


## Diversidad de artrópodos asociados a traspatios con dominancia de árboles de durazno *Prunus persica* (Rosales: Rosaceae) en el Estado de México

### Arthropod diversity associated to rural backyards with dominance of peach trees *Prunus persica* (Rosales: Rosaceae) in Estado de México

 <sup>1\*</sup>JOHNATTAN HERNÁNDEZ-CUMPLIDO, <sup>1</sup>MAYTE CRUZ-CABALLERO, <sup>2</sup>LAURA REYES-HERNÁNDEZ, <sup>1</sup>IVÁN CASTELLANOS-VARGAS




Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

<sup>1</sup>Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Estudiante del Posgrado en Energía y Medio Ambiente, Departamento de Ecología, UAM-I, Av. San Rafael Atlixco N° 186, Col. Vicentina, C.P. 09340, Ciudad de México, México.

\*Autor correspondiente:

 Johnattan Hernández-Cumplido  
[johnattanhdez@ciencias.unam.mx](mailto:johnattanhdez@ciencias.unam.mx)

Editor responsable: Ángel Alonso Romero-López

Cómo citar:  
Hernández-Cumplido, J., Cruz-Caballero, M., Reyes Hernández, L., Castellanos-Vargas, I. (2023) Diversidad de artrópodos asociados a traspatios con dominancia de árboles de durazno *Prunus persica* (Rosales: Rosaceae) en el Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 39, 1–17.

[10.21829/azm.2023.3912571](https://doi.org/10.21829/azm.2023.3912571)

eLocation-id: e

Recibido: 04 octubre 2022

Aceptado: 13 marzo 2023

Publicado: 12 mayo 2023

**RESUMEN.** Los traspatios son relevantes para el humano ya que proveen alimento y pueden ser reservorios de biodiversidad. Sin embargo, estos agroecosistemas han sido poco estudiados debido a la enorme variación de tamaño, forma y manejo que presentan. El objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia y riqueza de artrópodos asociados a traspatios con dominancia de durazno *Prunus persica* (L.) Stokes en el centro de México, a lo largo de dos temporadas climáticas (lluvias y seca). Se muestrearon cinco traspatios dentro de una misma comunidad humana mediante trampas de caída (*pitfall*), las cuales fueron monitoreadas mensualmente durante 12 meses (mayo 2017–mayo 2018). Se colectaron 3,263 individuos pertenecientes a nueve órdenes identificados para 175 morfoespecies. Los órdenes

más abundantes y con mayor riqueza en ambas temporadas fueron consistentemente Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. La abundancia de individuos no presentó diferencias significativas entre traspatios ni entre temporadas. En el traspatio con densidades intermedias de árboles de duraznos, se presentó una menor diversidad, pero la riqueza de especies no fue significativamente diferente entre traspatios. La diversidad estimada en el presente estudio es más alta comparada con otros estudios en cultivos extensivos de durazno. Los traspatios son importantes para la conservación, no solo de especies apreciadas por el ser humano, sino que también funcionan como refugios de artrópodos, manteniendo abundancias parecidas incluso en épocas de estiaje como lo encontrado en este estudio. Esto sin contraponer la producción a pequeña escala de árboles frutales como lo son los duraznos criollos.

Palabras clave: artrópodos; diversidad; duraznos; números de Hill; traspatios

**ABSTRACT.** Backyards are relevant for humans because the food they provide, and they can become biodiversity reservoirs. However, these agroecosystems have been poorly studied because the enormous variation in sizes and type of managements they receive from humans. The aim of this investigation was to evaluate arthropods abundance and richness associated to backyards with peach trees dominance *Prunus persica* (L.) Stokes in Mexico center during two seasons (dry and rainy). We sampled five backyards inside a human community by using pitfall traps which were served every month during twelve months (May 2017–May 2018). We found 3,263 individuals from nine orders and 175 morphospecies were identified. The most abundant and the richest orders were consistent between seasons Diptera, Coleoptera and Hymenoptera. Abundance did not show significant differences between backyards or between seasons. Although richness was not significantly different from the other backyards the backyard with intermediate coverage of peach trees showed the lowest diversity. Our diversity results compared to other studies conducted in extensive peach orchards show highest diversity. Backyards are important for the conservation not only of species appreciated by humans, but also, they function as refuges of arthropod diversity maintaining similar abundances even in times of low water availability as we found in this study. This without affect the small-scale production of fruit trees such as peach.

Key words: arthropods; diversity; peach; Hill numbers; backyards

## INTRODUCCIÓN

En muchas de las zonas rurales de Latinoamérica, es común observar que las familias tomen ventaja de los solares o traspatios para mantener diferentes cultivos anuales y perennes, así como animales de granja o de acompañamiento (López-González *et al.*, 2013). Estos se definen como agroecosistemas adyacentes a las casas o construcciones (Chávez-García *et al.*, 2012; Hernández-López, 2014). Estos lugares cumplen una gran cantidad de funciones ecológicas (p. ej. flujo de nutrientes o reservorios de diversidad), económicas (a través de la producción y autoconsumo) y sociales (como sitios de reunión y de promoción de la identidad y de las relaciones de la familia con la naturaleza). Las especies vegetales más frecuentes son aquellas que tienen mayor demanda en los traspatios, aunque depende mucho de la localización geográfica donde se ubiquen. Es común que los árboles frutales ofrezcan ventajas a los humanos, como sombra y alimento. Para el caso particular del centro de México, los árboles más frecuentes en los traspatios son los aguacates (*Persea americana* Mill, 1768), ciruelas (*Spondias purpurea* L., 1762), duraznos (*Prunus persica* (L.)

Stokes, 1812), granadas (*Punica granatum* L., 1753), guayabas (*Psidium guajava* L., 1753), higos (*Ficus carica* L., 1753), limones (*Citrus x limón* L., 1768), manzanas (*Malus* spp. Mill, 1754), naranjas (*Citrus x sinensis* (L.) Osbeck, 1765), nueces (*Juglans regia* L., 1753), peras (*Pyrus communis* L., 1753), plátanos (*Musa paradisiaca* L., 1753) y zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn, 1967) (González *et al.*, 2014; Rubí-Arriaga *et al.*, 2014; Ramírez-Santos, 2016). Estos microecosistemas están ubicados en casi todo el centro y sur de México, cubriendo muchas veces más de la mitad del área de las casas donde se encuentran, y desde una perspectiva ecológica y de función de la comunidad, y debido a su manejo, los traspatios pueden ser espacios que representen nuevos nichos y sitios para hacer escala por parte de los artrópodos (Altieri, 1995; Sperling & Lortie, 2010).

De manera global, el decline de las poblaciones de artrópodos se deriva de varios factores, dentro de los que destacan la intensificación agrícola, la deforestación, el cambio climático y el uso de plaguicidas (Sánchez-Bayo & Wyckuys, 2019; Wagner *et al.*, 2021). Todos estos factores están fuertemente relacionados con los seres humanos, por lo que se espera un efecto más pronunciado de la degradación entre más cerca estén de estos. Sin embargo, los traspatios (e incluso la milpa y los sistemas orgánicos) emergen como zonas intermedias o menos degradadas donde los humanos suelen ser menos agresivos con los métodos de contención de plagas, y donde los efectos como la homogenización vegetal (uso de monocultivos) no es tan marcada. Por lo que podrían proponerse como refugios o reservorios de diversidad de artrópodos.

