ha observado alimentándose de árboles pequeños con ramas vigorosas y reproduciéndose en troncos gruesos y árboles vigorosos.

4.1.3. Dinámica poblacional de *H. mexicanus*

Se observó un periodo de mayor abundancia de adultos de *H. mexicanus* entre diciembre y abril, con una breve disminución en febrero. Luego, un periodo de menor abundancia entre mayo y agosto y, finalmente, un periodo de completa ausencia en septiembre y octubre (Figura 15). Todo el periodo de abundancia coincidió con la época seca y, la completa ausencia, con la mayor precipitación (Figura 15).

Al respecto, González y Campos (1990), mencionan que la temperatura juega un papel fundamental en *P. scaraboides*, escolítido que provoca daños muy similares a *H. mexicanus*, ya que a temperaturas mayores a 17° inicia con la galerías de reproducción y su desplazamiento sobre el árbol depende del fotoperiodo, ya que conforme las horas luz disminuyen se dirige a ramas más gruesas en dónde pasa el invierno. Así mismo Lozano y Campos (1993b) aluden que la temperatura es el único estímulo para que *H. fraxini* empiece con las galerías de reproducción, lo que lo obliga a alejarse de los árboles vivos de olivo, dirigiéndose a los restos de poda dónde lleva a cabo su reproducción.

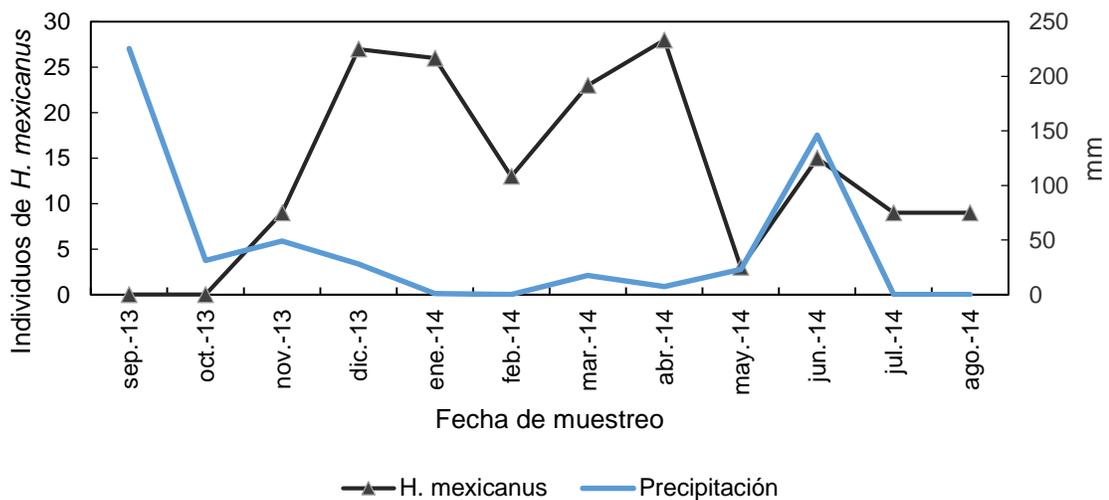


Figura 15. Número de adultos de *Hylesinus mexicanus* y su relación con la precipitación presente en el año de estudio, en huertas de *Olea europaea* L. en la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, México.

La asociación entre daño de *H. mexicanus* con y el estrés por sequía se apoya en las siguientes evidencias. 1) relación de la precipitación con la dinámica poblacional (Figura 15). 2) la circunstancia de mayor incidencia en la huerta B, descrita anteriormente; 3) la percepción de los agricultores, producto de su experiencia y observación que han desarrollado a través de los años, señalando que el daño ocurre en plantas con falta de riego y; 4) la semejanza de lo observado en nuestro estudio con lo observado por González y Campos (1988, 1990 y 1994) para *P. scarabaeoides*.

Cabe resaltar que se encontró un parasitoide de la familia Pteromalidae parasitando en estado adulto a *H. mexicanus* en los meses de enero, abril y mayo (Figura 16), también se encontró casi durante todo el año, en las ramas, insectos de *H. mexicanus* con orificios causados por la emergencia de parasitoides. En la literatura se reportan parasitoides de larvas pero no de adultos en especies que provocan un daño similar en olivo como: *H. toranio* (Holgado, 2007), *P. scarabaeoides* (González y Campos, 1991) y *H. fraxini* (Lozano, 1993).



Figura 16. Parasitoide de adultos de *Hylesinus mexicanus* perteneciente a la familia Pteromalidae.

4.2. Filófagos

Todas las huertas tuvieron algún nivel de daño de este tipo, el cual alcanzó valores entre 4.1 y 13.2% de las hojas de cada brote (Figura 17). La tipificación de los daños por filófagos indica que el 32% de las hojas dañadas tuvieron pérdida de tejido en uno o ambos lados de la nervadura central, sin lesionar a ésta; el 26% presentó pérdida de tejido en el ápice cortes en el ápice y; el 10% tuvo daños parecidos a los reportados por Barranco *et al.* (2008) atribuidos, en su caso, a eriófidos y trips. En promedio, cada hoja perdió el 7% de su superficie, por lo que la pérdida total de follaje en los árboles de la parcela con mayor daño fue 0.92%, lo cual se considera irrelevante. Cabe mencionar que no se encontró al agente causal de los daños.

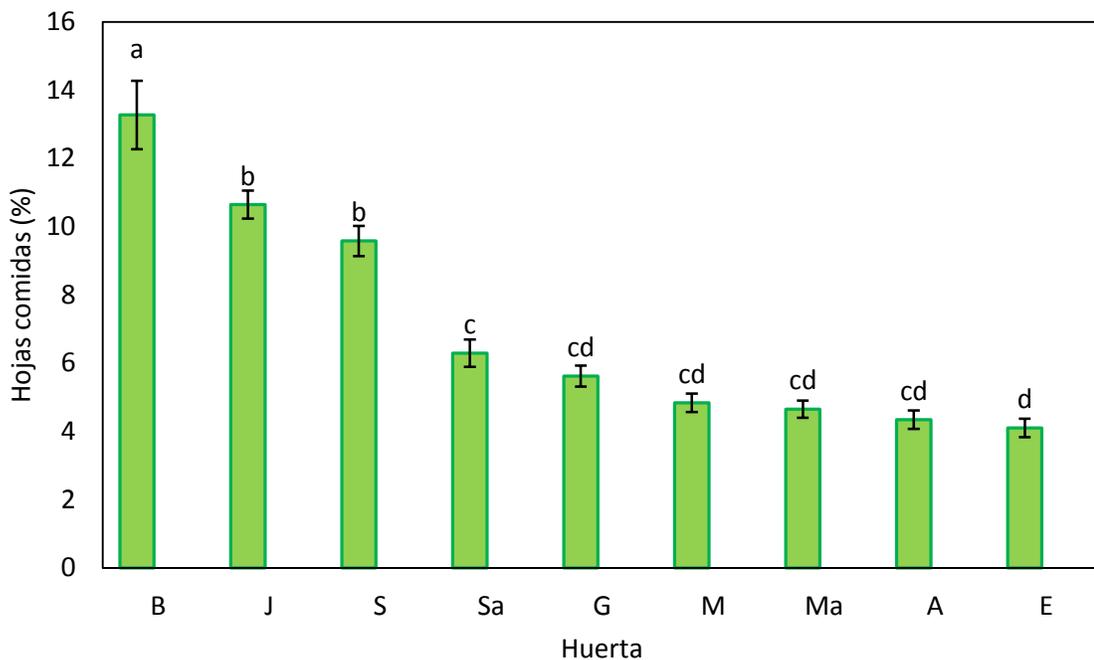


Figura 17. Daño en hojas por filófagos en huertas de olivo en la comunidad del Olivo, Ixmiquilpan Hidalgo, México.

* Letras diferentes indican diferencia significativa con un $\alpha=0.05$. Las barras verticales indican el error estándar

La diferencia en daño entre las huertas pareciera estar relacionada con la cantidad de árboles jóvenes que la componen, ya que la huerta B y S tiene aproximadamente un 20 y 40% de árboles pequeños, respectivamente, en comparación con el resto de las huertas cuya plantación se compone de árboles de la misma edad.

Se agrupó a las hojas dañadas respecto al patrón de daño, obteniendo cinco grupos, el primero y segundo presentaron daños parecidos al causado por eriofidos, y trips (Figura 18 a y b, respectivamente) (Barranco *et al.*, 2008), que en conjunto se calcula que fue el 10% las hojas que presentaron este tipo de daños. Un 32% fueron hojas dañadas de los lados laterales sin afectar la nervadura principal (Figura 18c), 26% presentó mordeduras en el ápice de la hoja (Figura 18d), y el resto presentó patrones diferentes (Figura 18e).

