

Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México

Marisa Silva Aparicio¹
Adriana E. Castro-Ramírez¹
Jorge L. León Cortés¹
Mario Ishiki Ishihara¹

RESUMEN. Se estudiaron los cambios en la riqueza y abundancia relativa de distintos grupos de insectos asociados al cultivo de maíz, con tres manejos diferentes de arvenses o malezas, durante el ciclo agrícola 2002, en dos parcelas de la comunidad de Yalumá Villahermosa, Chiapas. Los tratamientos establecidos fueron: maíz sin arvenses, con tres deshierbas con herbicidas; maíz con arvenses, con una deshierba con herbicidas, y maíz con dos especies de malezas melíferas, con deshierbas selectivas. Se recolectaron insectos y arvenses de junio a septiembre. Se obtuvieron 28 especies de plantas, 10934 insectos y arañas de 101 familias y 255 morfoespecies, las cuales se agruparon según sus hábitos alimentarios en fitófagos, depredadores, polinizadores, parasitoides y degradadores. La diversidad de insectos y arañas fue mayor en los tratamientos con malezas y con malezas melíferas, los mismos tratamientos donde abundaron los depredadores. Los fitófagos fueron los más abundantes en todos los tratamientos en ambas parcelas. La presencia de arvenses influyó en la riqueza y abundancia de insectos y depredadores presentes en el cultivo de maíz.

Palabras clave: Arañas, diversidad, fitófagos, herbicidas, arvenses.

ABSTRACT. Insects associated to maize under different weed management regimes in Chiapas, Mexico. Changes in species variety and relative abundance of insect groups associated with maize were studied in relation to three different weed management regimes during the agricultural cycle of 2002 in Yaluma, Villahermosa, Chiapas. Three contrasting weed management regimes were included: a maize monoculture, where weeds were eliminated by applying herbicides three times during the cropping cycle, maize associated with volunteer weeds and subject to a simple herbicide application, and maize in association with two meliphiferous weed species that underwent selective weeding. The experiment was established in a completely randomized design with three replications. Insects and weeds were collected monthly between June and September. Twenty-eight weed species, and 10934 species of insects and spiders belonging to 101 families and 255 species were collected. The insects were grouped, according to their feeding habits, in phytophagous, predators, pollinators, parasites and decomposers. Insect and spider diversity was higher when the maize was associated with weeds and meliphiferous plants where predators were abundant. The phytophagous insects were the most abundant group across all weed management treatments. The presence of weeds influenced the variety and abundance of insects and predators present in maize.

Key words: Spiders, diversity, phytophagous insects, herbicides.

Introducción

En muchas regiones de México, la eliminación de las arvenses se realiza mediante el uso de herbicidas. En Los Altos de Chiapas, estos productos se utilizan ampliamente, de tal forma que se han vuelto indispensables, llevando a la simplificación de los sistemas agrí-

colas tradicionales (Castro-Ramírez y Silva 2002), creando hábitats específicos que favorecen la selección de las malezas, competitivas y oportunistas (Altieri 1988). El manejo de las arvenses en muchas regiones del país todavía se lleva a cabo de forma

¹ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Carretera Panamericana y Periférico Sur S/n. Maria Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, CP 29290, México. Tel. (967) 6781883 ext 9413. Fax (967) 6782322. magdasilva82@hotmail.com

tradicional, ya que para disminuir la competencia solo se extrae parte de la comunidad de arvenses, utilizando algunas de estas plantas con fines alimenticios, ornamentales, medicinales, etc. Este tipo de manejo, además de ayudar a mantener la diversidad del sistema, disminuye la aplicación de insumos (Martínez *et al.* 1994, Altieri 1999).

Si bien es cierto que algunas arvenses interfieren en la producción agrícola, también representan un componente importante de los agroecosistemas, pues forman parte de la red trófica (Altieri 1988 y 1999). La malezas o arvenses interactúan ecológicamente con todos los subsistemas de un agroecosistema, y constituyen un elemento valioso en el control de la erosión, mantenimiento de la humedad, incremento de la materia orgánica y nitrógeno en el suelo, y la preservación de los insectos benéficos y la vida silvestre (Altieri 1988). Algunas malezas afectan positivamente la dinámica y la biología de los insectos benéficos, porque representan una fuente alternativa de néctar, polen y refugio, lo que raramente se encuentra disponible en los monocultivos sin malezas (Altieri 1999).

El maíz es el cultivo más importante de México (Chávez y Nava 1996). Se ha sembrado desde hace mucho tiempo, mejorándose año con año, con el empleo de diversas técnicas adaptadas a las condiciones y costumbres de cada lugar. En numerosas comunidades rurales de México, las labores agrícolas tradicionales que han contribuido a mantener la diversidad del agroecosistema han sido paulatinamente sustituidas por otras, convencionales o modernas, que ocupan menor tiempo y esfuerzo.

En particular, este trabajo trata de responder a la pregunta de si el manejo de las arvenses permite mantener la riqueza de especies y tipos de insectos en parcelas agrícolas de uso intensivo. Para ello, se investigaron los efectos, en la riqueza y abundancia de grupos de insectos, de tres manejos de arvenses en dos parcelas productoras de maíz con diferente historial de manejo agrícola (uso de herbicidas, fertilizantes, insecticidas), en la comunidad de Yalumá Villahermosa, Chiapas.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo durante el ciclo agrícola 2002 (mayo-septiembre), en dos parcelas sembradas con maíz, en Yalumá Villahermosa, municipio de Comitán de Domínguez, Chiapas. El sitio de estudio (en adelante referido como Yalumá), se ubica en las coor-

denadas 16°20'N y 92° 05'O, a 1730 m de altitud. El clima es semicálido húmedo, con una temperatura media anual de 18,5°C; el período de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, con precipitación media anual de 1072 mm (Ramírez *et al.* 1981).

