

ENTOMOFAUNA ASOCIADA A LAS ARVENSES DEL NOPAL TUNERO (*Opuntia spp.*) BAJO DOS CONDICIONES DE MANEJO Y SU ZONA DE AMORTIGUAMIENTO, EN AXAPUSCO, EDO. DE MÉXICO.

Vanessa G. Mendoza Salazar¹, José Cruz Salazar Torres², Rogelio Álvarez Hernández².

RESUMEN

En Axapusco Estado de México se realizó la colecta entomológica durante un año de muestreo en dos predios de nopal tunero, con manejo convencional, orgánico y zonas de amortiguamiento. Se colectaron 10,743 ejemplares, distribuidos por abundancia y número de familias en: Díptera (3,165; 31), Hemíptera (3,104; 22), Coleóptera (2,155; 24), Thysanoptera (775; 1), Himenóptera (689; 29), Orthoptera (479; 1), Lepidóptera (300; 9), Psocóptera (53; 0), Neuróptera (19; 4) y de Collembola (4; 0). Se identificaron 115 especies de arvenses de 29 familias, las más abundantes fueron: Asteraceae (26), Poaceae (13) y Fabaceae (11). En las Parcelas Convencionales (PC), donde predominaron las Asteraceae, se colectaron 4,932 insectos; en las Parcelas Orgánicas (PO) prevalecieron las Poaceae con 2,656 ejemplares; y en las Zonas de Amortiguamiento (ZA), con vegetación más diversa se colectaron 3,155 insectos. De acuerdo al Análisis de Contingencia, el 1% de los insectos correspondió a Psocóptera, Neuróptera y Collembola; 20% a Thysanoptera, Hymenoptera, Orthoptera y Lepidóptera; y 79% a Díptera, Hemíptera y Coleóptera. En junio se colectó la mayor cantidad de ejemplares en PC (1,282), PO (602) y ZA (565); y de mayo a octubre en PC; y en invierno se colectó el mayor número de individuos en PO y ZA. Entre el Análisis de Componentes Principales y el Análisis Clúster existió correspondencia, lo que explica el comportamiento similar de Coleóptera en PC, PO y ZA; misma conducta observó Orthoptera en PC y ZA, equivalente a la de Díptera en PO; Hemíptera con Hymenoptera en PO; Lepidóptera en PO y ZA, parecido a Hymenoptera en PC; y Thysanoptera tuvo menor similitud en ZA, PO y PC.

Palabras clave: Manejo del nopal tunero, arvenses, población de insectos, zonas de amortiguamiento.

¹Egresada del Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo.

²Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo.

ABSTRACT

In Axapusco, Estado de Mexico, an entomological collection was performed during one year of sampling in two plots of prickly pear, with a conventional and organic management, as well as buffer zones. There were collected 10,743 insect samples distributed by abundance and number of families in Diptera (3165; 31), Hemiptera (3104; 22), Coleoptera (2155; 24), Thysanoptera (775; 1), Hymenoptera (689; 29), Orthoptera (479; 1), Lepidoptera (300; 9), Psocoptera (53; 0), Neuroptera (19; 4), and Collembola (4; 0). There were identified 115 arvenses species of 29 families. The most plenty were: Asteraceae (26), Poaceae (13) and Fabaceae (11). In the conventional plots (PC), where the Asteraceae predominated, 4932 insects were collected; in the organic plots (PO) the Poaceae prevailed with 2656 samples; and in the buffer zones (ZA), with a huge flora diversification, 3155 insects were collected. According to the contingency analysis, 1% of insects belonged to Psocoptera, Neuroptera and Collembola; 20% to Thysanoptera, Hymenoptera, Orthoptera and Lepidoptera; 79% belonged to Diptera, Hemiptera and Coleoptera. The biggest amount of samples were collected in June in PC (1282), PO (602) and ZA (565); and from May to October in PC; meanwhile, the biggest amount of insects that were collected in winter, belonged to PO and ZA. Between the Principal Component Analysis and Cluster Analysis a correspondence took place so it explains the similar behavior of Coleoptera in PC, PO and ZA; the same behavior was observed in Orthoptera in PC and ZA equivalent to Diptera in PO; as well as Hemiptera was compared with Hymenoptera in PO, Lepidoptera in PO and ZA; such as Hymenoptera in PC; however, Thysanoptera got less similarity in ZA, PO and PC.

Key Words: Prickly pear management, weeds, insect populations, buffers zones.