En la huerta J toda la plantación se compone por árboles de cuatro años de edad, en donde las hojas predominantes son hojas jóvenes. Al respecto Coley (1990), menciona que las hojas jóvenes sufren 10 veces más daño respecto a las hojas maduras, lo cual puede explicar la diferencia en daño entre parcelas relacionada con la edad de los árboles.

De los insectos reportados que causan daño a las hojas, se encuentra la polilla del Jazmín (*Palpita (Margaronia) unionalis*), la cual según Campos (2011), solo un número elevado de larvas de este insecto puede causar daños preocupantes.

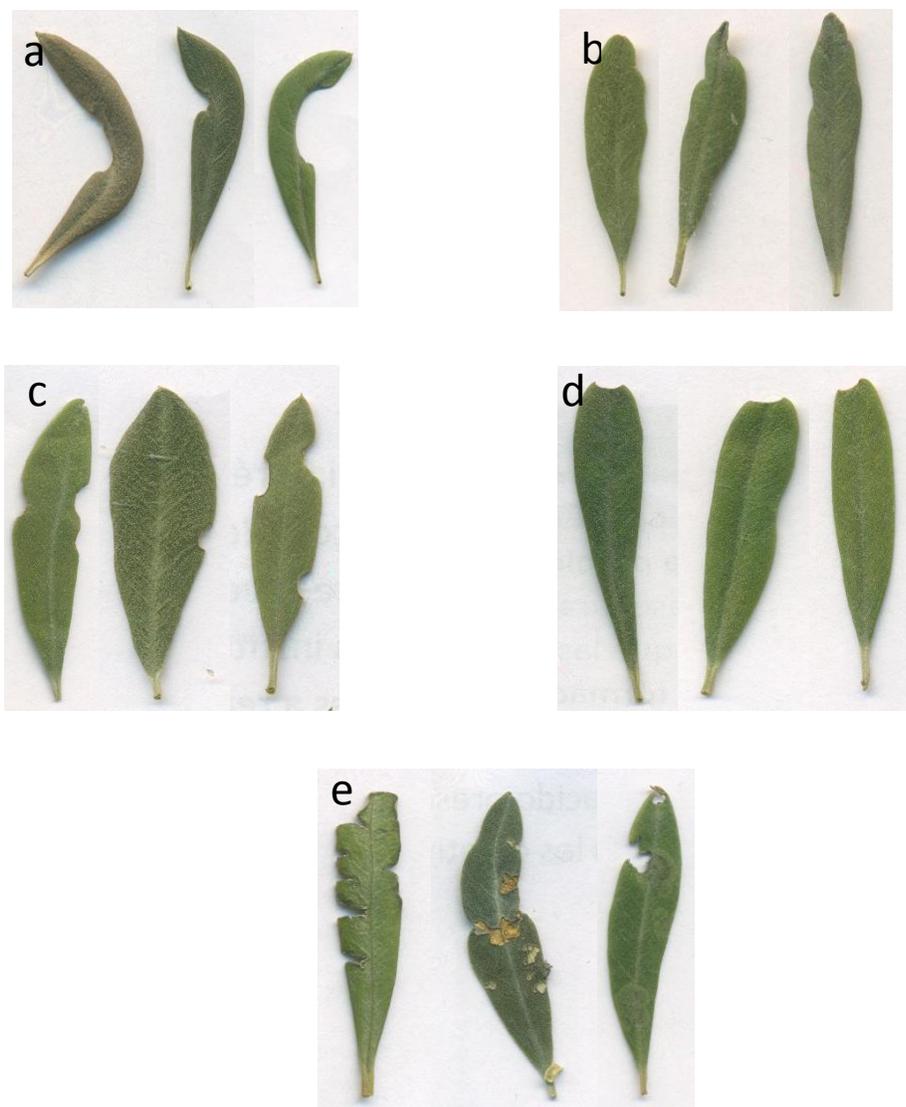


Figura 18. Patrón de daño encontrado en hojas de olivo: a) daño similar al ocasionado por eriofidos, b) daño similar al de trips, c) hojas dañadas de los laterales sin afectar nervaduras, d) daño en ápice, e) patrones diferentes.

4.3. Arvenses

Se colectaron 117 especies de arvenses asociadas a las huertas de Olivo, pertenecientes a 33 familias, entre las cuales las Poaceae, Asteraceae y Fabaceae fueron las de mayor número de especies (Anexo 1).

El número de especies varió en cada huerta, donde la A y la E fueron las que mayor valor, ambas con 57 y la de menor fue la Sa con 38 especies (Figura 19).

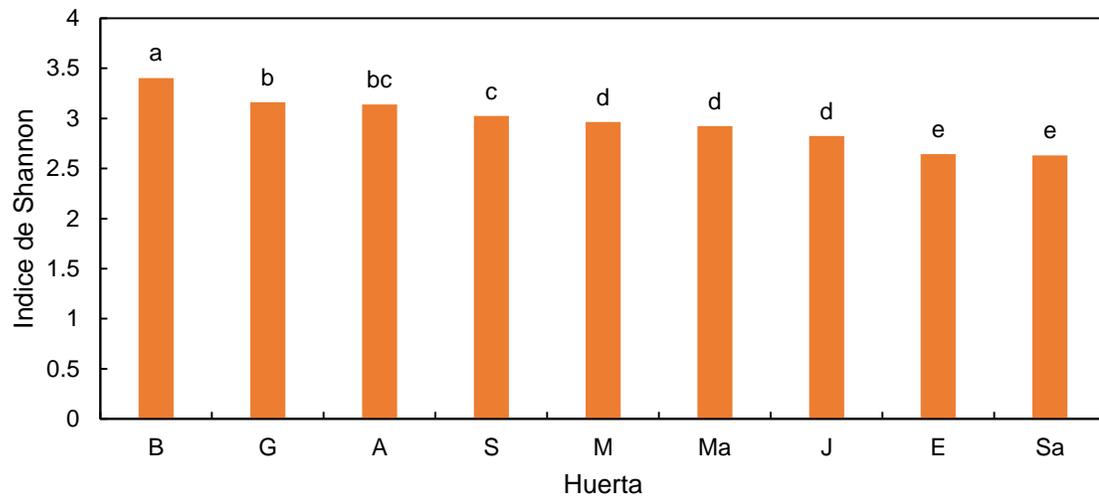


Figura 19. Índice de diversidad de Shannon de arvenses asociadas a huertas de Olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$)

En cuanto al análisis de diversidad de éste componente se encontró que la huerta con mayor índice fue la B con un valor de 3.4, seguida de la G y la A con 3.1 y las huertas con menor índice de diversidad fueron la J, la E y la Sa con 2.8, 2.6 y 2.6 respectivamente, mostrando diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) (Figura 19).

De acuerdo a la clasificación de Ramírez (2006) los índices de diversidad obtenidos en todas las parcelas es muy alta ya que su valor sobrepasa el 2.3.

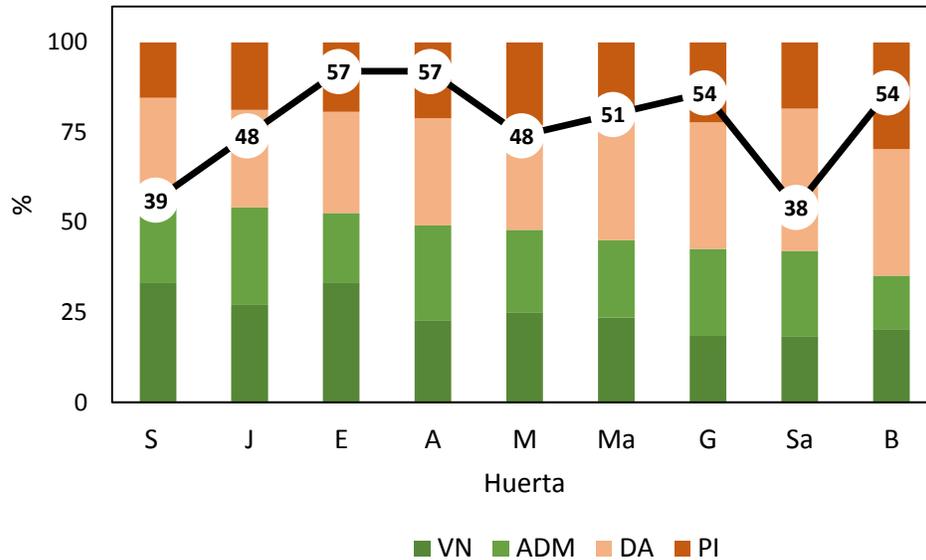


Figura 20. Composición de la vegetación de arvenses asociada a huertas de Olivo, clasificadas de acuerdo a la distribución geográfica de las especies y su riqueza (número dentro de los círculos).