La riqueza de artrópodos representa del 40 a 50 % del total de especies descritas en la Tierra (Giribert & Edgecombe, 2012; Melic, 2014), y su diversidad en agroecosistemas como los traspatios ha sido pobremente estudiada. Los artrópodos juegan un rol crucial en estos sitios, cumpliendo funciones como en el reciclaje de nutrientes, la descomposición del suelo, la degradación de la materia y la polinización (Rondoni *et al.*, 2011). Hasta el momento, pocos estudios en países en vía de desarrollo han estudiado los traspatios y comparado lo que ocurre con las comunidades de artrópodos en estos sistemas de agricultura orgánica, en contra de la agricultura convencional. Por ejemplo, Zalazar y Salvo (2007) encontraron que la riqueza y la abundancia de insectos (excepto Homoptera) fue mayor en cultivos orgánicos comparado con agricultura convencional en Córdoba, Argentina.

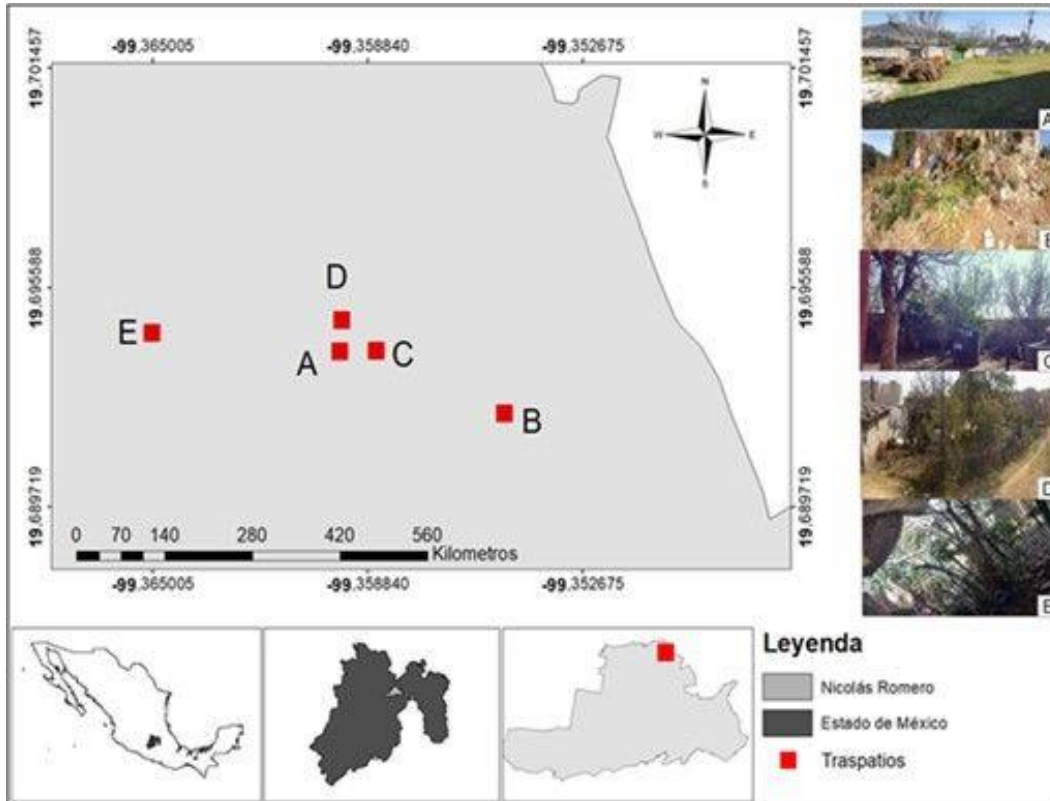
Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la riqueza, abundancia y diversidad de artrópodos asociados a cinco traspatios en una zona rural en el centro de México. Lo anterior para contribuir con información, no solo en términos de biodiversidad, sino también para emitir recomendaciones a los dueños de los traspatios sobre las potenciales plagas que pueden dañar sus árboles. Finalmente, este estudio espera contribuir al conocimiento en términos de diversidad de artrópodos en agroecosistemas con implicaciones para la toma de decisiones y la elaboración de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's) para una agricultura sostenible en el corto plazo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Sitio de estudio.* San Francisco Magú es una comunidad perteneciente al municipio de Nicolás Romero, Estado de México, México (19° 41' 52" N, 99° 21' 18" O) (Fig. 1) (Altamirano-Álvarez *et al.*, 2006). El clima asociado a la comunidad es templado sub-húmedo, con un promedio anual de 16 °C y una precipitación promedio anual de 604 mm.

Las especies dominantes en los traspatios pertenecen de las familias Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae, Rutaceae y Verbenaceae. Se tuvo acceso continuo a cinco traspatios del lugar con el permiso de los dueños. Los cinco sitios se definieron de acuerdo con la densidad (muy alta, alta, intermedia, baja y muy baja) de árboles de durazno (Cuadro 1). Los árboles de durazno

*P. persica* de los traspacios llegan a alcanzar alturas de hasta 5 m; sin embargo, en zonas de agricultura intensiva de esta especie, estos son podados y se mantienen a una altura no mayor de 3 m para su manejo agronómico y una fácil recolección de frutos. Este patrón de raleo fue muy recurrente en los traspacios estudiados (Fig. 1). La vegetación en los alrededores del asentamiento humano es definida como bosque de pino-encino.



**Figura 1.** Mapa de la localidad San Francisco Magú, perteneciente al municipio Nicolás Romero en el Estado de México, México. Los cuadros rojos representan los traspacios muestreados, clasificados según la densidad de árboles de duraznos por m<sup>2</sup>: A) Muy Alta, B) Alta, C) Intermedia, D) Baja y E) Muy baja.

**Muestreo de artrópodos.** El muestreo se llevó a cabo entre mayo de 2017 y mayo de 2018. Dentro de cada traspacio se seleccionaron dos árboles de durazno en donde fueron colocadas dos trampas de caída (*pitfall*) por árbol a una distancia de 1.5 m del árbol para evitar dañar sus raíces centrales. El método de trampas de caída fue elegido debido a que es de los métodos más extendidos para estimar actividad y abundancia relativa de insectos que se desplazan y/o viven en el suelo, además que son muy socorridas para el monitoreo de artrópodos (Spence & Niemela, 1994; Lövei & Sunderland, 1996). Otra razón para utilizar este tipo de trampas es por seguridad de los animales domésticos que se encuentran en los traspacios.

Las trampas consistieron en botes de 1 L (®Reyma VP18L) con una mezcla de 200 mL de etanol al 95 %, 100 mL de anticongelante (etilen-glycol marca ®Prestone Co. 72 %) y una gota de jabón líquido neutro (®Quimpro); esto para romper la tensión superficial de la solución y evitar que los insectos que caigan puedan salir. Después de colocar la solución en la trampa, esta fue cubierta con rocas y una base de madera para evitar la intrusión de animales domésticos, pero lo suficientemente grande para dejar libre la entrada de artrópodos. Las trampas estuvieron activas por 10 días; posteriormente, se dejaron inactivas 20 días para volverse a activar por 10 días, lo cual continuó durante los siguientes 13 meses abarcando la temporada de lluvias y de estiaje, con cinco

y seis muestreos, respectivamente. Durante este periodo también se evaluó de forma cualitativa el estado fenológico de los árboles de durazno donde se detectaron cuatro fenofases: fructificación, floración, crecimiento vegetativo y pérdida de follaje.