Actualmente, en Yalumá se combinan elementos tradicionales (uso de la macana en la siembra, animales de tracción en el surcado o rayado, etc.) y modernos (uso de productos agroquímicos en la deshierba y fertilización) en la producción de maíz (variedad 'criollo comiteco amarillo') en monocultivo, principalmente.

Se evaluaron tres tratamientos en una parcela de 6600 m²: 1) maíz sin arvenses durante todo el ciclo agrícola (control, corresponde al manejo actual en el lugar); 2) maíz con arvenses que se establecen de forma espontánea, con una deshierba para evitar la competencia durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, y 3) maíz con las arvenses melíferas *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass. y *Bidens odorata* Cav., con tres deshierbas selectivas. Todas las deshierbas se realizaron con herbicidas químicos, porque los productores están acostumbrados a usarlos y demuestran un rechazo a realizar las limpiezas de forma manual. En el último tratamiento, *B. odorata* y *T. tubaeformis* fueron sugeridas por los productores por ser melíferas, ya que en el lugar no se tiene la tradición de usar las arvenses para ningún propósito, e interesaba conocer el efecto de estas sobre los insectos y arañas benéficos que puedan albergar. Debido a que la escala espacial (<1 ha) pudo haber enmascarado la discriminación por el uso de los recursos (arvenses) por parte de los insectos en los distintos tratamientos, se repitió el mismo diseño en una parcela adicional. La calibración de los patrones de uso de los insectos en ambas parcelas (sitios) permitió validar el diseño y, en general, suponer que la percepción de los insectos se ve afectada por el arreglo espacial de los tratamientos.

En cada sitio se limitaron nueve áreas de 304 m² (8 x 38 m), en las que se establecieron los tres tratamientos, con tres repeticiones, empleando un diseño completamente al azar (Reyes 1980, Cochran 1998). El tratamiento sin arvenses se consideró como el control, ya que es la forma convencional de manejo de arvenses en la comunidad. Se dejó un área de 6 m de borde entre los distintos tratamientos.

En cuanto al historial de los sitios, la parcela I se ha sembrado desde hace más de 20 años con maíz en monocultivo y, ocasionalmente, con monocultivo de frijol o con ambos en asociación. Cada año se fumiga,

en dos o tres ocasiones, con paraquat y ácido 2,4-D. Durante los últimos cinco años, se ha aplicado atrazina para el control de malezas antes de la siembra, así como carbofurán y otros insecticidas, como metamidofós y lambda cyhalotrina, para controlar las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). La parcela II también ha sido sembrada desde hace 20 años, en los últimos cinco con maíz en monocultivo. Se fumiga dos o tres veces al año con herbicidas químicos como paraquat y ácido 2,4-D, y se le ha aplicado el insecticida lambda cyhalotrina para combatir el “gusano cogollero” *S. frugiperda*.

Ambas parcelas se sembraron el 28 de mayo del 2002. Para eliminar las malezas, se realizaron tres aplicaciones de una mezcla de 2,4-D (1 kg/ha) más paraquat (1 kg/ha) en un tanque, el 31 de mayo, 2 de julio y 8 de agosto. La fertilización se realizó de forma manual; la primera con fosfato diamónico (100 kg/ha), el 8 de julio (41 días después de la siembra), y la segunda con una mezcla de fosfato diamónico (50 kg/ha) y sulfato de amonio (50 kg/ha), el 13 de agosto.

En cada parcela de los tratamientos con malezas y arvenses melíferas, a lo largo de transectos de 38 m x 80 cm, se delimitaron de forma aleatoria cuatro rectángulos de 100 cm x 80 cm (ancho del surco), para registrar las especies de arvenses y sus densidades. Los muestreos se efectuaron a los 45, 75 y 105 días después de la siembra. Las plantas se recolectaron y herborizaron de acuerdo con el método propuesto por Lot y Chiang (1986). Los ejemplares se determinaron empleando bibliografía especializada y se depositaron en el herbario de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-San Cristóbal de Las Casas).

La recolección de insectos y arañas se llevó a cabo en cada parcela en plantas de maíz y arvenses, a lo largo de transectos designados de forma aleatoria de 38 m de largo por 80 cm de ancho. Las cuatro fechas de recolección incluyeron la mayor parte de las fases fenológicas del maíz: 15 días (plántula), 45 días (juvenil), 75 días (adulto), y 105 días después de la siembra (CATIE 1990). Durante la primera y segunda fecha se emplearon redes; sábanas entomológicas de golpeo en la tercera; y bolsas de plástico en la cuarta recolección.

La recolección de insectos y arañas en cada sitio fue simultánea, entre las 9:00 y las 16:00 h; el orden de muestreo de las parcelas se designó de forma aleatoria. Los organismos se fijaron en alcohol al 70% y se trasladaron al laboratorio de bioensayos de ECOSUR para su separación por morfoespecie e identificación

hasta el nivel de orden o familia, empleando las claves taxonómicas de Borror y White (1970), King y Saunders (1984), Morón y Terrón (1988), Borror *et al.* (1989), Andrews y Caballero (1995), Cruz-López *et al.* (1999), Castner (2000) y Nicholls *et al.* (2000). Los ejemplares se depositaron en la Colección Entomológica de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSC-E) y en la colección de referencia del proyecto Diversidad en Sistemas de Cultivo, ECOSUR-San Cristóbal de Las Casas. Se documentó el hábito alimenticio de los diferentes insectos para agruparlos en las siguientes designaciones: fitófagos, depredadores, degradadores, parasitoides, polinizadores y desconocidos (incluye los ejemplares que no se identificaron en alguno de los grupos anteriores).