VN= vegetación natural, ADM= Amplia distribución en México, DA= Distribución Americana y PI= Plantas Introducidas

Además del análisis de diversidad, se analizó la composición de las especies presentes en las huertas, de acuerdo a su registro bibliográfico en cuanto a su distribución geográfica, en donde se encontró que las especies que componen la estructura de la huerta B, el 35.1 y el 29.6% corresponden a especies de Distribución Americana (DA) y Plantas Introducidas (PI), respectivamente, en contraste, la parcela S con un índice de diversidad de 3, se compone por 33 y 23% de Vegetación Natural (VN) y de Amplia Distribución en México (ADM), respectivamente. Lo que indica que la parcela B tiene un mayor recambio en la composición de especies, aunque haya tenido el mayor índice de diversidad, puesto que el 64.7% de las especies que la componen difieren de la vegetación natural (Figura 20).

Por otra parte, de acuerdo al análisis de disimilitud de Jaccard, se pueden diferenciar dos grandes grupos; el primero agrupa a las huertas B, Sa, E y Ma, el segundo lo conforman las huertas J, S, A, G y M, de ellas las que menos difieren son la G y la M y las que más difieren son la B y S, lo cual concuerda con el análisis de composición de las especies presentes en cada huerta de acuerdo a su distribución geográfica, puesto

que la huerta B tiene más especies DA y PI y la huerta S se compone en su mayoría de especies de VN y ADM (Cuadro 3 y Figura 21).

Cuadro 3. Índice de disimilitud de Jaccard en huertas de Olivo de acuerdo a la composición de arvenses, en la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hgo.

	A	B	E	G	J	M	Ma	Sa
B	0.5823							
E	0.5625	0.5200						
G	0.5067	0.5789	0.5949					
J	0.5676	0.6400	0.5616	0.5833				
M	0.4412	0.5634	0.6000	0.4308	0.5672			
Ma	0.5333	0.5278	0.5270	0.6234	0.6486	0.5714		
Sa	0.5231	0.5161	0.5606	0.6061	0.5424	0.5902	0.5484	
S	0.5522	0.6714	0.6479	0.5692	0.6190	0.5000	0.6418	0.6491

Las huertas son heterogeneas en su composición, debido a la diversidad de situaciones en que se ubican: algunas se encuentran formando parte del traspatio, conviviendo con especies comestibles (S y B), lo que implica remover la tierra y, por lo tanto, un constante cambio en la composición herbácea. Otras se asocian con árboles frutales lo cual no implica remover el suelo (Ma y J). En otras, diferentes secciones de la huerta presentan diferente situación vegetacional; por ejemplo, en la huerta S hay tres secciones: una donde los árboles de olivo conviven con especies comestibles como maíz y frijol; otra, donde árboles productivos conviven con vegetación natural y, la tercera, donde árboles pequeños conviven también con la vegetación natural. Por su parte, la huerta B tiene una composición semejante, sólo que en esta se encuentran presentes más especies comestibles como chícharo, calabaza, cilantro, cebolla, entre otras. En el resto de las huertas la plantación está bien definida con callejones bien marcados en los límites y, en ocasiones, tienen especies arboreas asociadas (pinos en el caso de la huerta Ma y J). Todo esto explica la disimilitud entre huertas.

Otro factor de disimilitud es la edad de la plantación y la preparación del terreno antes de plantar. Por ejemplo, la huerta J tiene cuatro años de edad y, para su establecimiento, se arrasó con la vegetación preexistente, por lo que el proceso de colonización de las especies sigue una dinámica diferente a la de las demás huertas.

Los resultados obtenidos se pueden comparar con los encontrados por Sánchez (2012), quien reporta 255 especies asociadas a huertas de olivo en esta misma comunidad; 118 más que las reportadas en este trabajo, entre los factores que pueden explicar la diferencia están el método de muestreo, las condiciones climáticas (precipitación principalmente) y las huertas muestreadas, puesto que no fueron las mismas.

Al respecto, Gonzalo y Moreno (2005) mencionan que el número de especies presentes en una comunidad están determinados en parte por la historia evolutiva y biogeográfica del área de estudio, las interacciones ecológicas presentes, dadas por los estilos de manejo de los productores involucrados.

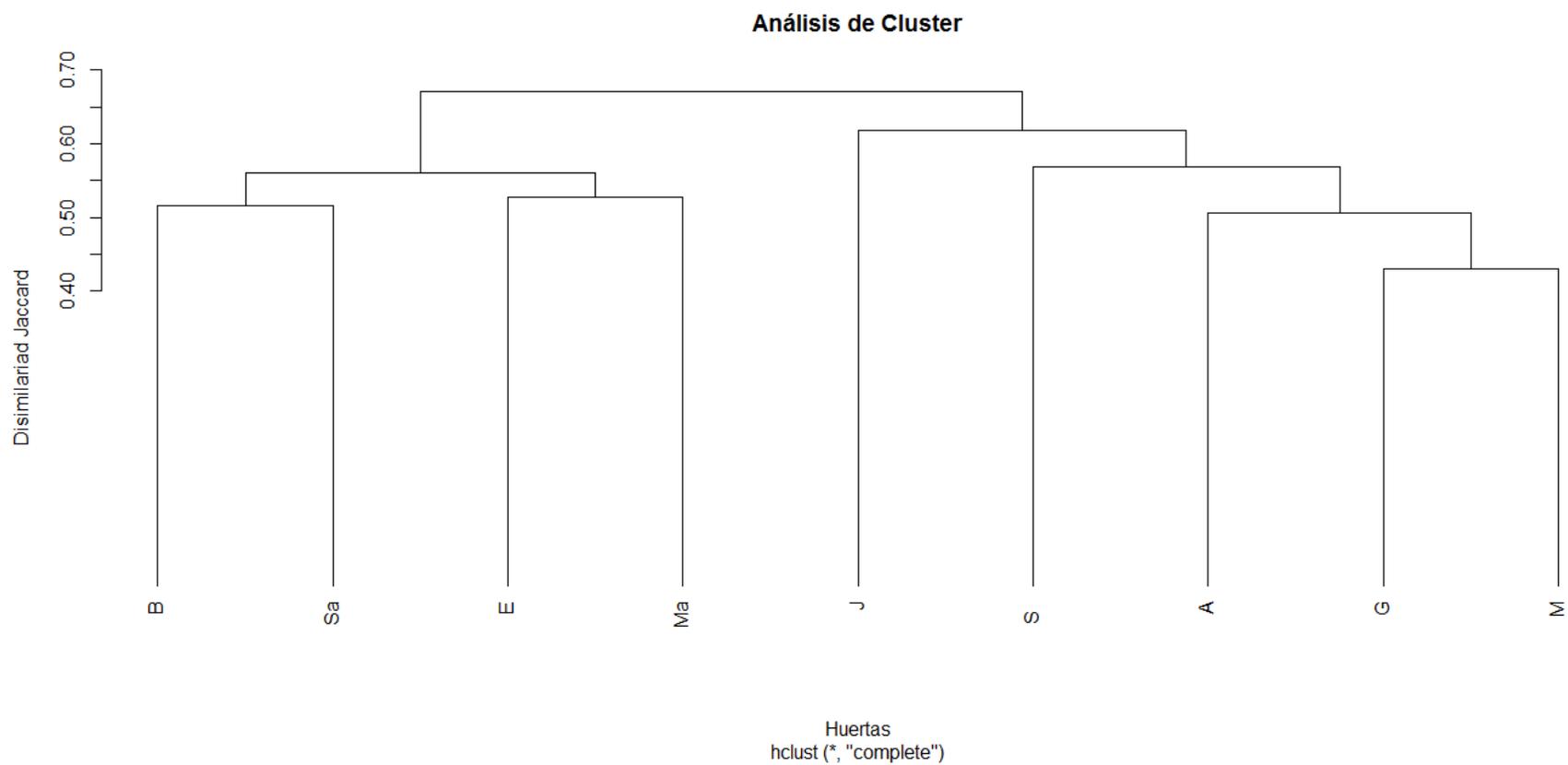


Figura 21. Análisis de disimilitud de arvenses asociadas a huertas de olivo en la comunidad de El Olivo, en Ixmiquilpan, Hgo.

4.4. Parasitoides

Se colectaron en total 1687 individuos de himenópteros parasitoides pertenecientes a 24 familias; las de mayor número de individuos fueron Scelionidae, seguida de Eulophidae, Encyrtidae, Braconidae y Pteromalidae, con 562, 286, 167, 149 y 125 individuos, respectivamente (Figura 22).