**Cuadro 1.** Características de cinco traspacios con distintas densidades de *Prunus persica* en San Francisco Magú, Estado de México, México.

Características del traspacio	Tipo de traspacio por densidad de <i>P. persica</i>				
	Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy alta
Área (m <sup>2</sup> )	160.6	63.5	125.4	97.3	95.9
Número de árboles de <i>P. persica</i>	5	3	7	6	7
Densidad de árboles de <i>P. persica</i>	0.031	0.047	0.056	0.062	0.073
Cobertura (m <sup>2</sup> )	23.37	10.41	8.39	14.9	18.02
Presencia de basura	No	No	No	Si	No
Presencia de mascotas	No	No	Si	Si	Si
Riqueza de especies de plantas	15	8	6	13	7
Tipos de plantas presentes	Frutales, hortalizas y herbáceas comestibles	Frutales, ornamentales y herbáceas comestibles	Frutales y ornamentales	Frutales, ornamentales y herbáceas comestibles	Frutales, ornamentales y herbáceas comestibles
Uso de las plantas	Venta, auto consumo, medicinal, sombra y decoración	Auto consumo, medicinal y decoración	Auto consumo, decoración y sombra	Auto consumo y decoración	Venta, auto consumo, sombra y decoración
Manejo	Fertilización orgánica, control de plagas cultural, riego, deshierbe y poda	Fertilización orgánica, deshierbe, riego y poda	Fertilización orgánica, deshierbe, riego y poda	Control de plagas cultural, riego y poda	Control de plagas cultural, riego y poda
Dueño	Juana	Isidra	Candelaria	Gregoria	Juan

*Identificación de artrópodos.* Todos los organismos colectados fueron trasladados al laboratorio para su posterior limpieza, separación, determinación y conservación. Las muestras fueron conservadas en etanol al 70 %. La determinación se hizo empleando un microscopio

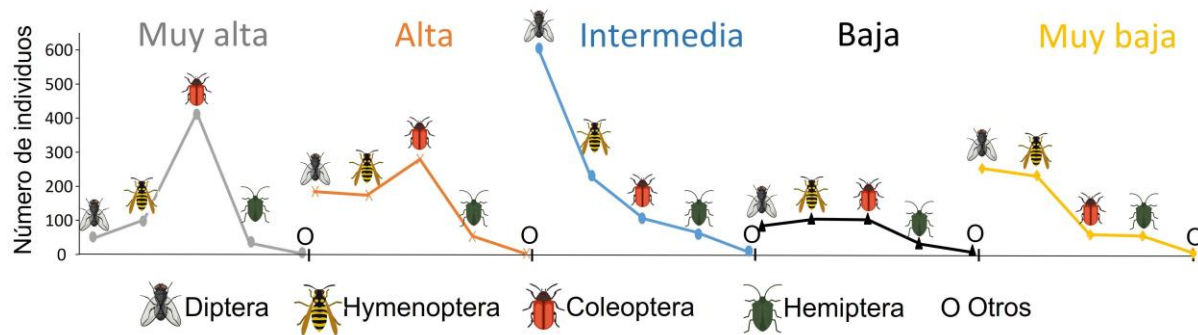
estereoscópico (®Leica EZ4) y claves dicotómicas (McAlpine *et al.*, 1981; Johnson & Triplehorn, 2005). El material colectado está depositado en el laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos y posteriormente se enviará con expertos del Instituto de Biología, UNAM. Aunque la determinación taxonómica se hizo al nivel más específico posible, los análisis de diversidad se hicieron a nivel de morfoespecie. Los valores de diversidad fueron construidos con la riqueza total (número de morfoespecies por traspatio).

*Análisis estadístico.* Con el fin de evaluar diferencias entre los manejos de traspatio sobre la abundancia de morfoespecies, se realizó un ANOVA con su respectiva prueba *post hoc* Tukey HSD, ya que los datos se ajustaron a una distribución normal y cumplieron con el supuesto de homocedasticidad de varianzas. De igual manera, se realizó una prueba de *t* de Student con los valores de abundancia de morfoespecies para evaluar diferencias entre estaciones (lluvias y seca). Estos análisis se hicieron con el programa JMP versión 11. También, se estimó la eficiencia del muestreo calculando la cobertura "*sample coverage*", la cual es el porcentaje de la comunidad que está representado en las colectas, con base en la proporción de los individuos que pertenecen a las morfoespecies registradas (Chao & Jost, 2012; SanJuan-Trejo *et al.*, 2021). El porcentaje o proporción de cobertura de muestreo se obtuvo con el paquete iNEXT (Hsieh *et al.*, 2018).

Se utilizaron los números de Hill para comparar la riqueza y diversidad de artrópodos entre los cinco traspacios con distintas dominancias de durazno. Se describieron los tres órdenes de diversidad, los cuales corresponden a  $q=0$  el número de especies,  $q=1$  que es representado por el exponencial del índice de entropía de Shannon-Weaver, el cual se fundamenta en la riqueza y equidad de las especies observadas, y  $q=2$  o inverso del índice de Simpson, el cual da más peso a las especies más abundantes (Jost, 2006). Estos parámetros también fueron calculados con el programa iNEXT (Hsieh *et al.*, 2018), donde las unidades que expresa el programa corresponden al número efectivo de especies. Para poder hacer una comparación cuantitativa de los distintos parámetros de diversidad, se calcularon los intervalos de confianza al 95 % y se observó si existía solapamiento de los valores a un mismo número de individuos (interpolando las muestras grandes y las de menor número de morfoespecies colectadas). Finalmente, para comparar la composición de morfoespecies entre traspacios, se realizó un análisis de agrupamiento con el método UPGMA tomando como base el índice de similitud de Bray Curtis.

## RESULTADOS

Un total de 3,263 individuos fueron colectados a lo largo del muestreo; estos fueron clasificados en 175 morfoespecies agrupadas en 32 familias de nueve órdenes (Cuadro 2). En términos de riqueza de morfoespecies, Coleoptera fue el orden con más morfoespecies registradas ( $S= 65$ ), seguida de Hymenoptera ( $S= 40$ ), Hemiptera ( $S= 32$ ) y Diptera ( $S= 29$ ); el resto estuvo repartido en los órdenes restantes [Psocoptera (3), Orthoptera (2), Thysanoptera (2), Neuroptera (1) y Trichoptera (1), ver Cuadro 2]. La mayor riqueza de órdenes se encontró en el traspatio con muy alta densidad de duraznos (Cuadro 3). El traspatio con la más alta abundancia no fue el que tuvo mayor presencia de árboles de durazno, sino el catalogado como de densidad intermedia (1,014 individuos, cobertura de muestreo 64.65 %), seguido del de densidad alta (695 individuos, cobertura de muestreo 76.19 %), muy alta (633 individuos, cobertura de muestreo 66.66 %), muy baja (596 individuos, cobertura de muestreo 68 %) y finalmente baja (325 individuos, cobertura de muestreo 49.3 %) (Fig. 2), sin diferencias significativas para la abundancia promedio de individuos entre los cinco traspacios ( $F_{(4,47)}= 0.730, P= 0.576$ ) ni en términos de abundancia cuando los datos se analizaron por temporada (lluvias *versus* seca) ( $t= 0.922, g.l.= 46, P= 0.361$ , ver Cuadro 2).