Para cada tratamiento, se determinó la riqueza de especies (S), la diversidad (Shannon-Wiener) y la acumulación de especies (Galindo-Leal *s.f.*, Magurran 1988, Moreno 2001), mediante el uso del programa Estimates, versión 6.0. Se efectuaron análisis de varianza para observar diferencias entre las abundancias de morfoespecies y gremios entre tratamientos para ambas parcelas. Previo al análisis, los datos de abundancia se normalizaron mediante una transformación logarítmica (\log^{10}) (SPSS versión 9.0[®]).

Resultados y discusión

Se registraron 28 especies de arvenses, pertenecientes a 15 familias botánicas. Las familias mejor representadas fueron Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Rubiaceae (Recuadro 1). Las especies más abundantes fueron *T. tubaeformis*, *Borreria laevis* (Lam.) Griseb., *Dyssodia tagetiflora* Lag., *Salvia hispanica* L., *Hemidiodia ocimifolia* (Willd.) Schum., *Oplismenus hirtellus* (L.) Beauv., *B. odorata* y *Paspalum* sp.

En la parcela I se recolectaron 16 especies, siendo *B. laevis* la más abundante, con densidades promedio por fecha de recolecta de 40 individuos/m², seguida de *H. ocimifolia* (29 individuos/m²), y *T. tubaeformis* (17 individuos/m²). En la parcela II se recolectaron 23 especies de arvenses, siendo *T. tubaeformis* la más abundante, con un promedio de 63 individuos/m², seguida de *D. tagetiflora* (48 individuos/m²) y *O. hirtellus* (26 individuos/m²) (Fig. 1).

Urzúa (1991), Espinoza y Sarukhán (1997) y Gordillo (1997) sugieren que el manejo de cada sitio es uno de los factores que influyen en la composición de especies de arvenses; esto explica las diferencias pre-

sentadas entre las parcelas en estudio, a pesar de situarse en una misma localidad. Por otro lado, ambas parcelas comparten parte de las especies de arvenses (p. ej. *T. tubaeformis* y *B. odorata*), ampliamente distribuidas y capaces de escapar al combate empleado.

Se recolectó un total de 10934 insectos, pertenecientes a 12 órdenes, 101 familias y 255 morfoespecies (Cuadro 1). El incremento en la abundancia de insectos y arañas (Fig. 2) se relaciona con el desarrollo fenológico del maíz y las arvenses. Liis *et al.* (1986) encontraron una situación semejante en el cultivo de soya, indicando que al llegar el cultivo a la senectud, el número de insectos decrece bruscamente; probablemente debido al incremento de alimento y refugio que el cultivo y las arvenses proporcionan a estos organismos (Power y Kareiva 1990). En la parcela I se recolectaron 7222 individuos, distribuidos en 181 morfoespecies (69% del total de insectos recolectados). En la parcela II se recolectaron 3712 individuos (31%), correspondientes a 194 morfoespecies.

Las familias y morfoespecies de insectos más

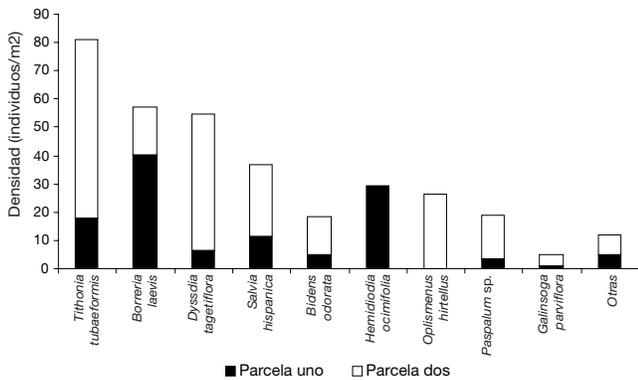


Figura 1. Densidad de arvenses por parcela, en el tratamiento con arvenses, en Yalumá, Chiapas (2002).

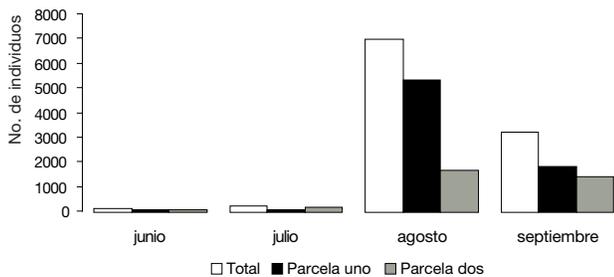


Figura 2. Número de individuos de insectos y arañas en maíz y arvenses, por parcela y fecha de recolección, en Yalumá, Chiapas (2002).