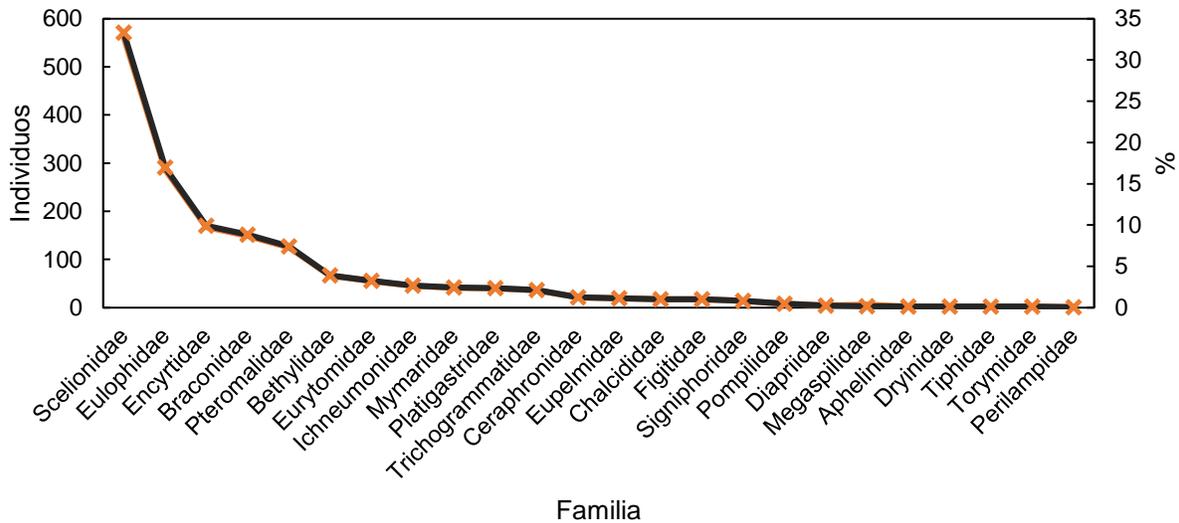


Figura 22. Individuos por familia (eje izquierdo) y abundancia relativa (eje derecho) de familias de parasitoides asociados a huertas de olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Al respecto Paredes *et al.* (2014), encontraron en olivares de Granada, España, que las familias más abundantes en el olivar con cubiertas vegetales fueron Scelionidae (42%), Encyrtidae (12.02%) y Elasmidae (11.6%).

Cabe mencionar que en época de estiaje cuando la presencia de arvenses fue baja, el 57% de los himenópteros parasitoides se colectaron de los árboles de olivo y el resto sobre las arvenses presentes en los callejones (Figura 23).

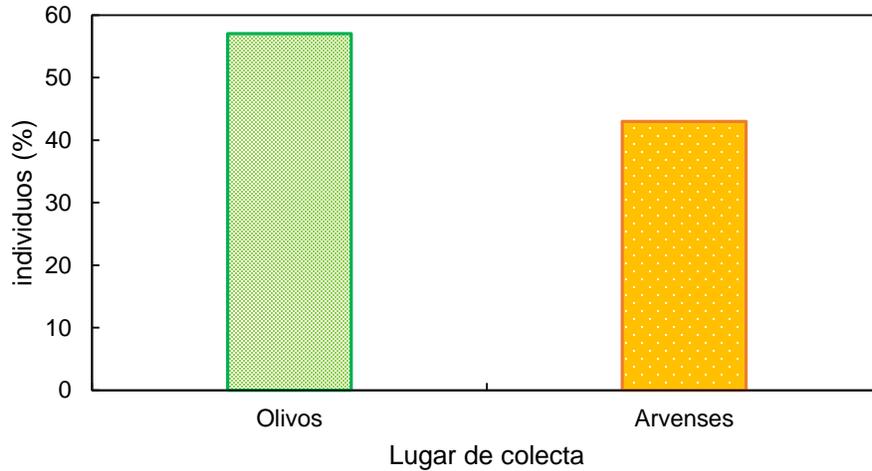


Figura 19. Porcentaje de himenópteros parasitoides asociados a huertas de Olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo, de acuerdo al lugar de colecta.

Referente al análisis de diversidad se obtuvo que las parcelas con mayor índice fueron S, Ma, A, Sa y J con 2.4, 2.3, 2.2, 2.2 y 2.2 respectivamente, siendo estadísticamente diferentes del resto con una $P \leq 0.05$, asimismo, el índice más bajo fue de 1.7 que corresponde a la huerta E (Figura 24).

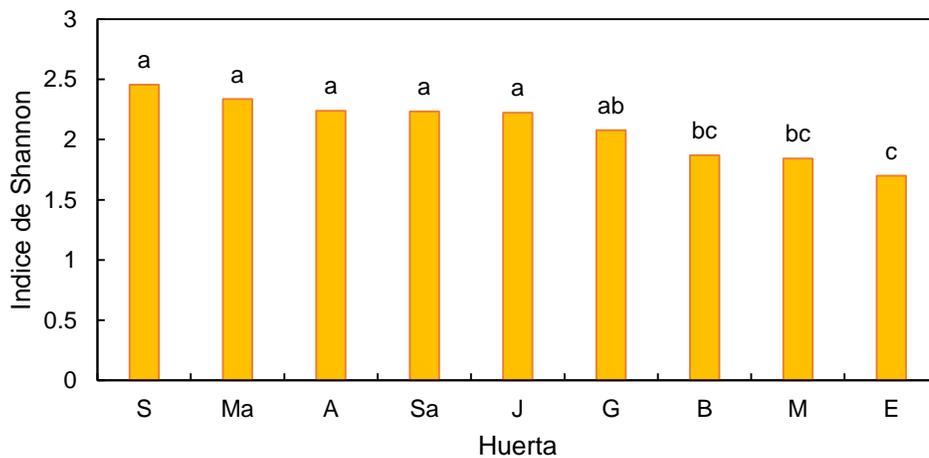


Figura 20. Índice de diversidad de Shannon de himenópteros parasitoides asociados a arvenses presentes en Huertas de Olivo, en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($\alpha=0.05$)

Uno de los factores que pueden explicar la variación en la diversidad de parasitoides es la integración espacial del entorno (contexto paisajístico), al respecto, Paredes *et al.* (2015) encontraron que la presencia de cobertura vegetal en el agroecosistema no estaba relacionada directamente con la presencia de himenópteros parasitoides, sino que ésta dependía de la estructura vegetal local y a nivel paisaje (manchas de vegetación natural, vegetación aledaña, cercas vivas, etc.).

4.5. Relación arvenses-parasitoides- filófagos

El análisis de correlación indica que no hay relación entre la diversidad de parasitoides con la diversidad de arvenses y el daño de *H. mexicanus* y filófagos, sólo en casos aislados se dio una correlación estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$); en la huerta E hubo una correlación positiva de la diversidad de parasitoides con el daño de *H. mexicanus* y una correlación negativa con la incidencia de Filófagos, en la huerta J se encontró que a mayor riqueza de arvenses menor fue el índice de diversidad de parasitoides, caso contrario ocurrió en la parcela M quien presentó una relación positiva entre estas dos variables. Por último, en la huerta Ma se encontró una correlación negativa entre la diversidad de parasitoides y la incidencia de filófagos y una correlación positiva entre la riqueza de arvenses y la diversidad de parasitoides (Cuadro 4).

Cuadro 4. Coeficiente de Correlación Linear Simple y la probabilidad a partir de la cual hay diferencia estadística significativa (valor en negritas) de cuatro variables con respecto a la diversidad de parasitoides asociados a huertas de olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Huerta	Hmex	Defo	Divarv	Riqarv
--------	------	------	--------	--------

A	0.0246 0.97	-0.2193 0.78	0.68 0.31	0.928 0.07
B	0.208 0.79	-0.218 0.78	-0.55 0.44	-0.559 0.44
E	0.951 0.04*	-0.96 0.03*	0.075 0.92	-0.023 0.97
G	-0.71 0.28	-0.709 0.29	-0.109 0.89	-0.259 0.74
J	- -	0.42 0.57	-0.284 0.71	-0.944 0.057
M	-0.917 0.08	0.274 0.72	0.945 0.054	0.974 0.05*
Ma	-0.754 0.24	-0.948 0.05*	0.948 0.051	0.967 0.03*
S	-0.435 0.56	0.322 0.67	0.882 0.11	0.76 0.23
Sa	0.255 0.744	-0.051 0.94	0.695 0.3	0.427 0.57

Hmex=daño de *Hylesinus mexicanus*, Defo= daño por Filófagos, Divarv= diversidad de arvenses, Riqarv=riqueza de arvenses, * indica correlación significativa $\alpha \leq 0.05$.

Se esperaría una respuesta parecida a la obtenida en la huerta Ma para todos los casos, sin embargo, el fenómeno que se presentó en esta huerta pudo deberse a que durante el periodo de muestreo no se realizaron deshierbes, lo que propicio estabilidad al sistema. Al respecto Altieri y Nicholls (2010) mencionan que la estabilidad de las poblaciones insectiles depende de la perturbación del sistema, es decir, mientras la diversidad se mantenga no habrá un incremento de la población que se sitúa en los niveles tróficos subsecuentes (Altieri y Nicholls, 2010).