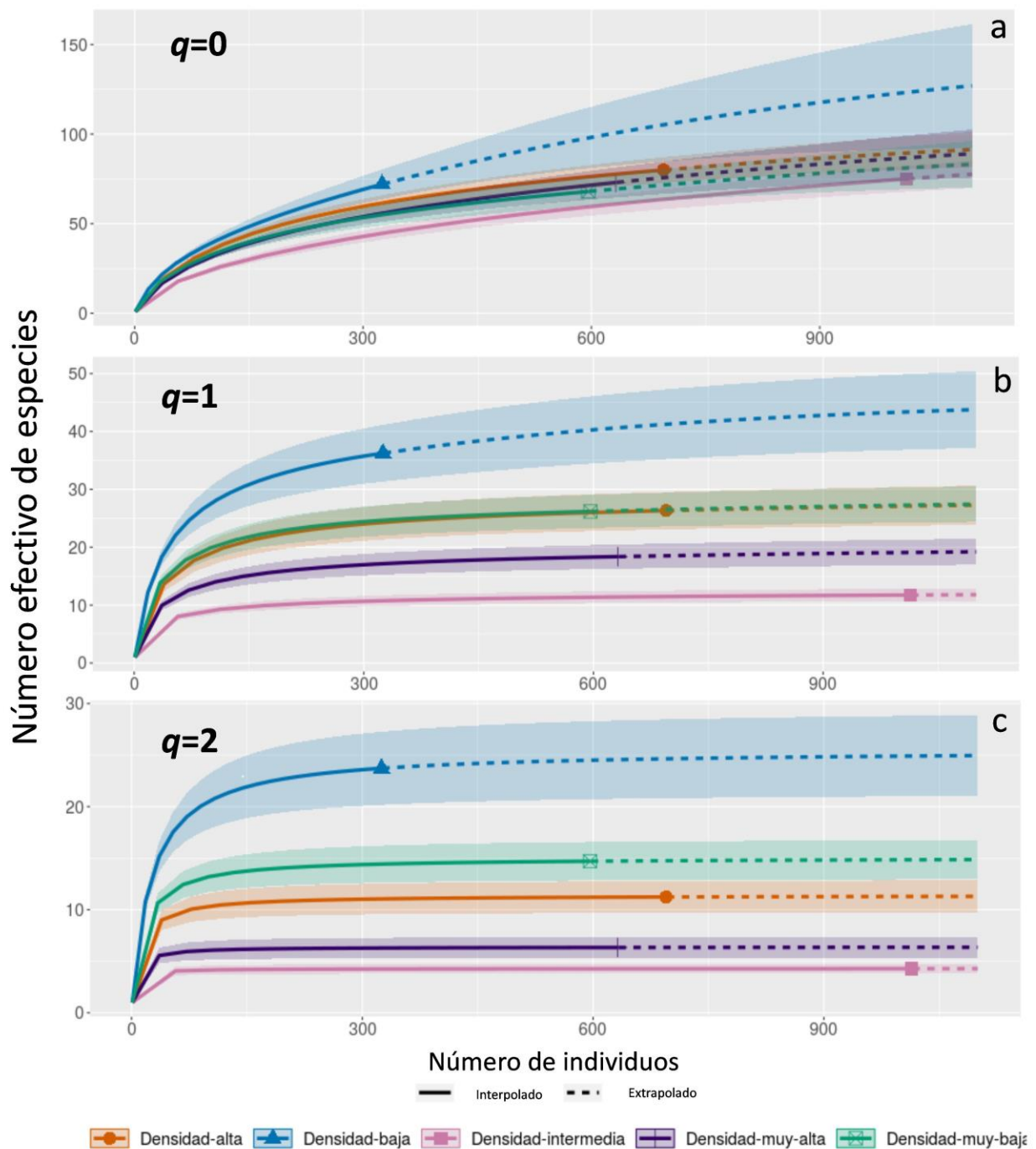
**Figura 2.** Abundancia de los distintos órdenes de artrópodos registrados en cada uno de cinco traspatios muestreados en San Francisco Magú, Estado de México, México.

**Cuadro 2.** Abundancia total, abundancia relativa y riqueza total de morfoespecies de los órdenes de insectos encontrados en cinco traspatios con distintas densidades de *Prunus persica* en San Francisco Magú, Estado de México, México. N= 3263 individuos; S= 175 morfoespecies.

Orden	Abundancia total	Abundancia relativa (%)	No. total de morfoespecies (S)
Coleoptera	969	29.70	65
Diptera	1182	36.22	29
Hymenoptera	845	25.90	40
Hemiptera	243	7.45	32
Auchenorrhyncha	32	0.97	12
Heteroptera	33	1.006	14
Sternorrhyncha	178	5.42	6
Psocoptera	9	0.28	3
Thysanoptera	9	0.28	2
Orthoptera	4	0.12	2
Trichoptera	1	0.03	1
Neuroptera	1	0.03	1
Total	3263	100.00	175

**Cuadro 3.** Órdenes de insectos registrados en cinco traspatios con distintas densidades de *Prunus persica* en San Francisco Magú, Estado de México, México. \*= presencia.

Orden	Tipo de traspatio por densidad de <i>P. persica</i>				
	Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy alta
Coleoptera	*	*	*	*	*
Diptera	*	*	*	*	*
Hemiptera	*	*	*	*	*
Hymenoptera	*	*	*	*	*
Neuroptera					*
Orthoptera	*		*		*
Psocoptera		*		*	*
Thysanoptera	*	*	*		*
Trichoptera					*
Total	6	6	6	5	9



**Figura 3.** Curvas de interpolación y extrapolación de la riqueza y diversidad de artrópodos en los cinco traspatios con diversas dominancias de árboles de durazno. La línea continua de cada curva corresponde a la proporción interpolada, el símbolo marca la diversidad observada y la línea punteada representa la porción extrapolada. Las bandas en marca de agua representan los intervalos de confianza del 95 %. Se muestra el orden  $q$  de la diversidad expresada como número efectivo de especies:  ${}^0D$  corresponde a la riqueza de morfoespecies (a),  ${}^1D$  corresponde a la diversidad de todas las morfoespecies (b) y finalmente  ${}^2D$  a la diversidad de las especies más abundantes (c). Las curvas fueron extrapoladas hasta 1014 individuos, valor que corresponde a la mayor abundancia registrada (densidad intermedia).

