

Diversidad de insectos en especies vegetales cultivadas en otoño-invierno en el valle del guadiana, durango

Insect Diversity In Plant Species Cultivated During Fall-Winter Growing Cycle At The Valle del Guadiana, Durango

Saúl Santana-Espinoza¹, Rigoberto Rosales-Serna^{1*}, Julio César Ríos-Saucedo¹, Jorge Luis Becerra- López², Pablo Alfredo Domínguez-Martínez¹ y Maihualy Fernández-Martínez¹.

¹INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

²Laboratorio de Cambio Climático y Conservación de Recursos Naturales-Facultad de Ciencias Biológicas UJED. Av. Universidad S/N Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo. Méx.

* Autor para correspondencia: rosales.rigoberto@inifap.gob.mx

RESUMEN

La introducción de especies vegetales favorece la diversificación productiva y la dinámica poblacional de insectos. El objetivo fue evaluar la diversidad y riqueza de insectos en lotes cultivados durante el otoño-invierno con especies vegetales para bioenergía y alimentación. Se evaluó higuera (*Ricinus communis* L.), maralfalfa (*Pennisetum* sp.), acacia (*Acacia retinoides* Schltdl.), álamo blanco (*Populus alba* L.), sauce (*Salix* sp.), praderas (*Lolium* spp.) y lechuga (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.). Se realizó muestreo aleatorio para determinar el número de órdenes de insectos, familias e individuos. Se calculó la diversidad alfa (índices de Simpson, Shannon, Menhinick y Margalef), beta (Sorensen) y equidad (*J*). El álamo blanco (28) atrajo una cantidad alta de familias, aunque la población de individuos (253) fue más alta en maralfalfa, por ser preferente. Se detectaron siete órdenes de insectos, con predominio de Diptera (15) y la familia Chloropidae sobresalió en la mayoría de especies vegetales (6), por el número de individuos (315). El álamo blanco mostró niveles altos para los índices de Shannon (2.82), Simpson (0.92), Menhinick (2.59) y Margalef (5.67), por su atracción de varios órdenes y familias de insectos. La equidad (*J*) fue más baja en maralfalfa (0.46), debido al número alto de individuos para la familia Chloropidae (175). Los lotes que mostraron similitud (diversidad beta), fueron álamo blanco-sauce (51.5 %) y álamo blanco-maralfalfa (50.0 %), por su capacidad para sostener ciertas familias de insectos. La diversificación invernal de especies cultivadas favoreció la presencia de un número alto de insectos, con predominio del orden Diptera y familia Chloropidae.

Palabras clave: ecología, conservación, sostenibilidad, bioenergía, productividad.

SUMMARY

The introduction of different plant species favors productive diversity but also insect population dynamics. The objective was to evaluate the diversity and richness of insect populations in plots cultivated during the fall-winter seasons with bioenergy and food crops. Evaluations were performed in castor bean (*Ricinus communis* L.), maralfalfa (*Pennisetum* sp.), acacia (*Acacia retinoides* Schltdl.), white poplar (*Populus alba* L.), willow (*Salix* sp.), grass (*Lolium* spp.) and lettuce (*Lactuca*



sativa var. *capitata* L.). Random sampling was carried out to determine the number of insect orders, families and individuals. Data were used to calculate alpha diversity indices (Simpson, Shannon, Menhinick and Margalef), beta (Sorensen) and equity (J). White poplar attracted a greater number of insect families (28), although the highest number of individuals (253) was observed in maralfalfa, due to its preference. Seven insect orders were observed, predominating Diptera (15) in which the family Chloropidae was present in most of the plant species (6), showing high number of individuals (315). White poplar showed the highest values for Shannon (2.82), Simpson (0.92), Menhinick (2.59) and Margalef (5.67) indices, which were related to attraction of a high quantity of insects belonging to different orders and families. Low equity (J) was registered in maralfalfa (0.46), due to a high number of individuals (175) belonging to family Chloropidae. Plots showing high similarity (beta diversity) were white poplar-willow (51.5 %) and white poplar-maralfalfa (50.0 %), evidencing its capacity to sustain specific insect families. Diversification of winter crops favored the presence of a high insect number, with predominance of the Diptera order and the Chloropidae family.

Key words: ecology, conservation, sustainability, bioenergy, productivity.

INTRODUCCIÓN

En Durango, se busca diversificar la producción agropecuaria y forestal para lograr la obtención de biomasa que pueda ser utilizada como alimento, forraje, abono agrícola y generación de bioenergía (Rosales *et al.*, 2018). Con ello, se ha favorecido la diversificación de cultivos y hábitats durante la estación de invierno, lo que multiplicó también las áreas de alimentación y refugio para diferentes especies de insectos, que son considerados como benéficos y otros catalogados como insectos plaga. Con base en lo anterior, se requiere el estudio de la relación que se establece entre especies vegetales cultivadas en diferentes sistemas productivos y las familias de insectos que se presentan en los hábitats generados a partir de las actividades antropocéntricas.