Estos resultados coinciden con los reportados por López *et al.* (2013) quienes encontraron que la presencia de arvenses y parasitoides no tuvieron relación con la disminución de herbívora causada por *Eccopsis galapagana* en árboles de *Prosopis juliflora*. Por su parte Moreno y Racelis (2015) mencionan que tal vez las especies de

plantas presentes en el agroecosistema no ofrecen el recurso necesario para el desarrollo de los parasitoides de interés.

Además, Paredes (2014), menciona que la cubierta vegetal en comparación con el suelo desnudo, no explica la abundancia de plagas como *Bactrocera oleae*, *Prays oleae* y *Euphyllra olivina* en los olivares, sin embargo, observó que los factores relacionados más directamente fueron las condiciones propias de la parcela, las condiciones ambientales a través del tiempo y el contexto paisajístico y es en este nivel donde las actividades humanas tienen mayor impacto por la fragmentación y cambio de comunidades (Gonzalo y Moreno, 2005).

5. CONCLUSIONES

El daño causado por *Hylesinus mexicanus* y filófagos no está relacionado con la diversidad de arvenses y parasitoides.

La diversidad de arvenses y parasitoides asociada a huertas de olivo es relativamente alta, posiblemente debido a que las prácticas de manejo llevadas a cabo por los agricultores lo favorecen.

El daño provocado por *Hylesinus mexicanus* estuvo presente durante todo el año, aumentando el número de individuos en los meses con menor humedad y elevadas temperaturas.

Las hojas dañadas por filófagos no representan mayores riesgos para la producción de aceituna, ya que su valor es relativamente bajo.

6. LITERATURA CITADA

- Alonso M. A.M. y G. I. Guzmán C. 2004. La sustentabilidad del Olivar ecológico. En: Manual de Ovicultura ecológica Cap. VI. Universidad de Córdoba, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. 115-138.
- Altieri M. A. y C. I. Nicholls. 2000. Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F. 257 pp.
- Altieri A.M. y C. I. Nicholls. 2010. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). Medellín, Colombia. 83 pp.
- Aguilera P.A, C. Vargas H., M. Mendoza R., P. Díaz G. y G. Bobadilla D. 1985. Nuevos aportes al control de plagas en el cultivo del olivo del Valle de Azapa, I Región de Tarapaca. Boletín técnico No.35. 36 pp.
- Anónimo. 2011. Estudio estadístico y geográfico del olivo en Baja California. Oficina estatal de información para el desarrollo rural sustentable. 26 p.
- Arambourg, Y. 1986. Traite d'entomologie Oleicole. Consejo Oleícola Internacional. Madrid: 250-259.
- Benazoun, A. 1992. Contribución al estudio biológico del barrenillo "*Phloeotribus scarabeoides*" Bern (col. Escolítidos) en el olivo en la región de Taroudant, Marruecos. *Olivae* 40: 26-35.
- Balvanera P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147.
- Barranco D., Fernández-Escobar R. y L. Rallo. 2008. El cultivo del olivo. Mundi Prensa. Madrid, España. 6ª ed. 846 pp.
- BioDiversityPro McAleece, N., Gage, J.D.G., Lambshead, P.J.D., Paterson, G.L.J. (1997) BioDiversity Professional statistics analysis software.

- Blanco Y. y A. Leyva. 2009. Las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) posterior al periodo crítico de competencia. *Cultivos tropicales* 30(1): 0-00 Tomado de la web el 12 de mayo de 2015: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000100008&script=sci_arttext
- Campos, A. M. 2011. Las plagas y su manejo en el olivar ecológico. En: *El olivar ecológico*. Alonso M.A, et al. (eds). Mundi-prensa. Andalucía, España. pp: 155-201
- Castellar S. M. A. 2011. Plagas y enfermedades del olivo. Protección de masas forestales. Pp 55 tomado de la web el día 28 de mayo de 2015 <http://www.lugosa.com/pdf/Libroolivo3.pdf>
- COI. 2014. Consejo Oleícola Internacional. Cifras de aceite de oliva. Tomado de la web el día 25 de febrero de 2015. http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures?lang=es_ES
- Coley P. D. 1990. Tasas de herbivorismo en diferentes árboles tropicales. In: Leigh E. G. Jr.; R. A. Stanley, D. M. Windsor, (Eds.). *Ecología de un bosque tropical*. The Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. Pp. 191–200.
- CONAPO. 2010. Consejo Nacional de Población. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. Tomado de la web el 30 de Marzo de 2015. http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. 2008. *InfoStat*, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Equihua M. A. y A. Burgos S. 1993. Notas sobre la distribución de Scolytidae (Coleoptera) de México y el sur de Texas (EUA). *Agrociencia* 4(3): 305-318.
- Fernández F. y M. J. Shaykey. 2006. *Introducción a los hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 894 pp.

- FOCIR. 2015. Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural. Tendencias internacionales del mercado de aceite de oliva. Tomado de la web el 22 de mayo de 2015:
http://www.focir.gob.mx/documentos/Int_comp/Estudios%20Sectoriales%20de%20Competitividad/Tendencias%20Internacionales%20del%20Mercado%20de%20Aceite%20de%20Oliva.pdf.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones climáticas de la república mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 247 p.
- Gliessman S.R. 2002. Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 259 p.
- González R. R. 1989. Estudio bioecológico de *Phloeotribus scarabaeoides* (Bernard, 1788) (Coleoptera:Scolytidae) en la provincia de Granada. Universidad de Granada. España. 450 p.
- González R. y M. Campos A. 1988. Control del barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides* Bern. Coleoptera:Scolytidae), por tratamiento de la madera de poda. Fruticultura Profesional 19: 79-85.
- González R. y M. Campos. 1990. Cría en laboratorio de *Phloeotribus scarabaeoides* (Bernard, 1788). Bol. San. Veg. Plagas 16:335-361.
- González R. y M. Campos. 1991. Relaciones entre la fenología de *Phloeotribus scarabaeoides* (Col., Scolytidae) y sus parasitoides (Hym.,Chalcidoidea). Boln. Asoc. esp. Ent., 15:131-143.
- González R. y M. Campos A. 1994. A preliminary study of the effect of attacks by *Phloeotribus scarabaeoides* (BERN.) (Coleoptera:Scolytidae) on the productivity of the olive tree (*Olea europaea* L.). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. 67:67-75.
- González, R., J. Hidalgo, M. Ruiz y M. Campos. 1996. Utilización de árboles trampa en el control de *Phloeotribus scarabaeoides* Bernard (Coleoptera, Scolytidae). Phytoma 79:39-43.
- Gonzalo H. y E. Moreno C. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías tercer milenio 4:5-18

- Guerrero A. 2003. Nueva olivicultura. Mundi Prensa. 5ª edición. Madrid, España. Pag. 223-254.
- Holgado M. 2007. Bioecología de *Hylesinus oleiperda* F. "taladrillo del olivo" (Coleoptera-Scolytidae) en Mendoza (Argentina). Rev. FCA UNCuyo. 39(2):51-54.
- Ibar L. 1996. El cultivo moderno y rentable del olivo. Editorial de Vecchi. Barcelona. Pag 93-114.
- INEGI. 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuaderno Estadístico Municipal de Ixmiquilpan, Hidalgo. [En línea]. Disponible en: www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem05/info/hgo/m030/mapas.pdf (consultado el 26 de mayo de 2015).
- Letourneau D. 2006. Crop protection in organic agriculture. In: Organic agriculture A Global Perspectiva. Kristiansen, P., A. Taji and J. Reganold (eds). CSIRO. pp: 93-121.
- Letourneau D.K. and S.G. Bothwell. 2008. Comparison of organic and conventional farms: challenging ecologist to make biodiversity functional. Front Ecol Environ 6(8): 430-438.
- López L., I. Armbrecht., L. Montoya J. y E. Molina J. 2013. Diversidad de avispas parasitoides en un sistema silvopastoril orgánico de producción ganadera de Colombia. Avances de investigación agropecuaria 17(1):65-78.
- Lozano M. C. y M. Campos A. 1991. Estudio de la distribución de *Leperisinus varius* (Coleoptera: Scolytidae) en un olivar de la provincia de Granada. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 17: 453-457.
- Lozano C. y M. Campos A. 1992. Oviposición y fecundidad de *Leperisinus varius* (Fabricius, 1775) (Col.:Scolytidae), en un olivar de la provincia de Granada (España). Boletín de la Asociación Española de Entomología. 16: 105-112.
- Lozano M. C. y M. Campos A. 1993a. Laboratory-rearing of *Hylesinus varius* (Col.: Scolytidae). Bulletin de la société entomologique Suisse 66: 317-322.
- Lozano C. and M. Campos. 1993b. A study of the within-plant distribution of *Hylesinus varius* (Fabricius, 1775) (Coleoptera:Scolytidae) in the olive tree (*Olea europea*). Zool. Baetica 4:81-87.