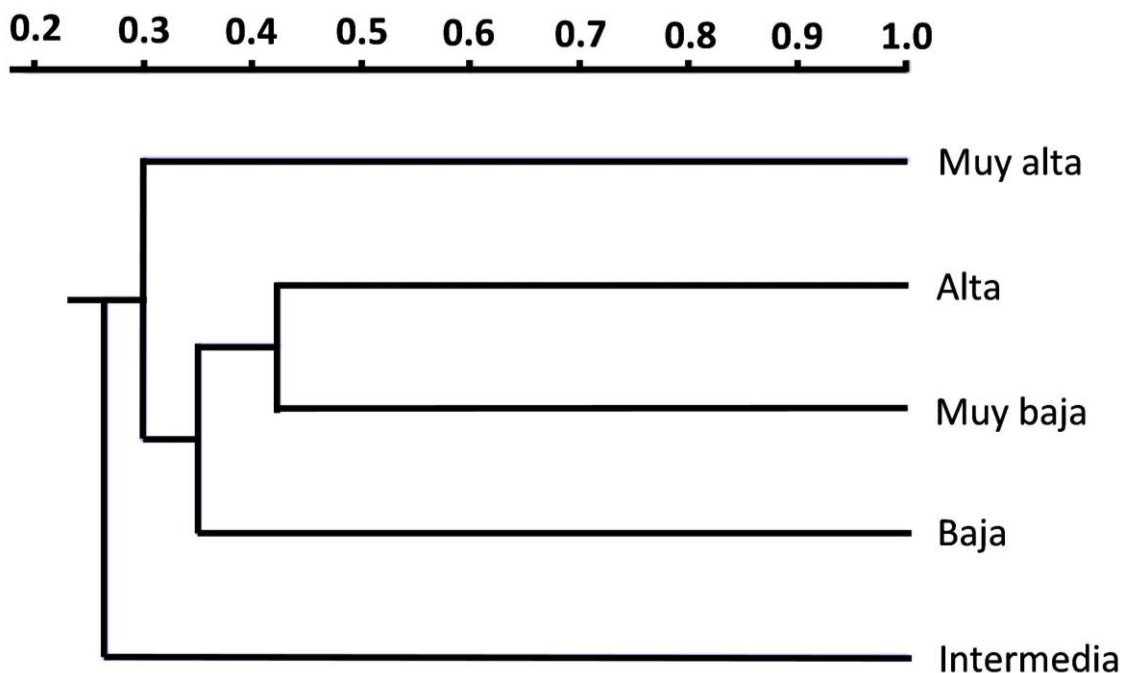
La riqueza de morfoespecies de mayor a menor se registró de la siguiente manera: 1) traspatio con densidad alta de árboles de durazno (80 morfoespecies), 2) densidad intermedia



(75), 3) muy alta (74), 4) baja (72 morfoespecies) y 5) muy baja (68 morfoespecies). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los cinco traspacios al comparar la riqueza de morfoespecies ( $^0D$  o diversidad de orden  $q=0$ ; Fig. 3a).

Con respecto a la diversidad del orden  $q=1$  ( $^1D$ ), el traspacio con densidad baja de árboles de durazno presentó la diversidad más alta, seguido de dos traspacios que se agruparon y no mostraron diferencias significativas entre sí (densidad muy baja y densidad alta), seguidos por el de densidad muy alta. Finalmente, el de menor diversidad de este orden fue el traspacio con densidad intermedia de árboles de durazno (Fig. 3b). Para el orden  $q=2$  ( $^2D$ ) se evidenciaron diferencias significativas entre todos los traspacios, siendo el de mayor diversidad el de densidad baja, seguido del de densidad muy baja, densidad alta, densidad muy alta y finalmente el de densidad intermedia (Fig. 3c). Aún sin extrapolar el número de individuos y a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en la abundancia, el traspacio con baja densidad de duraznos ( $^1D=36.23$ ) tuvo más del doble (2.24 veces más) de diversidad que el sitio con densidad intermedia ( $^1D=11.70$ ). Esta diferencia es consistente cuando se compara la  $q=2$ , en donde el sitio con baja densidad tiene 5.7 veces más diversidad, comparada con el sitio intermedio con la menor diversidad (intermedia) (baja densidad= 25, intermedio= 4.34).

La similitud dada por el índice Bray-Curtis en cuanto a presencia y abundancia de morfoespecies entre los cinco traspacios fue muy baja (Fig. 4). Los traspacios que tuvieron una mayor similitud fueron los traspacios con densidad alta y muy baja de árboles de durazno (0.423), seguida por la similitud entre este grupo y el traspacio con densidad baja (0.356).



**Figura 4.** Análisis de agrupamiento utilizando el método UPGMA, el cual se basa en el índice de similitud de Bray-Curtis de la composición de morfoespecies de artrópodos encontrados en las trampas de caída (*pitfall*) en los cinco traspacios muestreados (con muy baja, baja, intermedia, alta y muy alta densidad de duraznos en San Francisco Magú, Estado de México, México).

## DISCUSIÓN

El presente trabajo representa una de las primeras aproximaciones al estudio de la diversidad de artrópodos en sitios tan ricos y diversos como los traspatios, los cuales han sido pobremente estudiados como agroecosistemas. De hecho, la denominada “backyard biodiversity” es uno de los tópicos menos estudiados particularmente en regiones que la presentan tales como en África, el sureste de Asia y centro y sur de América (Kim & Byrne, 2006). Estos espacios representan una gran cantidad de nichos ecológicos nuevos para los artrópodos, ya que no presentan manejos agresivos como la agricultura extensiva y proveen lugares de alimentación, reproducción e incluso sitios de percha y/o depredación (Perfecto *et al.*, 2005, Perovic *et al.*, 2015). Lo anterior también cumpliendo un rol dual al proveer de alimento a las familias locales. En este trabajo, se comparó la comunidad de artrópodos presente en cinco traspatios con el común denominador de la presencia de árboles de durazno criollo, ya que este frutal forma parte de la subsistencia familiar de los lugareños, autoconsumo y venta en la temporada de cosecha (SIAP, 2017).

En la actualidad, las comparaciones entre traspatios han sido escasas debido a que el grado de replicabilidad en estos presenta un problema metodológico y de diseño experimental, además de que su configuración y diversidad de especies vegetales están determinados enteramente por el ser humano y por el clima del área geográfica que se estudie.

En nuestro caso, los traspatios no presentaron diferencias significativas en las abundancias a lo largo del tiempo, aunque esto no ocurrió con los parámetros de diversidad. Esto puede deberse a que en cultivos orgánicos, donde existe una mayor diversidad vegetal de especies cultivadas como de vegetación secundaria intercalada entre las plantas de interés, se atrae una mayor diversidad de insectos (Landis *et al.*, 2000; Salazar & Salvo, 2007). Es decir, la heterogeneidad del paisaje presentada en los traspatios promueve la creación de nichos para llevar a cabo sus procesos vitales (Fahrig *et al.*, 2011). Otro factor importante es la vegetación adyacente a los cultivos; un ejemplo de ello son los cultivos a grandes dimensiones, los cuales están rodeados de mosaicos de cobertura vegetal como hábitats naturales y seminaturales (o modificados por el humano). Estos suelen favorecer la heterogeneidad del paisaje al aumentar las fuentes de refugio, dispersión de insectos y tener como consecuencia la proximidad de los distintos hábitats (Montañez & Amarillo-Suárez, 2014), y al mismo tiempo favorecen los corredores naturales para el traslado de fauna silvestre hacia los agroecosistemas. Sin embargo, la cobertura vegetal y sus cambios afectan de manera directa la abundancia de algunos taxones y modifican los niveles tróficos (Sánchez & Amat-García, 2005); esto explicaría por qué solo se vieron cambios en el parámetro abundancia y no en la riqueza ( $S$  o  $q=0$ ), pero sí en la diversidad  $q=1$  y  $q=2$ .

Con base en lo anterior y con los resultados reportados, se puede decir que los cinco traspatios compartieron cuatro de los nueve órdenes (Cuadro 3) y que la composición de morfoespecies estuvo representada principalmente por Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Hymenoptera. Estos resultados son consistentes con otros estudios, los cuales consideran a Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Diptera como los órdenes megadiversos de la clase Insecta en ecosistemas naturales (Martin-Piera *et al.*, 2000; Gómez-Pamies *et al.*, 2016; Vargas-Batis *et al.*, 2017; Díaz *et al.*, 2018; Téllez *et al.*, 2018), lo cual sugiere que la dominancia de estos órdenes son recurrentes aún en sistemas modificados por el humano como los traspatios.