Cuadro 1. Número total de familias, morfoespecies e individuos por orden taxonómico, recolectados en maíz y arvenses en Yalumá, Chiapas (2002).

| Orden | Familias | Morfoespecies | Individuos |
|--------------|------------|---------------|--------------|
| Coleoptera | 25 | 79 | 7172 |
| Homoptera | 7 | 15 | 1554 |
| Dermaptera | 1 | 1 | 993 |
| Hymenoptera | 15 | 32 | 348 |
| Hemiptera | 14 | 45 | 266 |
| Diptera | 23 | 40 | 170 |
| Orthoptera | 2 | 5 | 151 |
| Lepidoptera | 2 | 4 | 10 |
| Psocoptera | 1 | 1 | 2 |
| Plecoptera | 1 | 1 | 2 |
| Blattaria | 1 | 1 | 1 |
| Araneae | 9 | 31 | 265 |
| Total | 101 | 255 | 10934 |

abundantes en ambas parcelas, de las familias Curculionidae y Chrysomelidae (Recuadro 2), incluidas como fitófagas (Borror *et al.* 1989), no son consideradas plagas por los campesinos de Yalumá; sin embargo, las abundancias presentadas y las observaciones de los productores de la comunidad sugieren que sus poblaciones han cambiado conforme el sistema productivo se ha simplificado, incrementando la posibilidad de que estos organismos se conviertan en plagas.

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el número de familias y morfoespecies en la parcela I ($F_8=9,951, P=0,12; F_8=14,46, P=0,05$). Sin embargo, no se detectan diferencias significativas para la abundancia de insectos y arañas en esa parcela ($F_8=0,042, P=0,959$) y para la abundancia, número de familias y morfoespecies en la parcela II ($F_8=0,415, P=0,023; F_8=2,39, P=0,117; F_8=2,18, P=0,194$). Debido a que se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (familias y morfoespecies) al interior de la parcela I, no se efectuó una comparación estadística entre parcelas (Cuadro 2, Fig. 3).

La riqueza de familias, morfoespecies y diversidad fue mayor en los tratamientos con arvenses y con arvenses melíferas, coincidiendo con lo encontrado en diversos trabajos que señalan que la diversidad dentro de un cultivo disminuye conforme se simplifica el sistema agrícola (Vandermeer y Perfecto 1995). Al eliminar las arvenses del cultivo de maíz (tratamiento sin arvenses), la estructura del hábitat se simplifica y, como señala Altieri (1999), conduce a la pérdida del microhábitat y los recursos alimenticios de la entomofauna. Lo anterior también se observa en la acumulación y abundancia de especies de insectos y arañas, mayor en el tratamiento con arvenses y menor en el tratamiento sin arvenses

Cuadro 2. Número de familias, morfoespecies e individuos de insectos y arañas, por tratamiento y parcela, recolectados en maíz y arvenses en Yalumá, Chiapas (2002).

| | Tratamiento | Familias | Morfoespecies | Individuos |
|------------|------------------------|----------|---------------|------------|
| Parcela I | Control (sin arvenses) | 40 a | 61 a | 2493 |
| | Con arvenses | 63 b | 141 b | 1580 |
| | Con arvenses melíferas | 62 b | 119 b | 3149 |
| Parcela II | Control (sin arvenses) | 29 | 65 | 818 |
| | Con arvenses | 49 | 114 | 1326 |
| | Con arvenses melíferas | 44 | 86 | 1130 |

Cifras seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes.

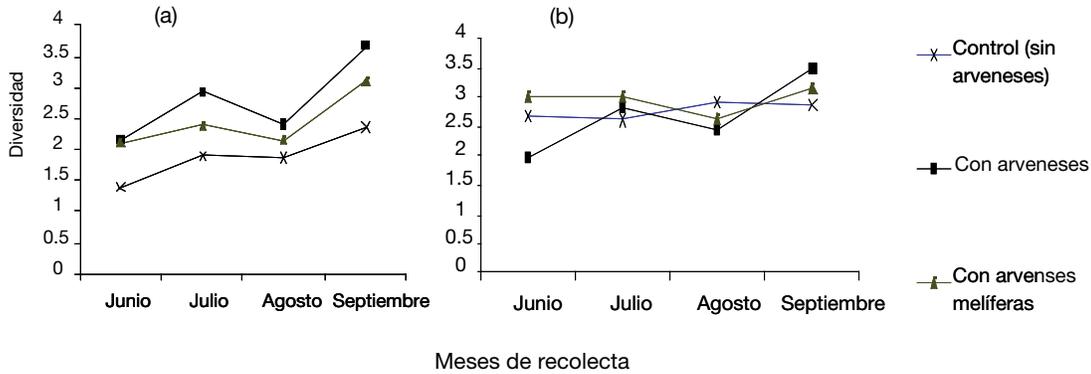


Figura 3. Diversidad de insectos y arañas (Shannon-Wiener) por tratamiento en las parcelas I (a) y II (b) durante los meses de recolecta en Yalumá, Chiapas (2002).

de ambas parcelas (Fig. 4), indicando que los tratamientos con mayor diversificación vegetal, en este caso los tratamientos con arvenses y estructura más compleja, proporcionan condiciones favorables para albergar un mayor número de insectos y arañas (Nicholls y Altieri 2001). Al eliminar dichas plantas del cultivo (tratamiento sin arvenses), disminuye el número de especies de insectos y arañas, modificando la composición dentro del agroecosistema y la red trófica, aumentando las posibilidades de que algunas especies oportunistas se conviertan en plagas.

En cuanto a los grupos tróficos, los fitófagos constituyeron el grupo con mayor número de individuos en ambas parcelas ($N=8128$), seguido por los degradadores ($N=1940$), depredadores ($N=667$), parasitoides ($N=169$) y polinizadores ($N=8$).