INTRODUCCIÓN

Las plantas y los insectos han coexistido durante al menos 100 millones de años, y han desarrollado una variedad de interacciones benéficas y perjudiciales (Stotz *et al.*, 1999). De hecho, existen ciertos ensamblajes de plantas que ejercen papeles funcionales claves en la presencia de insectos. Asimismo diversos factores influyen en la composición de la biodiversidad de un sistema; uno de ellos puede ser el tipo de manejo del cultivo, por ejemplo el manejo convencional que se caracteriza por el uso de insumos químicos y prácticas de producción que generan un impacto negativo en el ambiente provocando, entre otros factores negativos, la pérdida de diversidad de fauna silvestre incluyendo los insectos benéficos (Márquez, 1976; Restrepo *et al.*, 2000; Faiguenbaum, 2008); en el manejo orgánico se busca incorporar la mayor cantidad de procesos naturales, como el ciclo de nutrientes, fijación de nitrógeno, relaciones depredador-presa, etc., (Guzmán *et al.*, 1999), por tal razón, las arvenses tienen una función importante en este sistema de producción. Otro factor importante que afecta la presencia de insectos es la composición de la vegetación, la arquitectura de las plantas, el tamaño y forma de crecimiento, el follaje, el desarrollo estacional, la variedad y persistencia de sus partes vegetativas, influyen en la diversidad de especies y en la abundancia relativa de sus individuos (Lawton, 1983). Está demostrado que la presencia de diferentes especies de arvenses en los cultivos, mantiene la composición de la entomofauna y, a su vez, los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para dormancia, además están relacionadas con alguna de las etapas de vida de los insectos (Yaisys y Leyva, 2007).

Las zonas de amortiguamiento son franjas de vegetación incorporadas al paisaje para influenciar los procesos ecológicos y proveer una variedad de bienes y servicios. Se les conoce con diversos nombres y cumplen diferentes funciones; juegan un papel importante en los sistemas de producción, al conservar la biodiversidad e interacción de los insectos; ya que se busca que se aumente el control biológico de plagas; proveen hábitats para los insectos benéficos debido a la diversidad y estructura de plantas (Bentrup, 2008), la diversidad de plantas representa un espectro de complejidad estructural, en la que la población de los insectos depredados aumenta de acuerdo con el tamaño del área de amortiguamiento. Asimismo, sirven para proteger a los cultivos orgánicos de las perturbaciones causadas por la aplicación de pesticidas, (Bentrup, 2008).

El municipio de Axapusco, Estado de México, es una zona de cultivo de nopal tunero, su producción se diferencia por el tipo de prácticas agrícolas como el desyerbe, la fertilización, el abonado, el manejo de plagas del nopal, entre otros; dichas prácticas culturales se basan en el uso o no de insumos de síntesis química, tal como lo analizan los autores como: De la Rosa, 1992; CONAZA, 1994; Ríos y Quintana, 2004; Torcuato, 2007; Pelayo *et al.*, 2010; Luna *et al.*, 2012 y González, 2014. La evaluación de la diversidad de los insectos que se encuentran en los sistemas convencional, orgánico y su zona de amortiguamiento, es muy importante, ya que muchos de ellos tienen como fuente de alimento, plantas que no se establecen en el cultivo; y aunque algunos de estos insectos pueden ser plaga, otros son depredadores y parásitos nativos (Lampkin, 2001). Por todo esto, el tema de estudio de esta investigación, está enfocado a conocer el comportamiento poblacional de los insectos colectados en las arvenses del cultivo de nopal tunero bajo manejo orgánico, convencional y su zona de amortiguamiento, con el

propósito de entender los factores que influyen en la densidad e interacción de la clase insecta de dicho agroecosistema, para conocer el impacto que tiene el tipo de manejo en la presencia de arvenses, y cómo éstas influyen en la densidad de población de los insectos.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó el muestreo de los insectos en arvenses del nopal tunero en Axapusco, Estado de México, ubicado entre los paralelos 19°41' y 19°54' de latitud Norte; los meridianos 98°35' y 98°53' de longitud Oeste; la altitud oscila entre 2 300 y 3 100 m. El clima del lugar es del tipo semiseco (BS1kw), con lluvias en verano (INEGI, 2009), la temperatura oscila entre los 10° y 32°C; mayo, junio y julio son los meses más calurosos; diciembre, enero y febrero los más fríos y los más lluviosos son julio y agosto (García, 1973).