- Lozano M. C. 1993. Estudio Bio-ecológico de *Hylesinus varius* (Fabricius, 1775) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) en la provincia de Granada. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada, España. 216 P.
- Méndoza M. N., S.M. Reyes, A. Q. Lima, N. V. Guemes y S. S. Simental. 2010. Elaboración de una salsa tradicional del Valle del Mezquital utilizando la chinche del mezquite “xamui” (*Thasus gigas*). En: XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Mayo de 2010. Guanajuato, Guanajuato.
- Miliczky E.R. and D.R. Horton. 2005. Densities of beneficial arthropods within pear and apple orchards affected by distance from adjacent native habitat and association of natural enemies with extra-orchard host plants. *Biological Control* 33:249-259.
- Moreno R.C y A.E. Racelis. 2015. Attraction, Repellence, and predation: role of companion plants in regulating *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae) in organic kale systems of south Texas. *Society of Southwestern Entomologists* 40(1):1-15.
- Musalem L.O. 2001. El olivo, eco del Mediterráneo. *Claridades Agropecuarias*: 3-27.
- Nardi F, Carapelli A, Dallai R, Roderick GK, Frati F, 2005. Population structure and colonization history of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Diptera, Tephritidae). *Molecular Ecology*, 14(9):2729-2738.
- Nicholls E. C.I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 282 p.
- Paredes D. 2014. Infraestructuras ecológicas y control biológico por conservación en el olivar. Tesis Doctoral. Departamento de protección ambiental de la Estacion Experimental el Zaidín (CSIC). Granada, España. pp 143.
- Paredes D., L. Cayuela y M. Campos. 2014. Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173:72-83.
- Paredes D., L. Cayuela, G.M. Gurr y M. Campos A. 2015. Is ground cover vegetation an effective biological control enhancement strategy against olive pests?. *PLoS ONE* 10(2): e0117265.
- Paredes D., M. Campos, L. Cayuela. 2013. El control biológico de plagas por artrópodos por conservación: técnicas y estado de arte. *Ecosistemas* 22(1): 56-61.

- Pérez M. y M.E. Marasas. 2013. Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. *Ecosistemas* 22(1):36-43.
- Perfecto I., J. Vandermeer y S. M. Philpott. 2010. Complejidad ecológica y el control de plagas en un cafetal orgánico: Develando un servicio ecosistémico autónomo. *Agroecología* 5:41-51.
- Quesada M.E., M. Campos A. y C. Santiago A. 2008. Control de plagas. En: Junta de Andalucía (ed.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. España. pp. 189-224.
- Ramírez G.A. 2006. *Ecología Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 273 p.
- Robert W. P. and Gentili P. 1996. *Nomina Insecta Nearctica: a check list of the insects of North America 1: Coleoptera, Strepsiptera*. Entomological Information Services. 14-820 In: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=620472 consultado el 10 de mayo de 2015.
- Romero-Nápoles .J y H.T. Atkinson 2012. Notes on distribution and hosts of *Hylesinus mexicanus* (Wood) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a pest on *Olea europaea* Linnaeus. *Insecta mundi* 0222:1-4.
- Romero Q.F. 1975. Zonas aptas para el cultivo del olivo en México. Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT). Departamento de Desarrollo Comunicacional Frutícola. México, D.F.
- Rudinsky J.A. 1962. Ecology of Scolytidae. *Annual Review Entomology* 7: 327-348.
- Salisbury B.F. and C.W. Ross. 1992. *Plant physiology*. 4th ed. Wadsworth, Belmont, CA. pp. 339-342.
- Sánchez E.J. 2004a. La biodiversidad: un componente clave para la sostenibilidad de los agroecosistemas. En: *Manual de Ovicultura ecológica*. Cap.IV Universidad de Córdoba, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Pag 73-90.
- Sánchez E.J. 2004b. Consideraciones para el diseño de sistemas agrícolas y su evaluación agroecológica. En: *Manual de Ovicultura ecológica*. Cap.VII Universidad de Córdoba, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Pag 139-155.

- Sánchez E.J. y C.D. Sánchez S. 2013. El olivo (*Olea europaea* L.) en México. *AgroProductividad* 6(5):13-20.
- Sánchez E.J., G. Guzmán C., E. Vargas O. 2004. Daño de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmelin) y exploración de sus parasitoides en olivares con manejo ecológico y convencional en los Pedroches, Córdoba. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España.
- Sánchez S. C.D. 2012. Diversidad florística y etnobotánica de los cultivos de *Olea europea* L. en el Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Unidad de Investigación en Sistemática Vegetal y Suelo. FES Zaragoza. UNAM.133 pp.
- Sans F.X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16(1):44-49.
- SIAP.2014. Producción Agropecuaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola por estado.
- Silva-Aparicio M., A.E. Castro-Ramírez, J.L. León-Cortés y M.I. Ishihara. 2003. Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 70:65-73.
- Ruiz T. M. J. y Bueno M. *Hylesinus oleiperda* Fabricius. Fichas de diagnóstico en Laboratorio de Organismos Nocivos de los Vegetales. Andalucía, Jaén. Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Menjíbar. [En línea] Disponible en:
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/fichas/pdf/fd_340.pdf (Consultado el 29 de mayo de 2015)

7. ANEXOS

Anexo 1. Especies de arvenses asociadas a huertas de olivo.

Especies/ Huerta	A	B	E	G	J	M	Ma	Sa	S
ACANTHACEAE									
<i>Carlownrightia neesiana</i>	0	0	0	5	0	1	0	0	1
AGAVACEAE									
<i>Agave lechuguilla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AMARANTHACEAE									
<i>Amaranthus hybridus</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena serrata</i>	0	1	0	0	0	0	0	6	0
<i>Iresine schaffneri</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTERACEAE									
<i>Acalypha aff. brevicaulis</i>	19	17	4	9	3	18	1	30	64
<i>Ageratina calaminthaefolia</i>	1	0	3	0	0	0	0	0	1
<i>Ageratina espinosarum</i>	0	1	2	0	0	0	8	0	1
<i>Artemisia klotzschiana</i>	3	0	10	1	0	0	0	0	0
<i>Baccharis conferta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bahia pringlei</i>	0	0	1	1	0	0	0	18	0
<i>Bidens odorata</i>	13	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brickelia veronicifolia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza bonarensis</i>	0	19	49	0	0	0	14	0	0
<i>Conyza microcephala</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Dyssodia papposa</i>	93	36	44	27	9	18	12	11	3
<i>Dyssodia setifolia</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	0
<i>Flourensia resinosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Galingsoga parviflora</i>	0	3	3	0	17	0	1	7	0
<i>Gnaphalium canescens</i>	42	24	144	175	5	139	12	0	0
<i>Gutierrezia argyrocarpa</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Heterosperma pinnatum</i>	50	26	4	85	15	66	13	19	0
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	26	17	17	18	1	3	1	251	49
<i>Sanvitalia procumbens</i>	36	3	1	33	3	15	0	30	2
<i>Sida abutifolia</i>	73	5	15	14	17	81	16	32	54
<i>simisia amplexicaulis</i>	4	45	30	0	33	0	21	170	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	6	2	7	4	7	6	0	0	1
<i>Taraxacum officinale</i>	0	1	0	1	2	0	0	0	0
<i>Townsendia mexicana</i>	1	0	4	24	0	3	0	0	5
<i>Zaluzania triloba</i>	8	0	0	0	0	0	2	0	0
BORAGINACEAE									
<i>Cryptantha albida</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BRASSICACEAE									
<i>Eruca sativa</i>	20	3	2	3	9	0	1	7	66
<i>Lepidium virginicum</i>	1	2	1	2	1	8	0	2	1
<i>Sisymbrium irio</i>	2	0	0	0	0	0	2	1	0