En la parcela I, se recolectó un total de 5967 individuos del grupo de los fitófagos, 1245 degradadores, 342 depredadores, 124 parasitoides y dos polinizadores. En la parcela II, se recolectaron 2161 fitófagos, 705 degradadores, 325 depredadores, 45 parasitoides, y seis polinizadores. La abundancia de algunas especies de insectos fitófagos fue muy alta en ambas parcelas, aunque en la parcela I fue mayor; esta y las demás di-

ferencias entre los grupos de insectos probablemente se deben al historial distinto en el manejo del cultivo en ambas parcelas y, aunque en las dos el manejo ha sido intensificado, existen diferencias en el uso de ciertos agroquímicos como la atrazina, de mayor agresividad (Cortina 1998), y la extracción del rastrojo de las parcelas, que no fue cuantificada en este estudio.

Los depredadores fueron más abundantes en el tratamiento con arvenses de ambas parcelas (parcela I: $F_8 = 7,11$, $P=0,026$; parcela II: $F_8=6,70$, $P=0,030$). Los parasitoides no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en la parcela I ($F_8=0,061$, $P=0,942$), pero si en la II ($F_8=10,500$, $P=0,011$). Los fitófagos no presentaron diferencias entre los tratamientos de ambas parcelas (parcela I: $F_8=0,954$, $P=0,437$; parcela II: $F_8=1,250$, $P=0,35$) (Fig. 5), lo mismo que los degradadores y polinizadores (degradadores, parcela I: $F_8=0,60$, $P=0,42$; parcela II: $F_8=2,71$, $P=0,41$; polinizadores, parcela I: $F_8=1,00$, $P=0,42$; parcela II: $F_8=1,00$, $P=0,42$) (Fig. 5).

La distribución, densidad y dispersión de los enemigos naturales en los cultivos varía mucho. La evidencia señala que ciertos atributos estructurales del agroecosistema, como la diversidad vegetal y los nive-

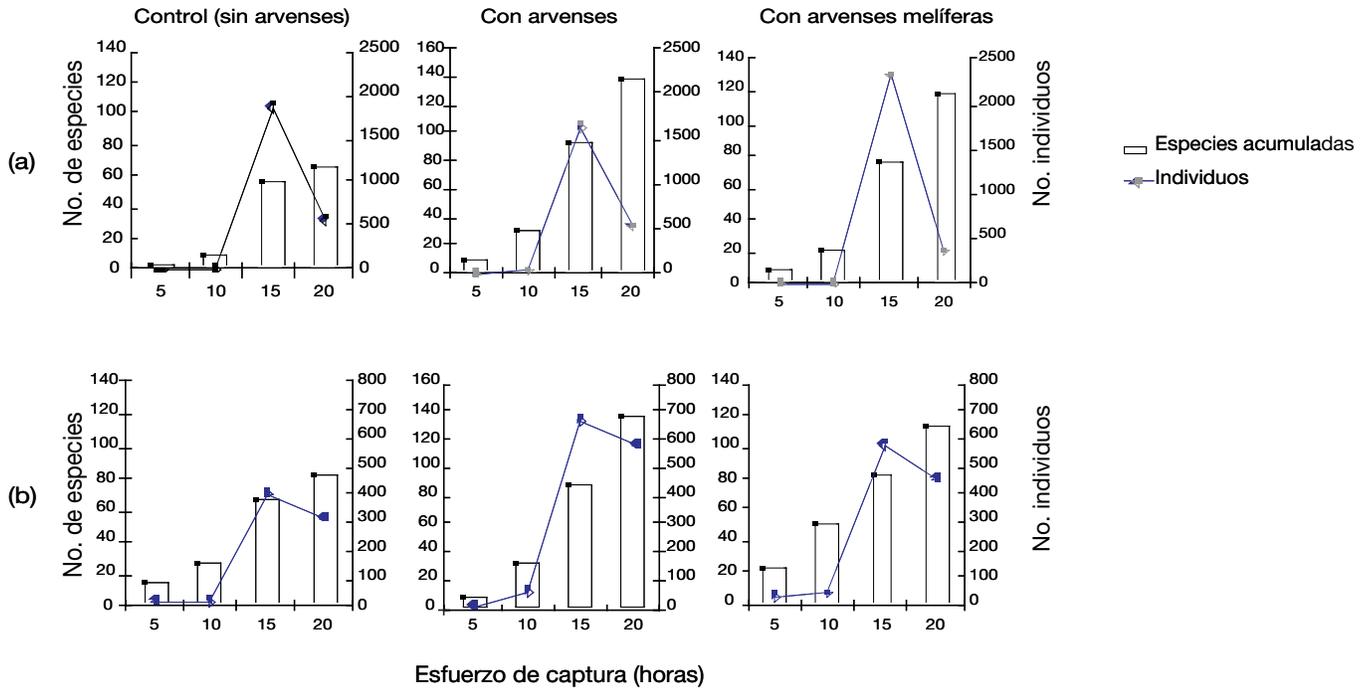


Figura 4. Número de individuos y especies acumuladas de insectos y arañas, por parcela y tratamiento, recolectados en Yalumá, Chiapas (2002). (a) Parcela I, (b) parcela II.