La colecta del material entomológico se realizó mensualmente, a partir de abril del 2008 hasta marzo del 2009. La actividad consistió en un muestreo aleatorio en el follaje de la vegetación ubicada entre las calles de dos huertas de nopal tunero con manejo orgánico y convencional, y en el follaje de la vegetación ubicada en las áreas de amortiguamiento, que sirven de separación entre las parcelas del nopal. En el laboratorio, se identificaron y contaron los ejemplares de cada muestra bajo los siguientes pasos: a) Deposición. Las muestras provenientes del campo se depositaron en una bandeja de plástico de 32 x 19 x 8.5 cm; b) Separación. Los insectos se separaron de los desechos vegetales utilizando pinzas entomológicas de disección, pinceles finos y microscopio estereoscópico, con la finalidad de ubicarlos en principio, al nivel de orden; c) Preservación. Los ejemplares se colocaron en frascos de vidrio con

etanol al 70%; d) Determinación taxonómica. Para la identificación de los órdenes y familias se emplearon las claves de Borrór *et al.*, (1992); y e) Conteo. Se contabilizó y registró el número de ejemplares de cada orden y familia encontrados en cada unidad e muestreo.

Para la identificación de las especie de arvenses encontradas en los sitios muestreados, se utilizó la metodología propuesta por la CONABIO (2004) en su página Malezas de México, que consiste en hacer una identificación comparativa con imágenes,a partir de la familia botánica de la planta,y hacer uso de los herbarios virtuales, en los que se encuentran las especies identificadas en un listado general, y luego, se busca la especie correspondiente utilizando los enlaces que se encuentran debajo de las fotografías; también se utilizó como fuente de referencia la de Calderón y Rzedowski, 2004. Para la identificación de los pastos, se utilizaron las claves taxonómicas del herbario del Departamento de Zootecnia de la UACH.

Toda la información generada a partir de la colecta de los insectos se concentró en una base de datos en Excel, de acuerdo con el Orden, familia y subfamilia encontrados en cada condición de manejo en las 12 fechas de muestreo; en el presente trabajo se consideró solamente la información que correspondió a los órdenes y familias, mencionando sólo las más abundantes. Para comparar las interacciones de la entomofauna en cada condición de manejo, se realizó un análisis estadístico básico que consistió en el cálculo de las principales medidas de tendencia central y las principales medidas de dispersión; asimismo, se organizó una Tabla de Frecuencias para conocer el comportamiento poblacional de cada orden colectado por condición de manejo y en cada fecha de muestreo.

Se realizó un Análisis de Comparación Múltiple de Medias por el método LSD (Diferencia Mínima Significativa) con un intervalo de confianza del 95% ($p \leq 0.05$), donde se formaron conjuntos de grupos estadísticamente homogéneos según su similaridad.

El Análisis Multivariado permitió entender la relación y diferencias que presentaron los órdenes de insectos en las tres condiciones de manejo del nopal tunero, independientemente del tipo de manejo en que se encontraron; éste consistió en un Análisis de Componentes Principales (ACP), y en un Análisis de Conglomerados (Análisis Clúster) utilizando el método del Vecino Más Cercano que permitió agrupar los órdenes de insectos que presentaron similitudes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las especies de arvenses que se encontraron en las dos condiciones de manejo del nopal tunero y en la zona de amortiguamiento, se identificaron 115 especies de arvenses pertenecientes a 29 familias: Agavaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Cactaceae, Campanulaceae, Convolvulaceae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Poaceae, Papaveraceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Leguminosae, Malvaceae, Onagraceae, Oxalidaceae, Phytolaccaceae, Polemoniaceae, Polygonaceae, Resedaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Verbenaceae. Las familias que presentaron mayor diversidad de especies fueron, Asteraceae con 26, seguida de la familia Poaceae con 13 y Fabaceae con 11 especies. La composición de la vegetación para los dos sistemas de manejo fue distinta y pudo deberse a las prácticas culturales realizadas en el agroecosistema; se observó que en el predio con manejo convencional predominaron dos especies de la Familia Asteraceae, el gordolobo (*Gnaphalium chartaceum* Greenm)

y *Florestina pedata* (Cav.) Cass.; ambas plantas con capacidad de adaptarse a condiciones de perturbación ecológica (Tapia, 2010; CONABIO, 2014). Sin embargo en la condición de manejo orgánico abundó la presencia de los pastos. Y en la zona de amortiguamiento se encontró mayor diversidad de especies de arvenses, entre la que se distinguieron nopales silvestres, árboles, arbustos y diferentes plantas herbáceas.

Se obtuvo un total de 10,743 insectos; los órdenes más abundantes fueron Diptera (DIPT), Hemiptera (HEMI) y Coleoptera (COLP) con 3,328; 3,099 y 2,156 individuos, respectivamente; Thysanoptera (623), Hymenoptera (751), Orthoptera (474), Lepidoptera (273). Los órdenes que tuvieron menor presencia de insectos fueron Psocoptera (PSOC) con 18 individuos, Neuroptera (NEUR) con 17 y Colembola (COLEM) con 4.