Los insectos muestran beneficios como la polinización vegetal y producción directa de alimentos, como es el caso de la miel, además de contribuir al control de algunas especies insectiles consideradas como plagas en plantas y animales de interés humano (Khadijah *et al.*, 2013). La multiplicidad de hábitats generados por la reconversión productiva, en el ámbito agropecuario y forestal, han favorecido también la variación en la diversidad y riqueza de

especies de insectos en Durango. Lo anterior, hace necesaria la actualización de las interacciones entre especies vegetales y familias de insectos presentes en los ciclos de cultivo otoño-invierno y primavera-verano. Con ello, se podrá establecer el nivel de la disminución de los insectos polinizadores y sus posibles efectos en diferentes especies vegetales silvestres y domesticadas.

Las pérdidas del hábitat es el problema principal para la supervivencia a largo plazo de diferentes especies vegetales y animales. El mosaico formado por las plantaciones forestales, praderas irrigadas y cultivos invernales (avena y trigo) representa espacios aislados, en los cuales se favorece la diversidad de insectos en Durango. Algunas especies vegetales son afectadas por las temperaturas bajas del invierno, otras las toleran y mantienen vivos algunos órganos, aunque se reduce considerablemente el metabolismo. Las especies vegetales que se secan, por efecto de la falta de agua y temperatura baja (heladas), sirven como refugio debido a que funcionan como aislantes; mientras que, las que se mantienen verdes sirven como fuentes de alimentación. Se ha demostrado que, los lotes de cultivo pequeños y aislados mantienen un número bajo de especies, vegetales y animales, en comparación con

fragmentos de vegetación grandes y continuos (Chima *et al.*, 2013). Por ello, la reducción en el tamaño de los fragmentos y diversidad de la vegetación afectó la presencia de algunas especies de insectos. El interés actual por la conservación de las poblaciones naturales de insectos benéficos, como las abejas, generó la necesidad de evaluar la diversidad de especies y las relaciones inter-específicas (insectos y plantas), para establecer programas de manejo integrado y planes de conservación.

Existen múltiples índices para el estudio y comparación de la diversidad de insectos presentes en uno o varios hábitats. Los índices incluidos en la diversidad alfa evalúan la riqueza de especies en unidades relevantes (hábitat) e incluyen también la abundancia relativa de especies (Carmona-Galindo y Carmona, 2013). Los índices de Margalef y Menhinick ayudan en la determinación de la riqueza de especies, mientras que la similitud de especies entre fragmentos puede evaluarse con los índices de Simpson y Shannon. Por su parte, la diversidad beta analiza la similitud/diferencia entre un hábitat, cuando es comparado con el total observado en un grupo de hábitats (Carmona-Galindo y Carmona, 2013). La evaluación de la composición de especies y su variación entre fragmentos de vegetación puede calcularse con el índice de Sorensen (Chima *et al.*, 2013). También, es posible determinar la equidad de especies (J), donde los valores cercanos a cero se relacionan con la dominancia alta de pocas especies, mientras que el valor de 1 representa equidad de individuos en todas las especies del muestreo (Carmona-Galindo y Carmona, 2013). El objetivo fue determinar la diversidad y riqueza de insectos presentes en lotes de producción cultivados con diferentes especies vegetales durante el ciclo Otoño-Invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material utilizado. Se plantaron cinco especies de crecimiento rápido en el Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP, en Durango, Dgo.

México. Las especies incluidas fueron de tipo herbáceo: (higuerilla y maralfalfa), arbustivo-arbóreo (acacia) y arbóreo (álamo blanco y sauce). En vivero se utilizaron macetas de 5 kg de capacidad y 4 kg de sustrato de reúso, el cual se preparó inicialmente a base de suelo, turba y vermiculita en la proporción (50:25:25). El vivero se estableció en febrero de 2018 y se aplicó riego en forma regular (cada cuatro días), para evitar el estrés de humedad en las plantas en crecimiento. Se utilizaron también un lote de praderas irrigadas [ballico anual (*L. multiflorum* L.), ballico perenne (*L. perenne* Lam.)] y otro de producción de lechuga (*L. sativa* var. *capitata* L.).

Descripción del sitio. El sitio experimental está ubicado en el municipio de Durango, en las coordenadas 23° 59' 14" N, 104° 37' 19" O y una altitud de 1,880 m. El suelo predominante es del tipo franco (arenoso y arcilloso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.9 y es pobre en contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima predominante en la región es templado semiárido [BS₁ kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para dicha variable es de 17.1 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al.*, 2005).