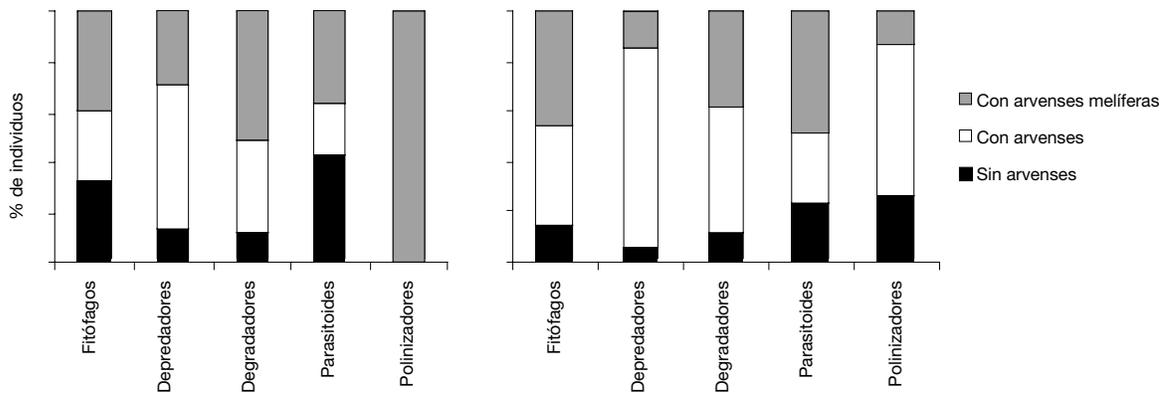


Figura 5. Porcentaje de insectos y arañas por gremios y tratamientos, recolectados en dos parcelas de Yalumá, Chiapas (2002). (a) Parcela I, (b) parcela II.

les de insumos, influyen significativamente en la dinámica y la diversidad de depredadores y parasitoides (Nicholls y Altieri 2002). Esto es consistente con lo reportado en este trabajo, donde los tratamientos con arvenses de ambas parcelas contaron con la mayor abundancia de depredadores.

El cambio en la dinámica del campo mexicano en las dos últimas décadas ha traído como consecuencia que los campesinos busquen otras alternativas para obtener mayores ingresos económicos; así, las tareas

agrícolas tienden a ser más rápidas y “eficientes” (Castro-Ramírez *et al.* 1998). Yalumá no es la excepción, ya que en esta comunidad las prácticas agrícolas, como el aporque y la deshierba, han sido sustituidas por el uso de agroquímicos (Sánchez-Gómez 2002). Tal situación ha generado que gran parte de los productores de numerosas comunidades del sur de México se desplace a sitios urbanos para ofrecer sus servicios como jornaleros. Las prácticas agrícolas tradicionales han sido sustituidas por otras convencio-

nales, como el uso de herbicidas, que requieren de menor tiempo y esfuerzo (Castro-Ramírez y Silva 2002).

Vandermeer y Perfecto (1995) señalan que la intensificación en las prácticas agrícolas conduce a la simplificación de los sistemas agrícolas y a la pérdida de diversidad de insectos. En los sitios estudiados, el cultivo de maíz en su forma convencional (sin arvenses) parece estar generando esta pérdida de especies de insectos. Los resultados de este trabajo ilustran cómo la intensificación afecta la diversidad de la entomofauna en los sistemas agrícolas, de tal forma que el manejo de las arvenses puede ser un elemento importante para conservar la riqueza de especies de insectos y arañas en estos sistemas. Al respecto, los patrones de riqueza, abundancia, y proporción de grupos de insectos con distintos hábitos alimenticios parecen ser consistentes entre las parcelas estudiadas. Si bien existen diferencias intrínsecas entre las parcelas elegidas (historia del manejo, aplicación de distintas proporciones de agroquímicos), el resultado cualitativo mostrado en este trabajo es robusto y sugiere que la escala a la cual los insectos discriminan los tratamientos es la adecuada.

Se recomienda llevar a cabo estudios específicos de las especies de insectos y arañas con mayor abundancia registrada en este trabajo, así como medir las poblaciones de enemigos naturales, e investigar las interacciones entre grupos y su posible efecto en el cultivo. Además, se deben realizar estimaciones del rendimiento del cultivo con diferentes arreglos de arvenses, tanto espacial como temporalmente, para poder generar una propuesta de manejo adecuada, que beneficie al productor, al mismo tiempo que reduzca el uso de insumos herbicidas y permita la conservación de la biodiversidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT-México), por la beca-crédito otorgada a la coautora principal para la realización de este trabajo; a la línea de investigación Diversidad de Sistemas de Cultivo de El Colegio de la Frontera Sur; al Programa de Apoyo a Tesis de Maestría (PATM), por la aportación de recursos económicos para cubrir los gastos del trabajo de campo; a Miguel Pinkus, por la determinación de los ejemplares del orden Araneae; a los integrantes del Laboratorio de Bioensayos de El Colegio de la Frontera Sur, por su apoyo en el trabajo de campo y de laboratorio; a Lorena Soto Pinto, Neptalí Ramírez Marcial y los revisores anónimos de la revista por los comentarios hechos a este manuscrito.

Recuadro 1. Número total de individuos de arvenses, por parcela, recolectados en parcelas con maíz en Yalumá, Chiapas (2002).