Para el caso de ecosistemas agrícolas, huertos y traspatios (todos incluidos como agroecosistemas), la diversidad de artrópodos se ha investigado en mucho menor medida que en áreas naturales, a pesar de la importancia de estos ecosistemas, por lo que se cuenta con muy poca evidencia experimental. Szentikiralyi y Kozar (1991) realizaron un estudio en huertos de

manzana en España donde encontraron que los huertos aledaños a vegetación natural tienen una mayor diversificación de órdenes (11), mientras que los huertos que se encuentran aledaños a sistemas agrícolas tienen poca con algunos órdenes dominantes. Nuestro estudio es una de las primeras evidencias que indican que los traspatios pueden albergar una considerable diversidad de órdenes, incluso parecida a lo que ocurre en sistemas naturales, lo cual es interesante debido a que los traspatios, a pesar de ser ecosistemas antropizados, podrían tener el potencial de presentar un estado de conservación intermedio para los artrópodos, ya que al no usar pesticidas y mantener una heterogeneidad en términos de vegetación, podría aportar evidencia para soportar la hipótesis de disturbio intermedio (Connell, 1978, Roxburgh *et al.*, 2004). Por otra parte, se han efectuado estudios dirigidos al muestreo de órdenes específicos y en plantas hospederas de importancia comercial. Hernández-García *et al.* (2011), Sánchez-Lulo *et al.* (2016) y García-Ramírez y Hernández (2017), además de especies del orden Hymenoptera, observaron de Coleoptera y Hemiptera en plantas de *Citrus* en traspatios de Uruapan, Michoacán. En el caso de Tobajas-Andrés *et al.* (2011), registraron a los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera y Lepidoptera en su estudio sobre artrópodos en la dieta de guajolotes con crianza en traspatios en cinco zonas fisiográficas del Estado de Michoacán. En contraste, Vargas-Batis *et al.* (2017) mencionan que Coleoptera, Hymenoptera y Hemiptera son los más representados en dos fincas de agricultura suburbana; esto se debe a que la mayor parte de sus especies constituyen plagas o controladores biológicos. Pedraza y Gómez (2010) mencionan que la diversidad de insectos puede caracterizarse atendiendo el estudio de grupos como Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera. También, Salazar y Salvo (2007) mencionan que Hymenoptera tiene un papel indiscutible como grupo benéfico al intervenir en relaciones interespecíficas claves como la polinización, la depredación y el parasitismo, así como bioindicadores. Por otra parte, los valores de abundancia dípteros superiores en cultivos orgánicos (traspatios) podrían resultar de las prácticas menos agresivas al ambiente debido a que la mayoría de sus especies poseen larvas que se comportan como fitosaprófagas en el suelo (Büchs, 2003; Woodcock *et al.*, 2003) o bien por la abundancia de materia orgánica (Sánchez & Amat-García, 2005), la cual está dada en este estudio por el desperdicio que los dueños vierten sobre sus árboles de durazno. Lo mismo se ha registrado para las familias Formicidae (Hymenoptera), Carabidae y Staphylinidae (Coleoptera) (Salazar & Salvo, 2007).

Los órdenes Neuroptera y Trichoptera se presentaron de forma exclusiva en un traspatio (muy alta presencia de duraznos), por lo que se sugiere que el efecto que tienen en la comunidad es mínimo o que pueden representar "singletons", ya que las diferencias se vieron reflejadas en la riqueza y abundancia de morfoespecies y no en los órdenes que los componen. La presencia de Trichoptera podría deberse a la acumulación de agua en este traspatio por su conformación geográfica, ya que cuenta con un par de zanjas que son utilizadas para delimitar el terreno y donde se acumula el agua de lluvia; estos organismos en estado larval dependen del agua para su desarrollo (Johnson & Triplehorn, 2004). Por otra parte, Neuroptera pudo estar representada en un solo traspatio debido a sus hábitos voladores y a que las trampas fueron colocadas en el suelo. Por lo anterior es importante realizar estudios más específicos, tanto taxonómicamente como en diferentes estratos vegetales.

Se ha encontrado que en huertos orgánicos como los traspatios la complejidad de la estructura tamaño, diversidad de plantas cultivadas y malezas además de los manejos que los humanos desarrollan incrementan la heterogeneidad del paisaje lo cual está correlacionado con la diversidad de especies (Salazar & Salvo, 2007). Un ejemplo son los estudios de control biológico,

donde suele ser más efectivo en cultivos diversificados que en monocultivos (Nicholls & Altieri, 2002; Silveira *et al.*, 2009).

En esta investigación se esperaba que los valores de diversidad presentaran diferencias significativas (Fig. 3b,c), lo cual es posible si se toma en cuenta que los traspatios son un tipo de agroecosistemas en constante cambio (áreas pequeñas con alta diversidad vegetal o áreas grandes con baja diversidad vegetal), lo cual genera distintos microhábitats y favorece un mayor número de especies de insectos en traspatios con mayores recursos (Zalazar & Salvo 2007). Esto puede estar atribuido por diversos factores como la heterogeneidad ambiental (Yang *et al.*, 2015) y la composición y estructura vegetal (Savopoulou-Soultani *et al.*, 2012). De hecho, diversos estudios demuestran que la incorporación de árboles como elementos del manejo en los agroecosistemas permite que muchas especies puedan explotar estos microhábitats (Vandermeer & Perfecto, 2010).

No se detectaron efectos de la temporalidad sobre la abundancia y riqueza de artrópodos, lo que puede deberse a que los dueños de los traspatios procuran un sistema de riego constante y no se afecta importantemente la disponibilidad de recursos, ya que los campesinos mantienen condiciones favorables para el desarrollo de estos organismos. Aquino *et al.* (2013) documentaron que la diversidad de artrópodos en un hábitat costero de matorrales de salvia se ve afectado por el sistema de riego, por lo que se sugieren futuras investigaciones para evaluar cambios estructurales en la comunidad de insectos.

Durante este estudio se observaron cuatro fases fenológicas destacadas: 1) época de floración de enero a abril de 2018, 2) fructificación de finales de junio a agosto de 2017 con frutos maduros y de abril a mayo de 2018 con frutos tiernos, 3) época de follaje de junio a septiembre de 2017 y 4) estado vegetativo de septiembre de 2017 a marzo de 2018.

La época de floración observada coincide con lo reportado por Gutiérrez-Acosta y Padilla-Ramírez (2004); sin embargo, Cruz-Hernández *et al.* (2002) reportaron un periodo de floración de enero a marzo, mencionando que las etapas fenológicas pueden desfasarse de acuerdo con el sitio donde se encuentre el cultivo y sus características, observándose en este estudio un mes más de floración (abril). Sin embargo, el proceso puede variar para los traspatios debido a que están en constante cambio e influenciados por factores culturales y de cuidado agrícola. Gutiérrez y Padilla (2004) observaron crecimiento vegetativo hasta el mes de febrero y rebrotes en marzo; este último tomado como época tardía (Gutiérrez & Padilla, 2004). Las etapas fenológicas se pueden extender dependiendo la temperatura ambiental (Reinoso *et al.*, 2002), lo cual podría explicar porque no existieron diferencias en las abundancias entre estaciones. A pesar de que no se tienen características específicas sobre la fenología del durazno criollo en el Estado de México, se han observado etapas fenológicas en cultivos extensivos de esta planta, las cuales concuerdan con las observadas en este trabajo.