Manejo agronómico. En la plantación de especies bioenergéticas de crecimiento rápido y para el trasplante de lechuga se utilizaron franjas apareadas de 620 m². La plantación se efectuó el 6 de junio de 2018; mientras que el trasplante de lechuga se realizó en el ciclo otoño-invierno 2018-2019. La preparación del suelo, previa a la plantación y trasplante, consistió en un subsoleo cruzado, un paso de rastra, surcado, riego y un segundo paso de rastra. Después, se efectuó el trazo de la plantación y se inició el trasplante en hoyos realizados con palas poceras, los cuales tuvieron un ancho adecuado para introducir el

cepellón completo. Se cubrió el cepellón con suelo y se apisonó para asegurar el trasplante correcto de las plantas. En el caso de lechuga se usaron plantines, cultivados en vivero, los cuales se trasplantaron en surcos acolchados con hilera doble y riego presurizado por goteo. Las praderas irrigadas fueron establecidas desde hacía 10 años, en un lote de 5,700 m², con una mezcla de especies (*L. multiflorum* y *L. perenne*) y se encontraban en pastoreo durante el desarrollo de los muestreos.

En la plantación de especies bioenergéticas y en el lote con lechuga se instaló el sistema de riego presurizado por goteo con cintilla de 16 mm, dispersores cada 20 cm y un gasto de 1 L h⁻¹. Las especies para bioenergía se fertilizaron 35 días después del trasplante (DDT), mediante la incorporación de fertilizante granulado con la dosis 35-50-00 para nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O). El control de la maleza se realizó mediante tres pasos de rastra por los callejones y tres deshierbes manuales realizados con azadón. Se aplicó insecticida en dos ocasiones (una con clorpirifos + gamma cyhalotrina: Látigo ® y otra con spinetoram: Palgus®) para el control de diabrótica y gusano elotero. Se aplicaron ocho riegos de auxilio, además de la lluvia acumulada, para evitar el estrés hídrico en las plantas de todas las especies incluidas en la plantación. Con ello, se pretendió lograr una expresión alta del potencial genético para la producción de biomasa en cada una de las especies. Los riegos fueron ligeros,

con una duración de 4 h y un gasto por gotero de 1 L h⁻¹. La lámina de riego acumulada (L_{RA}) fue de 48 L m⁻² en hilera sencilla y 86 L m⁻² en hilera doble. Después del crecimiento de verano, se dejaron las plantas en campo, expuestas a los factores ambientales, hasta la realización de los muestreos invernales para determinar la dinámica de las poblaciones de insectos.

Variables evaluadas. Durante el ciclo otoño-invierno 2018-19 se evaluó semanalmente, entre el 15 de noviembre y 28 de febrero, el número de insectos, los cuales fueron clasificados con base en el orden y familia (Domínguez, 1996). En los lotes de plantación (620 m²) de especies dendroenergéticas y lechuga, así como, en la pradera irrigada (5,700 m²) se realizó muestreo sistemático, en 1.8 m lineales de las hileras de plantas (5.4 m²). En cada punto de muestreo se realizaron 30 redeos (red entomológica) y los insectos atrapados se colocaron en frascos con alcohol al 70 %, para conservarlos hasta su identificación. Para lograr lo anterior, se utilizaron las claves de Domínguez (1996), mediante la observación de los especímenes en un microscopio compuesto. Los resultados obtenidos se utilizaron para el cálculo de la diversidad alfa, diversidad beta y equidad de especies (J). Además, se analizaron los registros diarios de las temperaturas máximas y mínimas (INIFAP, 2019); así como, la lluvia ocurrida durante el periodo de muestreo (noviembre 2018- febrero de 2019).

Diversidad alfa. Se calcularon los índices de Margalef y Menhinick, con las ecuaciones siguientes:

Índice Margalef = $(S-1)/\ln N$ e Índice Menhinick = $S/\sqrt{N}$

Donde S = número de especies y N = número total de individuos encontrados para todas las especies.

Para la determinación de la similitud/heterogeneidad se midió el Índice de Simpson

$$D = \sum ni(ni-1) / N(N-1)$$

Dónde: ni = número de individuos de la i -ésima especie enumerada para $i = 1 \dots q$ y q número total de especies incluidas en el estudio.

El Índice de Shannon se expresó como $H = -\sum p_i * \ln(p_i)$,

Dónde: p_i = la proporción de los individuos en la i -ésima especie y s = número total de especies (Chima *et al.*, 2013).