CACTACEAE									
<i>Coryphantha radians</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Opuntia stenopetala</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>									
<i>Arenaria lanuginosa</i>	0	0	3	0	4	0	0	0	0
CHENOPODIACEAE	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Chenopodium berlandieri</i>	2	0	0	2	0	4	0	0	0
<i>Salsola tragus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0
CONVULVULACEAE									
<i>Dichondra argentea</i>	17	6	12	27	15	89	5	50	5
CYPERACEAE									
<i>Cyperus spectabilis</i>	0	0	0	5	0	1	97	0	0
EUPHORBIACEAE									
<i>Croton dioicus</i>	9	1	1	4	2	3	19	8	17
<i>Euphorbia dentata</i>	9	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	15	5	2	0	0	0	18	0	0
<i>Euphorbia nutans</i>	3	4	1	40	11	23	3	4	0
<i>Euphorbia peplus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia radians</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Jatropha dioica</i>	40	4	67	79	32	44	162	3	14
<i>Tragia nepetifolia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FABACEAE									
<i>Acacia farnesiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Dalea foliolosa</i>	7	4	22	11	8	6	16	10	5
<i>Dalea humilis</i>	0	0	1	0	2	1	5	0	0
<i>Dalea prostrata</i>	1	0	0	4	0	8	0	0	2
<i>Medicago polymorpha</i> var. <i>vulgaris</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicago sativa</i>	2	10	0	1	0	0	7	2	0
<i>Melilotus indica</i>	0	10	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mimosa depauperata</i>	5	0	0	0	1	1	0	0	3
<i>Mimosa zygophylla</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisum sativum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prosopis laevigata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FOUQUIERIACEAE									
<i>Fouquieria splendens</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
GERANIACEAE									
<i>Erodium cicutarium</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0
LAMIACEAE									
<i>Manrubium vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Salvia melissodora</i>	0	1	4	0	0	0	0	0	0
<i>Salvia reflexa</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Salvia tiliifolia</i>	1	2	0	0	4	0	0	12	0

MALVACEAE

<i>Malva parviflora</i>	0	4	1	9	6	2	2	6	0
<i>Spharalacea angustifolia</i>	27	0	7	0	1	10	0	3	0
<i>Nyctaginaceae</i>									
<i>Mirabilis violacea</i>	6	1	5	4	0	3	1	5	1
<i>Onagraceae</i>									
<i>Oenothera rosea</i>	0	5	0	21	0	4	0	0	0
<i>oxalidaceae</i>									
<i>Oxalis corniculata</i>	0	2	1	4	0	17	1	0	0
<i>Papaveraceae</i>									
<i>Argemone grandiflora</i>	0	0	0	0	9	0	0	0	0

POACEAE

<i>Bothriochloa laguroides</i>	0	5	0	0	0	1	21	0	0
<i>Bouteloua gracilis</i>	79	53	54	65	73	101	244	24	37
<i>Bouteloua repens</i>	0	23	24	0	0	0	26	16	0
<i>Bouteloua triaena</i>	0	0	0	3	7	0	0	0	0
<i>Bouteloua uniflora</i>	1	0	0	0	0	21	21	0	19
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0	0	0	0	27	0	0	0	13
<i>Cenchrus incertus</i>	15	38	0	3	0	6	0	2	0
<i>Chloris virgata</i>	22	54	1	35	0	58	13	0	0
<i>Chrysactinia mexicana</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	17	38	5	12	0	13	5	0	15
<i>Dasyochloa pulchella</i>	17	21	0	0	0	13	57	0	1
<i>Enneapogon desvauxii</i>	6	0	0	53	7	4	0	0	0
<i>Eragrostis mexicana</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Eragrostis pectinacea</i>	170	39	267	50	160	272	131	35	8
<i>Erioneuron avenaceum</i>	26	0	5	7	0	20	18	3	19
<i>Hordeum jubatum</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	3	0	8	0	0	0	4	0	0
<i>Lycurus phalaroides</i>	15	0	0	0	38	67	6	7	16
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	69	10	62	20	107	115	96	7	44
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Pennisetum clandestinum</i>	4	22	0	1	3	9	6	21	5
<i>Rhynchelytrum repens</i>	22	10	2	0	0	0	4	3	0
<i>Setaria adhaerens</i>	13	0	0	1	1	12	0	0	33
<i>Setaria grisebachii</i>	0	0	0	15	0	0	8	0	21
<i>Setaria parviflora</i>	0	7	20	0	0	0	0	0	0
<i>Urochloa plantaginiae</i>	230	11	321	91	59	111	105	24	37

POLEMONIACEAE

<i>Loeselia coerulea</i>	9	3	23	10	200	6	24	5	7
--------------------------	---	---	----	----	-----	---	----	---	---

POLYGALACEAE

<i>Polygala aff. compacta</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	1
<i>Polygala alba</i>	1	0	7	1	11	0	10	3	0

<i>Polygala myrtilloides</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum aviculare</i>	0	7	0	9	0	0	0	0	0
PORTULACACEAE									
<i>Portulaca oleracea</i>	1	26	1	0	6	4	0	3	0
<i>Primulaceae</i>									
<i>Anagalis arvensis</i>	0	43	0	3	0	0	0	0	2
RAMNACEAE									
<i>Condalia ericoides</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0
RESEDACEAE									
<i>Reseda luteola</i>	0	0	1	0	4	0	1	0	0
RUBIACEAE									
<i>Hedyotis pygmaea</i>	1	0	0	1	18	0	0	0	0
<i>Scrophulariaceae</i>									
<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	9	0	5	17	6	14	13	0	3
SOLANACEAE									
<i>Nicotiana glauca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Physalis patula</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Solanum corymbosum</i>	4	0	0	18	0	0	0	0	0
<i>Solanum lanceolatum</i>	0	0	0	3	0	3	0	0	0
<i>Solanum rostratum</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0
VERBENACEAE									
<i>Verbena menthaefolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0