| Familia | Especie | Parcela I | Parcela II | Total |
|-------------------------|---|-----------|------------|-------|
| Dicotiledóneas | | | | |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus hybridus</i> L. | 4 | 0 | 4 |
| Asteraceae | <i>Bidens odorata</i> Cav. | 101 | 290 | 391 |
| | <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cron. | 0 | 1 | 1 |
| | <i>Dyssodia tagetiflora</i> Lag. | 133 | 1018 | 1151 |
| | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. | 17 | 92 | 109 |
| | <i>Heterosperma pinnatum</i> Cav. | 38 | 1 | 39 |
| | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass. | 375 | 1336 | 1711 |
| Campanulaceae | <i>Diastatea micrantha</i> (HBK.) McVaugh | 0 | 4 | 4 |
| Chenopodiaceae | <i>Chenopodium</i> sp. | 2 | 0 | 2 |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia graminea</i> Jacq. | 0 | 1 | 1 |
| Fabaceae | <i>Crotalaria pumila</i> Ort. | 0 | 10 | 10 |
| | <i>Dalea foliolosa</i> (Ait.) Barneby | 0 | 9 | 9 |
| | <i>Desmodium</i> sp. | 0 | 1 | 1 |
| Lamiaceae | <i>Salvia hispanica</i> L. | 244 | 533 | 777 |
| | <i>S. tiliifolia</i> Vahl | 0 | 1 | 1 |
| Malvaceae | <i>Sida acuta</i> Burm. | 0 | 1 | 1 |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis</i> sp. | 22 | 0 | 22 |
| Rubiaceae | <i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb. | 847 | 364 | 1211 |
| | <i>Hemidiodia ocimifolia</i> (Willd.) Schum. | 621 | 0 | 621 |
| Verbenaceae | <i>Lantana camara</i> L. | 0 | 1 | 1 |
| Monocotiledóneas | | | | |
| Commelinaceae | <i>Commelina</i> sp. | 1 | 2 | 3 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus</i> sp. | 0 | 8 | 8 |
| Poaceae | <i>Chloris virgata</i> Sw. | 0 | 30 | 38 |
| | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 0 | 4 | 4 |
| | <i>Digitaria</i> aff. <i>multiflora</i> Swallen | 1 | 66 | 67 |
| | <i>Eragrostis lugens</i> Ness | 41 | 29 | 70 |
| | <i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) Beauv | 5 | 549 | 554 |
| | <i>Paspalum</i> sp. | 70 | 328 | 398 |

Recuadro 2. Número de morfoespecies e individuos de insectos y arañas, recolectados en maíz y arvenses en Yalumá, Chiapas (2002).

| Orden | Familia | Morfo-especies | Individuos | Orden | Familia | Morfo-especies | Individuos |
|-------------|----------------|----------------|-------------|-----------------|---------------|----------------|------------|
| Araneae | Anyphaenidae | 1 | 2 | Coleoptera | Coccinellidae | 0 8 | 68 |
| | Araneidae | 28 | 70 | | Chrysomelidae | 13 | 2623 |
| | Clubionidae | 1 | 18 | | Curculionidae | 13 | 3424 |
| | Lycosidae | 2 | 2 | | Desconocido | 1 | 1 |
| | Oxyopidae1 | 1 | 1 | | Desconocida2 | 1 | 6 |
| | Salticidae | 3 | 49 | | Elateridae | 2 | 207 |
| | Tetragnathidae | 1 | 36 | | Endomychidae | 1 | 5 |
| | Theridiidae | 2 | 21 | | Histeridae | 3 | 3 |
| Blattaria | Thomisidae | 2 | 76 | Languriidae | 1 | 2 | |
| | Blattellidae | 1 | 1 | Lampyridae | 1 | 1 | |
| Coleoptera | Anthicidae | 1 | 52 | Lycidae | 1 | 1 | |
| | | 1 | 259 | Mordellidae | 2 | 14 | |
| | | 5 | 7 | Nitidulidae | 1 | 7 | |
| | | 1 | 2 | Phalacridae | 1 | 3 | |
| | | 4 | 7 | Ptilodactylidae | 1 | 1 | |
| | | 1 | 3 | Rhysodidae | 1 | 1 | |
| Coleoptera | Tenebrionidae | 2 | 120 | Diptera | Staphylinidae | 9 | 337 |
| | Dermaptera | 1 | 993 | | Simuliidae | 1 | 6 |
| Diptera | Forficulidae | 1 | 15 | Hemiptera | Syrphidae | 2 | 9 |
| | | 1 | 2 | | Tephritidae | 2 | 28 |
| | | 2 | 17 | | Alydidae | 2 | 13 |
| | | 4 | 14 | | Anthocoridae | 1 | 22 |
| | | 2 | 9 | | Coreidae | 3 | 7 |
| | | 3 | 12 | | Cydnidae | 2 | 55 |
| | | 2 | 3 | | Lygaeidae | 6 | 12 |
| | | 2 | 5 | | Miridae | 5 | 50 |
| | | 2 | 14 | | Nabidae | 10 | 60 |
| | | 1 | 1 | | Pentatomidae | 5 | 21 |
| | | 1 | 2 | | Reduviidae | 2 | 2 |
| | | 1 | 1 | | Saldidae | 2 | 4 |
| | | 3 | 15 | | Tingidae | 2 | 13 |
| | | 1 | 1 | | Homoptera | Aphididae | 2 |
| 2 | 5 | Cercopidae | 2 | 10 | | | |
| 1 | 2 | Cicadellidae | 5 | 112 | | | |
| Homoptera | Delphacidae | 1 | 1 | Hymenoptera | Halictidae | 1 | 1 |
| | Membracidae | 1 | 1 | | Ichneumonidae | 4 | 75 |
| Hymenoptera | Apoidea | 1 | 1 | Perilampidae | 2 | 19 | |
| | | 4 | 5 | Sphecidae | 3 | 14 | |
| | | 1 | 13 | Vespidae | 1 | 10 | |
| | | 2 | 4 | Lepidoptera | Arctiidae | 4 | 7 |
| | | 1 | 6 | | Gelechiidae | 1 | 2 |
| | | 1 | 2 | Orthoptera | Acrididae | 4 | 146 |
| | | 4 | 89 | | Gryllidae | 1 | 5 |
| | | 9 | 107 | Plecoptera | Desconocida | 1 | 1 |
| | | Psocoptera | Elipsocidae | 2 | 2 | | |