Diversidad beta. La evaluación de la similitud en la composición poblacional de insectos entre lotes de cultivo se estimó con el Índice de Similitud de Sorensen (IS) = $[a/(a + b + c)] \times 100$, donde a = número de especies presentes en los dos fragmentos en evaluación, b = número de especies presentes en el sitio 1 y ausentes en el fragmento 2; c = número de especies presentes en el sitio 2 y ausentes en el fragmento 1.

Equidad. La equidad de especies (J) se calculó con base en el Índice de Shannon (H) y la riqueza de especies (S), mediante la ecuación $J \approx H/\ln S$. Los valores cercanos a 0 se

consideran como de baja equidad y dominancia de pocas especies, mientras que los cercanos a 1 se relacionan con la equidad total entre especies e individuos (Carmona-Galindo y Carmona, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones meteorológicas. En el ciclo otoño-invierno (Noviembre 2018 - Febrero 2019), el valor para la lluvia acumulada fue bajo en Durango (Figura 1) y se registraron únicamente 14.9 mm. Además, la distribución de la lluvia fue irregular y se hizo necesaria la aplicación de riegos de auxilio, para evitar estrés hídrico en las plantas que sobrevivieron las temperaturas bajas registradas durante la estación de invierno. La temperatura mínima registrada durante el ciclo de cultivo fue variable y alcanzó un valor promedio de 2.3 °C, mientras que la máxima

alcanzó 22.8 °C. El valor más bajo de la temperatura mínima fue de -7.0 °C (15 de noviembre), lo que afectó drásticamente el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales (helada). Lo anterior, influyó directamente sobre la supervivencia de las plantas especialmente en maralfalfa, higuierilla y acacia. El descenso en el promedio para la temperatura mínima registrado en noviembre (-0.1 °C), diciembre (-1.0 °C) y enero (0.0 °C) favorecieron la presencia de heladas y la necesidad de los insectos para buscar refugio y fuentes de alimentación.

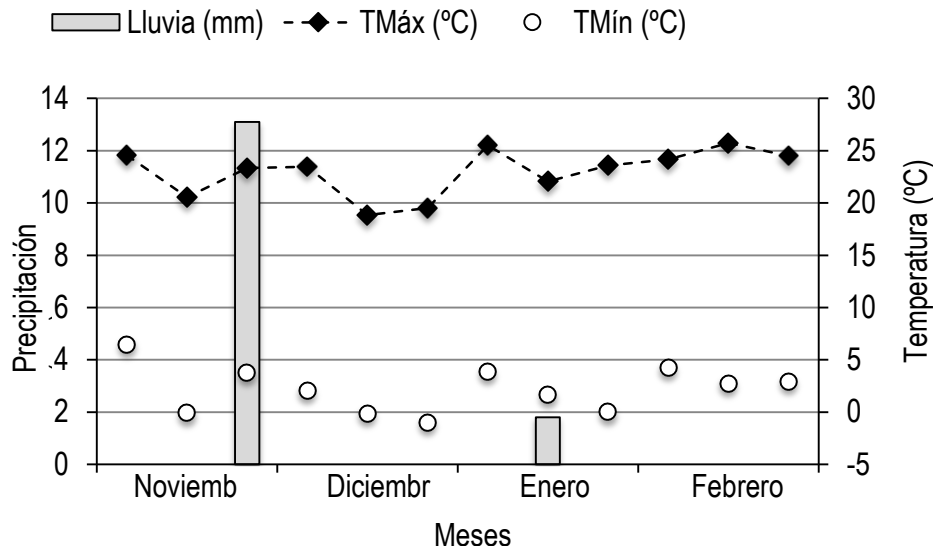


Figura 1. Valores promedio de temperatura máxima y mínima y lluvia acumulada en periodos de 10 días en la estación meteorológica Durango, Dgo. 2018-2019.

Especies vegetales y familias de insectos. El álamo blanco fue la especie vegetal que atrajo una cantidad mayor de familias de insectos con 28 y fue seguida por las poblaciones de acacia y sauce con 22 familias, cada una. En el caso del álamo blanco y sauce, la presencia de hojas verdes favoreció la visita de los insectos que buscaron fuentes de alimentación, mientras que acacia y maralfalfa fueron utilizadas preferentemente como resguardo ante las temperaturas bajas, humedad relativa y radiación solar incidente durante el día (Abidin *et al.*, 2013). Lo anterior, debido a que dichas especies mostraron tallos y ramas con múltiples hojas secas adheridas y dobladas hacia abajo, lo que proporcionó protección a los insectos. Los niveles más bajos para el número de familias de insectos se observaron en lotes cultivados con lechuga (13) e higuierilla (14). Lo anterior, debido

a la aplicación de insecticida para el control de insectos plaga en lechuga y presencia, en higuierilla, de múltiples compuestos tóxicos y repelentes para insectos (Salem *et al.*, 2017).