Los traspatios son agroecosistemas de origen y mantenimiento de diversidad, aun siendo transformados por la actividad humana. Estos espacios tienen una complejidad y estabilidad parecida a los sistemas naturales. La conservación y mantenimiento de estos sitios es relevante debido a que albergan una alta diversidad de órdenes, familias y especies de artrópodos que son importantes para producir cultivos agrícolas, así como individuos plagas, parasitoides y depredadores, lo cual se corroboró en este estudio. Es por esto por lo que los cultivos inmersos en estos sistemas representan una serie de servicios ambientales vagamente explorados y un sistema de conocimientos tradicionales que promueve la diversidad biológica, repercutiendo desde la diversidad genética hasta la diversidad del paisaje (De la Huz *et al.*, 2005).

Las interacciones ecológicas que establecen los artrópodos con diversos cultivos, como en nuestro caso los árboles de durazno han sido observadas por la humanidad enriqueciendo el conocimiento sobre estas interacciones, lo cual ayuda a las nuevas estrategias como el uso de insectos como control biológico (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016). Monroy y García (2013) destacan la importancia de los huertos familiares (traspacios) y los consideran sitios que ayudan a la conservación de la fauna silvestre ante la presión de la mancha urbana. Estos autores mencionan que el papel fundamental de los huertos familiares es el refugio y salvaguarda de la fauna silvestre en un entorno con poca diversidad natural (Chablé-Pascual *et al.*, 2015); sin embargo, son escasos los estudios fuera de la fauna y flora que se aprovechan. Debido a que no se tienen estudios de artrópodos en traspacios o huertos caseros, este estudio sirve como base para utilizar a los traspacios como modelo para concientizar a los agricultores a favor de la tierra y los seres vivos; asimismo las prácticas agrícolas ambientalmente amigables se pueden implementar sin sacrificar la producción, lo cual se hará como una recomendación para los dueños de los traspacios utilizados en este estudio.

**AGRADECIMIENTOS.** A la comunidad de San Francisco Magú, en especial a Juan, Juana, Candelaria, Goyo y Laura, dueños de los traspacios que tan amablemente prestaron. Esta investigación fue financiada por el proyecto PAPIIT (IN206422) "Relación de la domesticación de la guayaba (*Psidium guajava* L.) con niveles tróficos superiores" otorgado a Johnattan Hernández Cumplido.

## LITERATURA CITADA

- Altamirano-Álvarez, T. A., Soriano-Sarabia, M., Torres Reyes, S. (2006) Anfibios y reptiles de Tepotzotlán, Estado de México. *Revista de Zoología*, 17, 46–52. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49801706> (consultado 05 marzo 2023).
- Altieri, M. A. (1995) *El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural de América Latina*. Pp. 151–203. En: M. A. Cárdenas (Ed.). *Agricultura y desarrollo sostenible*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).
- Aquino, J., Catala, M., Carmona-Galindo, V. D. (2013) Anthropogenic impacts of irrigation on the arthropod community structure of a coastal sage scrub habitat in Los Angeles. *Bios*, 84 (2), 101–105.  
<http://www.jstor.org/stable/23595311>
- Batis, B. V., Betancourt, E. O. M., Perea, Y. E., Pozo, L. G., Mustelier, M. R. (2017) Diversidad de insectos asociados a la flora existente en dos fincas de la agricultura suburbana de Santiago De Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 41 (2), 60–71.  
<https://www.biotaxa.org/rce/article/view/67948>
- Büchs, W. (2003) Biodiversity and agri-environmental indicators general scopes and skills with special reference to the habitat level. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98 (1–3), 35–78.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00070-7)
- Chablé-Pascual, R., Palma-López, D. J., Vázquez-Navarrete, C. J., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., Ascencio-Rivera, J. M. (2015) Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2 (4), 23–39. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282015000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282015000100003&lng=es&nrm=iso) (consultado 05 marzo 2023).

- Chávez-García, E., Rist, S., Galmiche-Tejeda, Á. (2012) Lógica de manejo del huerto familiar en el contexto del impacto modernizador en Tabasco, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9 (68), 177–200.
- Chao, A., Jost, L. (2012) Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533–2547.  
<https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Connell, J. H. (1978) Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, 199, 1302–1310.
- Cruz-Hernández, T., Martínez-Rodríguez, O. A., Cruz-Izquierdo, S., Serrano-Covarrubias, L. M. (2002) Determinación de la duración de diferentes procesos fenológicos del durazno “oro de Tlaxcala” y su potencialidad de producción en Alzayanca, Tlaxcala. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 1, 35–40.
- De la Huz, R., Lastra, M., Junoy, J., Castellanos, C., Vieitez, J. M. (2005) Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches: preliminary study of the “Prestige” oil spill. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65 (1–2), 19–29.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.03.024>
- Díaz, L. J., Moreno-Elcure, F., Jamarillo, C. (2018) Estudio de la diversidad funcional entomológica asociada a agroecosistemas con manejo agroecológico. *Cuadernos de Agroecología*, 13 (1), 1–6.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., Sirami, C., Siriwardena, G. M., Martin, J.-L. (2011) Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14, 101–112.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01559.x>
- García-Ramírez, M., Antonio-Hernández, E. (2017) Interacción de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae), en la relación planta-fitófago-parasitoide en traspatio, Campeche, México. *Entomología Mexicana*, 4, 479–485.
- Giribbet, G., Edgecombe, G. D. (2012) Reevaluating the arthropod tree of life. *Annual Review of Entomology*, 57, 167–186.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100659>
- Gómez-Pamies, D. F., Godoy, M. C., Coronel, J. M. (2016) Macrofauna edáfica en ecosistemas naturales y agroecosistemas de la eco-región Esteros del Iberá (Corrientes, Argentina). *Ciencia del suelo*, 34 (1), 43–56.
- Gutiérrez Acosta, F., Padilla Ramírez, J. S. (2004) Rendimiento y calidad del fruto de durazno tipo San Gabriel de maduración temprana. *Agricultura técnica en México*, 30 (1), 75–88.
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., Martínez-Yáñez, R. (2016) La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 32 (3), 370–379.  
<https://doi.org/10.21829/azm.2016.323971>
- Hernández-García, D. R. G., Vargas-Sandoval, M., Lomelí-Flores, R., de Jesús Ayala-Ortega, J., Lara-Chávez, M. B. N., Aguirre-Paleo, S. (2017) Parasitoides asociados a cítricos de traspatio en Uruapan y Ziracuaretiro, Michoacán. *Entomología Mexicana*, 4, 208–212.
- Hernández López, J. (2014) *Caracterización de algunos pueblos huerteros mexicanos: organización social, alimentación, salud, ecología y ordenamiento territorial*. En Prat Carós (Presidencia), XIII Congreso de Antropología de la Federación de Asociaciones de Antropología del Estado Español. Llevado a cabo en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Guadalajara, Jalisco, México.