Literatura citada

- Altieri, MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 74:19-31.
- _____. 1988. The impact and ecological role of weeds in agroecosystems. In Altieri, MA; Liebman, M. eds. *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches*. Florida, US, CRC Press. p. 1-6.
- Andrews, KL; Caballero, R. 1995. Órdenes y familias de insectos de Centroamérica. Honduras, Zamorano Academic Press. 179 p.
- Borror D, J; White R, E. 1970. A field guide to the insects. Estados Unidos, Houghton Mifflin. 404 p.
- _____; Triplehorn C, A; Johnson, NF. 1989. An introduction to the study of Insects. Estados Unidos, Saunders College Publishing. 179 p.
- Castner, JL. 2000. Photographic atlas of entomology and guide to insect identification. China, Feline Press. 174 p.
- Castro-Ramírez, AE; Ramírez-Salinas, C; Ruiz-Montoya, L. 1998. Evaluación del daño en maíz causado por gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en Amatenango del Valle Chiapas, México. In Morón, MA; Aragón, A. eds. *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología A. C. p. 47-53.
- _____; Silva, A, M. 2002. Hacia la producción sustentable de maíz de temporal en Los Altos de Chiapas. In Aragón G, A; López-Olgún, J; Tornero, CM. eds. *Métodos para la generación de tecnología agrícola de punta*. México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. p. 159-170.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, CR, CATIE. 88 p. (Serie Técnica, informe técnico no. 152).
- Cochran, WG. 1998. Técnicas de muestreo. México, CECSA. 513 p.
- Cortina, NC. 1988. Manejo racional de plaguicidas químicos: Tendencias mundiales. *Gaceta ecológica*. INE.SEMARNAP. 48:70-76.
- Cruz-López, J; Castro-Ramírez, A; Ruiz-Montoya, L. 1999. Guía ilustrada de insectos asociados al cultivo de maíz y frijol en Tenejapa, Chiapas. México, ECOSUR. 45 p.
- Chávez, MM; Nava, BE. 1996. La agrodiversidad del maíz como un elemento de sostenibilidad de agricultura campesina. In *Memorias del II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre la Agricultura Sostenible*. Una contribución al desarrollo agrícola integral. Comisión de estudios ambientales. San Luis Potosí México. Colegio de Postgraduados. p. 134-146.
- Espinoza G, F; Sarukhán, KJ. 1997. Manual de malezas del valle de México, Claves, descripciones e ilustraciones. México. UNAM y Fondo de Cultura Económica. 407 p.
- Galindo-Leal, C. *s.f.* Diseño y análisis de proyectos para el manejo y monitoreo de diversidad biológica. Programa de investigación tropical. Stanford, US, Centro para la biología de la conservación, Universidad de Stanford.
- Gordillo, TM. 1997. Banco de semillas y composición de arvenses en milpa con manejo tradicional (roza-tumba-quema) e intensivo (labranza intensiva) en Sacaba, Yucatán. México, UADY. 63 p.
- King, AB; Saunders, JL. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Una guía para su reconocimiento y control. Tropical Development and Research Institute. Londres, UK. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 182 p.
- Liis, WJ; Gut, LJ; Westigard P, H; Warren, CE. 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. *Annual Review of Entomology* 31:455-478.
- Lot, A; Chiang, F. 1986 Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. México, Consejo Nacional de la Flora de México. 142 p.
- Magurran, EA. 1988. *Ecological Diversity and its measurement*. Estados Unidos, Princeton University Press. 179 p.
- Martínez A, M; Mapes S, C; Linares M, E; Basurto P, F; Castro L, D; Robles B, E. 1994. Proyecto Milpa. Etnobotánica de quelites (en línea). Disponible en <http://www.grcp.ucdavis.edu/milpa/mck996/quel96.htm>. 12 p.
- Moreno, CE. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Textos universitarios. México, Universidad Veracruzana. 49 p.
- Morón, MA; Terrón R, A. 1988. *Entomología práctica*. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica forestal y ecológica de México. México, Instituto de Ecología, A. C. 504 p.
- Nicholls, CI; Altieri, MA. 2001. Bases agroecológicas para el manejo de la biodiversidad en agroecosistemas: Efectos sobre plagas y enfermedades. University of California, Berkley. 15 p.
- _____; Altieri, MA. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 65:50-60.
- _____; Altieri, MA; Sánchez, SJ. 2000. Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable. Estados Unidos, USD National Biological Control Institute. 77 p.
- Power, GA; Kareiva, P. 1990. Herbivorous insects in agroecosystems. In Carroll, R; Vandermeer, HJ; Rosset, MP. eds. *Agroecology*. Estados Unidos, McGraw-Hill. p. 310-327.
- Ramírez V, P; Valner G, O; Ramírez J, O; Sánchez S, C; Parra L, M; Olvera A, F. 1981. Esquema del ECOPLAN del municipio de Comitán de Domínguez, Estado de Chiapas. Síntesis informativa. México, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 6 p.
- Reyes C, P. 1980. *Diseño de experimentos aplicados: agronomía, química, biología, industrias, ciencias sociales y ciencias de la salud*. México, Trillas. 348 p.
- Sánchez-Gómez, JR. 2002. Daño en maíz por "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en Yalumá Villahermosa, municipio de Comitán, Chiapas. Tesis de Ing. Agrónomo. México. Instituto Tecnológico de Comitán. 116 p.
- Urzúa S, F. 1991. Manejo de malezas y dinámica de sus poblaciones en cultivos bajo labranza de conservación. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 16 p.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 1995. Breakfast of biodiversity. The truth about rain forest destruction. Estados Unidos, Institute for Food and Development Policy. 186 p.