Las especies cultivadas que mostraron población alta de individuos para diferentes familias de insectos fueron maralfalfa (253), sauce (158) y lechuga 139; mientras que el número más bajo se registró en higuierilla (49) y pradera irrigada (91). Lo anterior, se debió a la preferencia de algunas familias de insectos por gramíneas y acumulación de hojas secas en maralfalfa. Además, se observó presencia de hojas verdes durante la estación de invierno, en álamo blanco y sauce, lo que favoreció el uso de estas especies como fuentes de alimentación para diferentes especies de insectos (Cranshaw *et al.*, 1994).

Órdenes y familias de insectos. Se observaron siete órdenes de insectos (Cuadro 1), entre los cuales predominó Diptera (15 familias), seguido de Hymenoptera (12), Hemiptera (9) y Coleoptera (8). En contraste, los órdenes con el número más bajo de familias fueron Lepidoptera

(3), Orthoptera (1) y Dermaptera (1). La familia Chloropidae (Diptera) predominó en la mayoría de las especies vegetales (6) y mostró un número alto para el total de individuos (315), con nivel alto de especificidad en el cultivo de maralfalfa. Se encontraron individuos de la

familia Muscidae en todos los lotes de vegetación, aunque el número de individuos colectados fue bajo (67), con un nivel de preferencia mayor por praderas irrigadas (21) y lechuga (18). En otros estudios se ha demostrado la relación entre este tipo de insectos y especies vegetales de la familia Poaceae y Brassicaceae (Parra *et al.*, 2013; Kalaisekar *et al.*, 2017). Otra familia sobresaliente fue Miridae (Hemiptera), la

cual estuvo presente en seis lotes y se registró un total de 91 individuos. Se han identificado insectos de esta familia como plaga succionadora emergente en cultivos como algodón, en diferentes estaciones del año (Patil *et al.*, 2010), algunos muestran rango amplio de hospederos (8 a 22) durante el invierno y adaptaciones más específicas en primavera (Pan *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Orden, familias y número de insectos capturados en diferentes fragmentos de vegetación.

Orden	Familia	AC ¹	HI	AB	SA	MA	PI	LE	Total	EV
Coleoptera	Carabidae	4	1	5	1	2	0	0	13	5
Coleoptera	Chrysomelidae	1	0	4	5	2	20	17	49	6
Coleoptera	Coccinellidae	1	0	2	0	1	0	18	22	4
Coleoptera	Curculionidae	1	0	1	3	0	0	0	5	3
Coleoptera	Elateridae	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Coleoptera	Melyridae	0	1	0	1	0	1	0	3	3
Coleoptera	Scarabaeidae	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Coleoptera	Tenebrionidae	0	0	0	0	1	0	11	12	2
Dermaptera	Labiduridae	2	8	6	0	2	0	0	18	4
Diptera	Agromyzidae	0	0	2	7	5	0	0	14	3
Diptera	Bombilidae	0	0	0	0	1	1	0	2	2
Diptera	Calliphoridae	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Diptera	Cecidomyiidae	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Diptera	Chloropidae	30	12	26	63	175	9	0	315	6
Diptera	Syrphidae	0	3	4	0	0	1	0	8	3
Diptera	Culicidae	0	1	0	2	8	4	1	16	5
Diptera	Dolichopodidae	0	0	0	4	0	0	0	4	1
Diptera	Drosophilidae	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Diptera	Muscidae	11	3	10	3	1	21	18	67	7
Diptera	Mycetophilidae	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Diptera	Sciaridae	13	0	1	0	3	0	0	17	3
Diptera	Syrphidae	5	0	0	1	0	0	0	6	2
Diptera	Tephritidae	0	1	5	6	23	1	0	36	5
Diptera	Tipulidae	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Familias		22	14	28	22	20	17	13	49	

¹AC= Acacia, HI = Higuera, AB = Álamo Blanco, SA = Sauce, MA = maralfalfa, PI = pradera irrigada y LE = lechuga. EV = especies vegetales usadas como hospedero.

Cuadro 1. Orden, familias y número de insectos capturados en diferentes fragmentos de vegetación. (Continuación).