- Hsieh, T. C., Ma, K. H., Chao, A. (2018) iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R package version 2.0.17. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/iNEXT/index.htm> (consultado 08 marzo 2023).
- Jost, L. (2006) Entropy and diversity. *Oikos*, 113 (2), 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Johnson, N., Triplehorn, C. A. (2004) *Borror and DeLong's introduction to the study of insects* (7th ed.). Brooks/Cole.
- Kim, K. C., Byrne, L. B. (2006) Biodiversity loss and the taxonomic bottleneck: emerging biodiversity science. *Ecological Research*, 21, 794–810. <https://doi.org/10.1007/s11284-006-0035-7>
- Landis, D. A., Wratten, S. D., Gurr, G. M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45 (1), 175–201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- López González, J. L., Damián-Huato, M. Á., Álvarez-Gaxiola, F., Zuluaga-Sánchez, G. P., Parra-Inzunza, F., Paredes-Sánchez, J. A. (2013) El traspaso de los productores de maíz: en San Nicolás de los Ranchos, Puebla-México. *Ra Ximhai*, 9 (2) 181–198.
- Lövei, L. G., Sunderland, K. D. (1996) Ecology and Behavior of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) *Annual Review of Entomology*, 41 (1), 231–256. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.595>
- Martin-Piera, F., Morrone, J. J., Melic, A. (2000) *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000*. Monografías Tercer Milenio 1. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- McAlpine, J. F., Peterson, B. V., Shewell, G. E., Teskey, H. J., Vockeroth, J. R., Wood, D. M. (1981) *Manual of Nearctic Diptera*. Volume 1. Research Branch, Agriculture Canada, 668 pp.
- Melic, A. (2014) Los permisos de captura y la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 55, 1–5.
- Monroy, R., García, F. A. (2013) La fauna silvestre con valor de uso en los huertos frutícolas tradicionales de la comunidad indígena de Xoxocotla, Morelos, México. *Etnobiología*, 11, 44–52.
- Montañez, M. N., Amarillo-Suárez, Á. (2014) Impact of organic crops on the diversity of insects: a review of recent research. *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (2), 131–142.
- Nicholls, C., Altieri, M. (2002) Biodiversidad y diseño agroecológico: estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 65, 50–64.
- Pedraza, M., Márquez, J., Gómez-Anaya, J. (2010) Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81 (2), 437–456.
- Pérez, R., Silva, S., Hernández, S. (2005) Los Retos del Desarrollo Rural Sustentable: experiencias y desafíos en México". "Una reflexión sobre el lugar como referente de análisis de la lucha Campesina en defensa de sus recursos naturales". Puebla: DUDESU-ICUAP-BUAP.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., Mas, A., Soto, L. P. (2005) Biodiversity, yield, and shade coffee certification. *Ecological Economics*, 54 (4), 435–446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.009>
- Perfecto, I., Vandermeer, J. (2010) The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *PNAS*, 107 (13), 5786–5791. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>

- Perovic, D., Gamez-Virués, S., Borschig, C., Klein, A. M., Krauss, J., Steckel, J., Rothenwohrer, C., Erasmí, S., Tschardtke, T., Westphal, C. (2015) Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. *Journal of Applied Ecology*, 52, 504–513.  
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12394>
- Ramírez-Santos, A. (2016) Conocimientos tradicionales: Etnobotánica de las mujeres en los huertos de la localidad de San José de Rincón, Puebla, México. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Reinoso, H., Luna, V., Pharis, R. P., Bottini, R. (2002) Dormancy in peach (*Prunus persica*) flower buds. V. Anatomy of bud development in relation to phenological stage. *Canadian Journal of Botany*, 80 (6), 656–663.
- Rondoni, M., Gazzano, I., Arbulo, N., Bresciano, D., Soria, L. (2015) Diversidad de entomofauna y vegetación con manejo agroecológico y convencional en sistemas frutícolas con *Prunus persica*: aportes al rediseño-Uruguay. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Roxburgh, S. H., Shea, K., Wilson, J. B. (2004) The intermediate disturbance hypothesis: Patch dynamics and mechanisms of species coexistence. *Ecology*, 85 (2), 359–371.
- Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Franco-Mora, O., Ramírez-Dávila, J. F., López-Sandoval, J. A., Hernández-Flores, G. V. (2014) Inventario de especies frutales y aspectos etnobotánicos en Sultepec, Estado de México, México. *Phyton (Buenos Aires)*, 83 (1), 203–211.
- Sánchez, I. (2010) *Agricultura de traspatio que fortalece la economía familiar en la comunidad de los Pescadores. Mpio. Perote Veracruz*. Xalapa de Enríquez: Universidad Veracruzana.
- Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A. G. (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers, *Biological Conservation*, 232, 8–27.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sánchez, D., Amat-García, G. D. (2005) Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. *Caldasia*, 27 (2), 311–329.
- Sánchez-Lulo, X., Peña-Torres, J. A., Vargas-Sandoval, M., Avendaño-Gutiérrez, F. J., Lara-Chávez, M. B. (2016) Escamas armadas (Coccoidea: Diaspididae) asociadas a cítricos de traspatio en Uruapan, Michoacán. *Entomología Mexicana*, 3, 414–419.
- Sánchez Toledano, B. I., Ramírez, A., Domingo, M., Rumayor Rodríguez, A. F., Reveles Torres, L. R. (2012) Impacto económico, social y ambiental del manejo integral de huertos de durazno en Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3 (2), 373–379.
- Sanjuan Trejo, G., Mejía, D., Moreno, C. E. (2021) Ensamblajes de artrópodos asociados a los frutos de garmbullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en dos localidades del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923487. Disponible en: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/4129020> (consultado 08 marzo 2023).
- Silveira, L. C. P., Berti-Filho, E., Pierre, L. S. R., Peres, S. C., Louzada, J. L. (2009) Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. *Scientia Agricola*, 66, 780–787.
- Savopoulou-Soultani, M., Papadopoulos, N. T., Milonas, P., Moyal, P. (2012) Abiotic factors and insect abundance. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, 1–2.  
<https://doi.org/10.1155/2012/167420>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2017) Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> (consultado 08 marzo 2023).



- Szentkiralyi, F., Kozar, F. (1991) How many species are there in apple insect communities? Testing the resource diversity and intermediate disturbance hypotheses. *Ecological Entomology*, 16 (4), 491–503.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1991.tb00241.x>
- Sperling, C. D., Lortie, C. J. (2010) The importance of urban backgardens on plant and invertebrate recruitment: a field microcosm experiment. *Urban Ecosystems*, 13 (2), 223–235.
- Spence, J. R., Niemelä, J. (1994) Sampling assemblages with pitfall with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist*, 126, 881–894.
- Tobajas-Andres, F., Juárez-Caratachea, A., Pineda, S., Figueroa, J. I. (2011) Artrópodos componentes de la dieta de guajolotes de traspatio en el estado de Michoacán, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 27, 829–836.  
<https://doi.org/10.21829/azm.2011.273786>
- Téllez-Carmona, J. M., Aragón-García, A., Pérez-Torres, B. C., Nava-Díaz, C., Molina-Martínez, A. (2018) Entomofauna asociada al cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.) en San Lucas Tulcingo, Tochimilco, Puebla, México. *Entomología Mexicana*, 5, 358–361. Disponible en: EA 358-361.pdf (acaentmex.org) (consultado 28 marzo 2022).
- Vargas-Batis, B., Mendoza-Betancourt, E. O., Escobar-Perea, Y., González-Pozo, L., Rizo-Mustelier, M. (2017) Diversidad entomológica en dos fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 2, 23–43.
- Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R., Stopak, D. (2021) Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118 (2), e2023989118.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>
- Woodcock, B. A., Watt, A. D., Leather, S. R. (2003) Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95 (2–3), 443–452.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00220-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00220-7)
- Yang, Z., Liu, X., Zhou, M., Ai, D., Wang, G., Wang, Y., Lundholm, J. T. (2015) The effect of environmental heterogeneity on species richness depends on community position along the environmental gradient. *Scientific Reports*, 5, 15723.  
<https://doi.org/10.1038/srep15723>
- Zalazar, L., Salvo, A. (2007) Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology*, 36 (5), 765–773.