Anexo 2. Himenópteros parasitoides asociados a huertas de olivo



Figura 21. Parasitoide de la familia Bethylidae



Figura 22. Parasitoide de la familia Braconidae



Figura 23. Parasitoide de la familia Scelionidae



Figura 24. Parasitoide de la familia Chalcididae

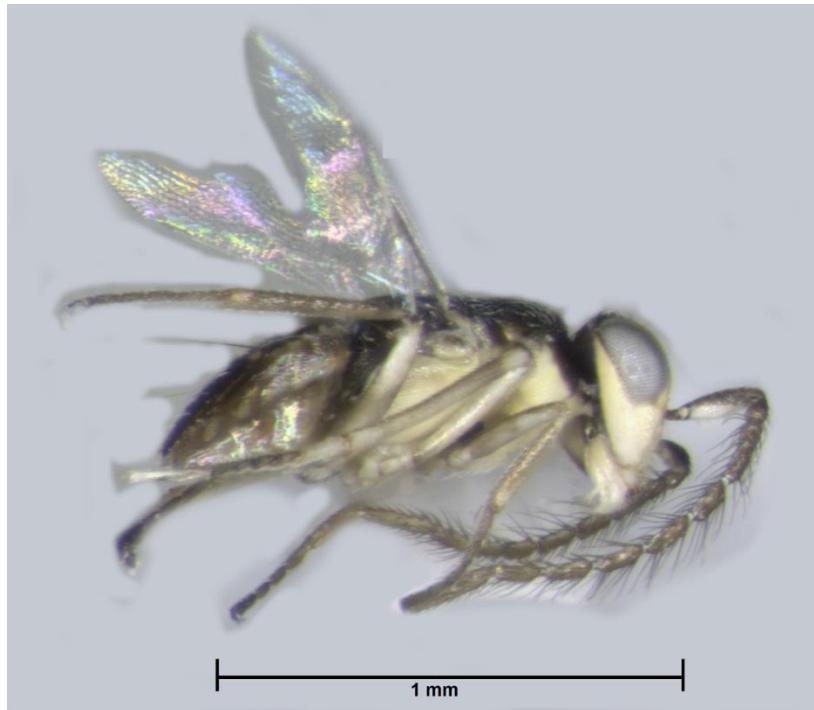


Figura 25. Parasitoide de la familia Encyrtidae



Figura 26. Parasitoide de la familia Eulophidae

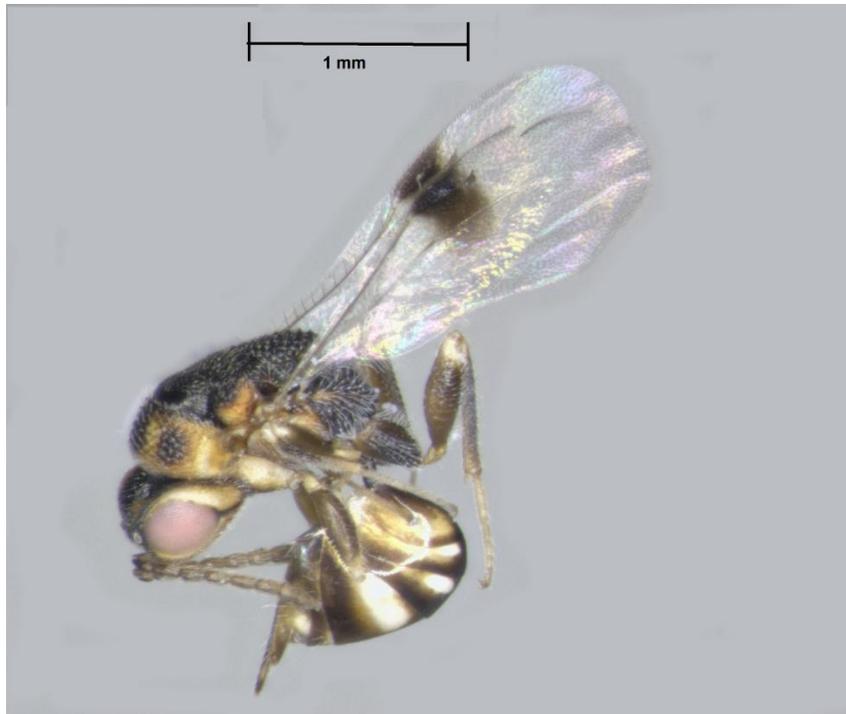


Figura 27. Parasitoide de la familia Eurytomidae

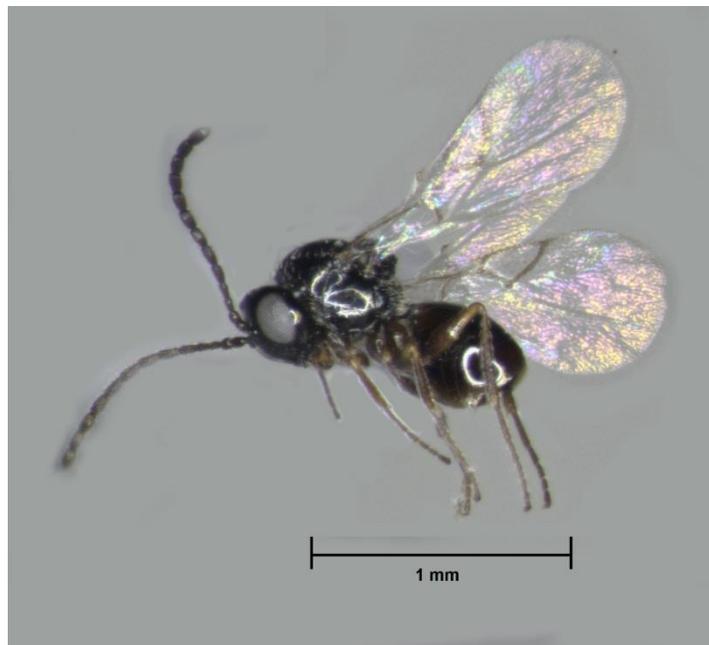


Figura 28. Parasitoide de la familia Figitidae



Figura 29. Parasitoide de la familia Ichneumonidae



Figura 30. Parasitoide de la familia Ichneumonidae



Figura 31. Parasitoide de la familia Mymaridae



Figura 32. Parasitoide de la familia Platygasteridae

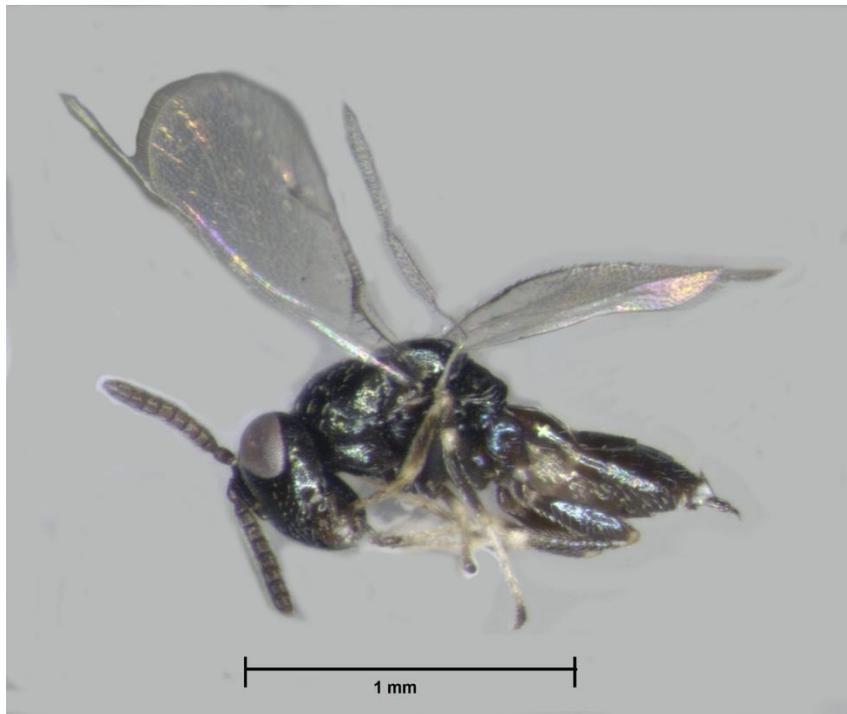


Figura 33. Parasitoide de la familia Pteromalidae

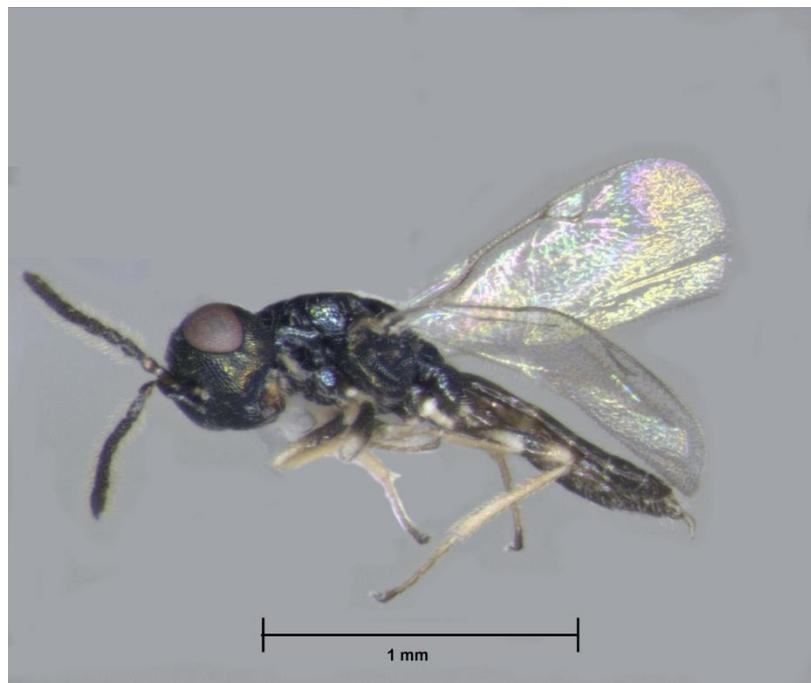


Figura 34. Parasitoide de la familia Pteromalidae



Figura 35. Parasitoide de la familia Scelionidae

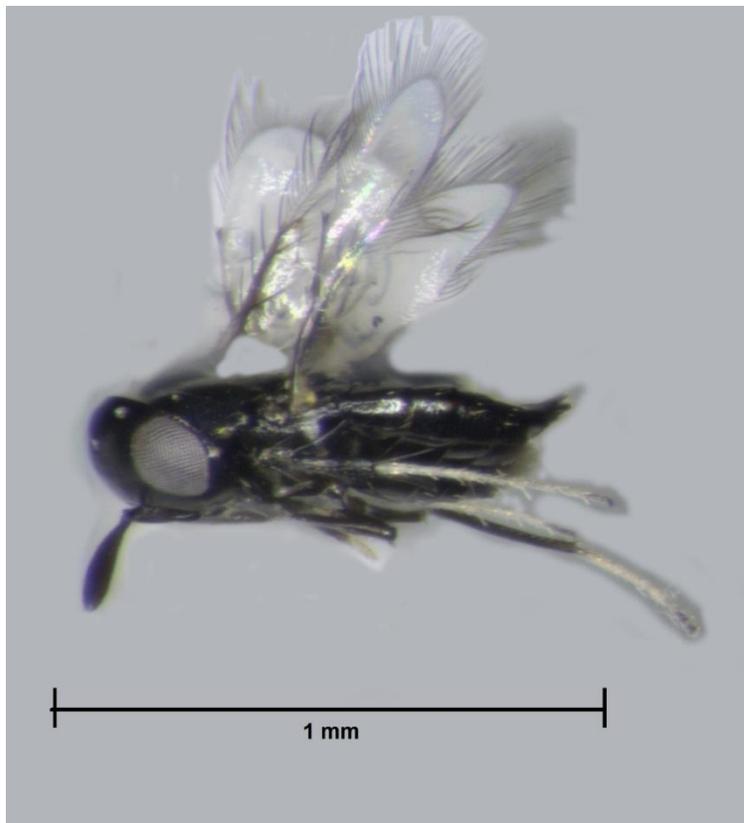


Figura 36. Parasitoide de la familia Signiphoridae