Orden	Familia	AC ¹	HI	AB	SA	MA	PI	LE	Total	EV
Hemiptera	Anthocoridae	5	0	3	0	0	0	0	8	2
Hemiptera	Aphididae	0	2	1	1	0	2	21	27	5
Hemiptera	Cicadellidae	12	3	12	20	1	4	0	52	6
Hemiptera	Cicadidae	9	0	4	7	4	11	0	35	5
Hemiptera	Lygaeidae	0	0	4	2	0	0	0	6	2
Hemiptera	Membracidae	1	0	1	1	0	0	1	4	4
Hemiptera	Miridae	6	8	11	9	11	0	46	91	6
Hemiptera	Pentatomidae	0	4	4	3	2	4	0	17	5
Hemiptera	Reduviidae	0	0	1	0	1	0	0	2	2
Hymenoptera	Apidae	0	0	0	0	0	2	2	4	2
Hymenoptera	Braconidae	3	0	2	8	5	5	1	24	6
Hymenoptera	Eucharitidae	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Hymenoptera	Eulophidae	0	0	2	2	0	2	0	6	3
Hymenoptera	Formicidae	4	0	1	8	4	0	0	17	4
Hymenoptera	Ichneumonidae	0	0	0	0	0	2	1	3	2
Hymenoptera	Pompilidae	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Hymenoptera	Scelionidae	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Hymenoptera	SI ²	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Hymenoptera	SI2	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Hymenoptera	Sphecidae	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Hymenoptera	Vespidae	2	0	0	0	0	0	0	2	1
Lepidoptera	Gelechiidae	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Lepidoptera	Geometridae	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Lepidoptera	Nymphalidae	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Orthoptera	Acrididae	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Total		115	49	117	158	253	91	139	922	
Familias		22	14	28	22	20	17	13	49	

¹AC= Acacia, HI = Higuera, AB = Álamo Blanco, SA = Sauce, MA = maralfalfa, PI = pradera irrigada y LE = lechuga. EV = especies vegetales usadas como hospedero. ²SI = sin identificar.

En la estación invernal se observó predominancia de las familias de dípteros en Durango, las cuales revisten interés especial desde el punto de vista económico por su importancia agrícola, veterinaria y médica. En el plano agronómico, algunas familias de dípteros son importantes debido a que se consideran como insectos plaga de los cultivos (Chloropidae, Tipulidae, Tephritidae, Agromyzidae, Sciaridae), son fauna auxiliar que

controla otros insectos y algunos fueron clasificados como parasitoides (Bombyliidae, Cecidomyiidae y Syrphidae) (Barranco, 2003). En estudios con gramíneas se determinó la importancia de la familia Chloropidae en caña de azúcar, en la cual se pudieron diferenciar 10 especies (Nikpay *et al.*, 2017).

Los hábitats de estos insectos (Diptera) son diversos y algunos de ellos son fitófagos en los



órganos vegetativos y reproductivos de los cereales y otras monocotiledóneas, mientras que otras especies, en estado larvario, producen agallas y existen grupos de saprófagos, predadores y carnívoros que pueden servir en el control biológico de otros insectos plaga (Nikpay *et al.*, 2017). Lo anterior, se relacionó con el cultivo de maralfalfa, la cual a pesar del daño por helada, mostró que la mayoría de las plantas mantuvieron rizomas vivos durante el invierno. También, influyó la cercanía de las praderas

irrigadas cuyos pastos (*Lolium* spp.) muestran tolerancia a las temperaturas bajas del invierno y el pastoreo del ganado favorece la presencia de insectos pertenecientes a diferentes familias de dípteros. Los otros órdenes (Hymenoptera, Hemiptera y Coleoptera) mostraron respuesta variable debido principalmente a los hábitos de consumo de los insectos, parámetros climáticos (Yilangai *et al.*, 2015) y estado fenológico de las plantas durante el periodo de muestreo.

Diversidad alfa. El álamo blanco mostró los valores más altos para todos los índices (Cuadro 2), con valores de 2.82 (Shannon), 0.92 (Simpson), 2.59 (Menhinick) y 5.67 (Margalef). En contraste la maralfalfa presentó niveles bajos para el índice Shannon (1.36), Simpson (0.51) y lechuga para Menhinick (1.10) y Margalef (2.43). Los índices mostraron relación con valores altos al momento de determinar la especie vegetal que atrajo una cantidad alta de órdenes, familias

e individuos de insectos, aunque en otros casos (maralfalfa) se observó variación en eficiencia (Lou y González-Oreja, 2012) ocasionada por la abundancia de individuos de una familia determinada de insectos (Chloropidae). Con base en lo anterior, se observó que el valor de *J* mostró nivel bajo de equidad, lo que se relacionó con dominancia alta de ciertas especies de insectos en maralfalfa (0.46) (Carmona-Galindo y Carmona, 2013).

Cuadro 2. Índices de diversidad alfa en diferentes fragmentos de vegetación. Durango, México. 2018-2019.

Índice	AC ¹	HI	AB	SA	MA	PI	LE
Núm. Familias	22	14	28	22	20	17	13
Shannon (H)	2.52	2.26	2.82	2.28	1.36	2.31	1.91
Simpson (1-D)	0.89	0.88	0.92	0.81	0.51	0.87	0.82
Menhinick	2.05	2.00	2.59	1.75	1.26	1.78	1.10
Margalef	4.43	3.34	5.67	4.15	3.43	3.55	2.43
Equidad (<i>J</i>)	0.82	0.86	0.85	0.74	0.46	0.82	0.75

¹AC= Acacia, HI = Higuera, AB = Álamo Blanco, SA = Sauce, MA = maralfalfa, PI = pradera irrigada y LE = lechuga.

El álamo blanco es una especie introducida en México, la cual contribuye a la alimentación de diferentes órdenes y familias de insectos, especialmente durante la estación invernal. Lo anterior, especialmente en las ocasiones que el invierno es benigno, cuando es posible observar hojas verdes en algunas especies de plantas. Otras especies vegetales, como maralfalfa y acacia, son utilizadas por diferentes familias de insectos principalmente como refugio, debido a que sus hojas secas y abundantes brindan protección aislante de la radiación solar y temperaturas extremas. La diversificación de especies de plantas cultivadas en un área, con fines alimenticios, forrajeros y para la generación

de bioenergía, favorecerá la diversidad y abundancia de los insectos (Janz *et al.*, 2006; Chima *et al.*, 2013).

Diversidad beta. Los lotes que mostraron similitud alta fueron álamo blanco-sauce y álamo blanco-maralfalfa (Cuadro 3). En contraste, se observó similitud baja entre higuera-lechuga y acacia-praderas irrigadas. Los resultados fueron influenciados por la distancia entre lotes y fenología de las especies vegetales, así como por los hábitos y preferencia mostrada por las familias de insectos presentes durante la temporada de invierno. Los resultados de la diversidad beta evidenciaron la relación que se

establece entre especies vegetales y determinadas familias de insectos, las cuales buscan alimento y protección. Dicha relación fue más importante entre especies que sirven como fuente de alimentación (álamo blanco y sauce), por la presencia de hojas verdes durante el invierno y otras que combinan alimentación-

refugio (álamo blanco-maralfalfa). Se ha demostrado que dichas relaciones se modifican en otras estaciones, con base en el crecimiento y desarrollo de las plantas, condiciones meteorológicas y requerimiento de los insectos (Yilangai et al., 2015; Robinson et al., 2018).

Se observó variación en los hábitats establecidos en diferentes lotes de producción, donde se tuvieron diferentes especies cultivadas y plantas arvenses. Con ello, se incrementó la riqueza de familias y el número de individuos presentes en las especies de plantas que resultaron preferentes para los insectos (FAO, 2001; Chima et al., 2013). Lo anterior, como resultado de la diversidad de fuentes de alimentación y refugio provistas por las diferentes especies de plantas. Se ha observado que el número alto de especies vegetales genera

más nichos para la coexistencia de especies animales (Chima et al., 2013), aunque la presencia de los insectos está restringida por la distribución de su hábitat, disponibilidad de alimento y otros recursos. El nivel bajo de similitud en la composición de especies (diversidad beta alta) registrada entre algunos lotes (higuerilla-lechuga y acacia-praderas irrigadas) se debió a la fragmentación del hábitat, fenología de las plantas y variaciones en la preferencia de las poblaciones de insectos.

Cuadro 3. Índice de similaridad de Sorensen para diferentes lotes de plantación. Durango, México. 2018-2019.

Fragmento	AC ¹	HI	AB	SA	MA	PI	LE
AC	*	20.0	37.5	37.5	40.0	18.2	20.7
HI		*	31.3	38.5	36.0	40.9	17.4
AB			*	51.5	50.0	30.3	20.6
SA				*	44.8	44.4	25.0
MA					*	37.0	26.9
PI						*	30.4
LE							*

¹AC= acacia, HI = higuerilla, AB = álamo blanco, SA = sauce, MA = maralfalfa, PI = pradera irrigada y LE = lechuga.

CONCLUSIONES

La diversificación de especies cultivadas en Durango favoreció la presencia de un número alto de órdenes y familias de insectos, especialmente en el caso de álamo blanco y maralfalfa. En la estación de invierno se observó predominancia del orden Diptera y familia Chloropidae, seguida de Muscidae y Miridae (Hemiptera). Las variaciones en la morfología y fenología de las plantas favorecieron el mantenimiento de la diversidad de insectos, a pesar de las temperaturas bajas registradas durante el invierno. El nivel bajo de similitud de las poblaciones de insectos, entre lotes cultivados, se relacionó con la fragmentación del

hábitat y presencia de diferentes especies de plantas, lo que afectó la diversidad beta, especialmente en el caso de higuerilla y lechuga. La ampliación del número de especies vegetales que se cultivan en Durango favorecerá la diversificación de las comunidades de insectos y el aumento en el número de individuos en aquellas que se adapten en hábitats nuevos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo parcial, obtenido a través del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, el cual fue financiado con recursos fiscales INIFAP (Número 9573834038).

LITERATURA CITADA

- Abidin, Z., A. S. Leksono, and Z. Kusuma. 2013. The effect of refuge block on the insect visitor to apple crop in Batu, East Java. *Journal of Biodiversity and Environmental Science* 3: 20-24.
- Barranco V., P. 2003. Dípteros de interés agronómico. Agromicidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 33: 203-307.
- Carmona-Galindo, V. D. y T. V. Carmona. 2013. La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma* 14: 20-28.
- Chima, U. D., G. E. Omokhua, and E. Iganibo-Beresibo. 2013. Insect species diversity in fragmented habitats of the University of Port Harcourt, Nigeria. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 8: 160-168.
- Cranshaw, W., D. Leatherman, and B. Kondratieff. 1994. Insects that feed on Colorado trees and shrubs. *Bulletin* 506 A. Colorado State University Coop. Ext. 176 p. Consulted online 05/08/2019. https://static.colostate.edu/client-files/csfs/pdfs/steamboat-district/Insects_Feed_Trees.pdf
- Domínguez R., R. 1996. Taxonomía I. Protura a Homoptera. Claves y diagnosis. UACH-Parasitología Agrícola. 276 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2001. Global forest resource assessment 2000. Main report. FAO Forestry Paper 140. Rome, Italy. p. 479.
- García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2019. Consultado en línea 15/04/2019. <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/>.
- Janz, N., S. Nylin, and N. Wahlberg. 2006. Diversity begets diversity: host expansions and diversification of plant-feeding insects. *BMC Evolutionary Biology* 6: 4.
- Kalaisekar, A., P. G. Padmaja, V. R. Bhagwat, and J. V. Patil. 2017. Insect-plant relationships. *In: Insect pests of millets: Systematics, bionomics, and management*. Academic Press. New York, USA. pp. 123-142.
- Khadijah, A. R., A. A. Azidah, and S. R. Meor. 2013. Diversity and abundance of insect species at Kota Damansara community forest reserve, Sengalor. *Scientific Research and Essays* 8: 359-374.
- Lou, J. y J. A. González-Oreja. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana* 56: 3-14.
- Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo. México. 224 p.
- Nickpay, A., E. P. Nartshuk, and F. R. Goebel. 2017. New record species complex of Chloropidae (Insecta: Diptera) from sugarcane fields in Iran. *Faunistic Entomology* 70: 89-94.
- Pan, H., Y. Lu, and K. A. G. Wyckhuys. 2013. Early-season host switching in *Adelphocoris* spp. (Hemiptera: Miridae) of differing host breadth. *PLoS One* 8: e59000, 1-8.
- Parra L., C. Rojas, A. Catrileo, R. Galdames, A. Mutis, M. A. Birkett, and A. Quiroz. 2013. Differences in the fly-load of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) on cattle is modified by endophyte infection of pastures.



- Electronic Journal of Biotechnology 16: 1-13.
- Patil, S. B., S. S. Udikeri, N. B. Vandal, S. A. Modagi, R. B. Hirekurubar, and G. S. Guruprasad. 2010. Population dynamics of *Creontiades biseratense* (Distant) (Miridae: Hemiptera) on Bt cotton in Dharwad district. Karnataka Journal of Agricultural Science 23: 157-158.
- Robinson, S. V. J., G. Losapio, and G. H. R. Henry. 2018. Flower-power: Flower diversity is a stronger predictor of network structure than insect diversity in an Arctic plant-pollinator network. Ecological Complexity 36: 1-6.
- Rosales S., R., J. C. Ríos S., R. Jiménez O., A. Carrillo P., C. A. Nava B., y P. A. Domínguez M. 2018. Rendimiento y calidad de biomasa en especies cultivadas para obtención de energía y abonos en Durango. AGROFAZ-Volumen Especial CELALA: 139-153.
- Salem, N., O. Bachrouch, J. Sriti, K. Msaada, S. Khammassi, M. Hammami, S. Selmi, E. Boushih, S. Koorani, M. Abderraba, B. Marzouk, F. Limam, and J. M. Ben Jemaa. 2017. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. International Journal of Food Properties 20: S2899-S2913.
- Yilangai, R. M., A. A. Chaskda, O. Akwashiki, and G. S. Mwansat. 2015. Effect of time of day, weather parameters and fruit stage on insect visitor of *Carissa edulis* Vahl and *Jasminum dichotomum* Vahl in a protected Nigerian habitat. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology 9: 23-27.