En la Figura 1 se presenta el total de individuos de los siete principales órdenes de insectos en las dos condiciones de manejo y la zona de amortiguamiento. En la Parcela Convencional 2 (PC2) se encontró mayor abundancia de insectos 3,475, sobre todo de los órdenes HEMI (1,155), DIPT (1,072) y COLP (991). En la Parcela Orgánica 1 (PO1), Parcela Orgánica 2 (PO2), Parcela Convencional 1 (PC1) y Zona de Amortiguamiento 1 (ZA1), se halló la menor cantidad de insectos, esto es, 1,343; 1,313; 1,457 y 1,113, respectivamente; en la Zona de Amortiguamiento 2 (ZA2), se contabilizó una cantidad intermedia de individuos entre las parcelas antes mencionadas y la PC2, con un total de 2,042 ejemplares colectados.

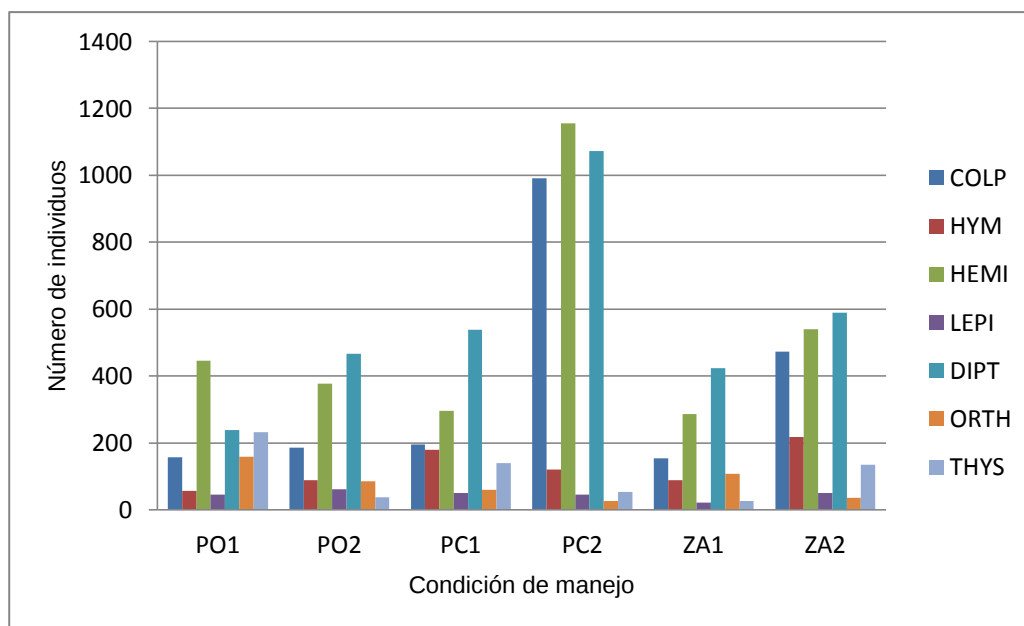


Figura 1. Total de insectos de los principales órdenes en las diferentes condiciones de manejo

El orden Diptera fue el de mayor abundancia de insectos, a este orden correspondieron 31 familias, el orden Hemiptera tuvo 21 familias, el orden Coleoptera 23, el orden Hymenoptera 29, del orden Lepidoptera se identificaron 9 familias.

A nivel general los órdenes con mayores valores de la Desviación Estándar (DS) fueron Diptera (280.62), Hemiptera (326.97) y COLP (332), y su Coeficiente de Variación (CV) se presentó entre 50 y 93% ya que tuvieron una presencia de mayor estabilidad entre las condiciones de manejo. Los órdenes Psocoptera, Neuroptera y Colembola tuvieron 3.34, 2.99 y 0.81 en sus DS y su CV fue mayor a 100%, pues fueron órdenes con poblaciones mínimas y su presencia fue dispersa durante el periodo de muestreo.

De acuerdo con la Comparación Múltiple de Medias, en las PC, se observan 3 grupos, el primero lo formaron ORTH, LEPI, THYS e HYM. El siguiente grupo lo conformó COLP, y el tercer grupo quedó representado por los órdenes HEMI y DIPT. En las PO, se formaron 4 grupos, el primero lo conformaron LEPI, HYM, ORTH y THYS; el siguiente grupo lo constituyó COLP, seguido del orden DIPT y finalmente HEMI. En las

ZA se formaron 4 grupos, el orden con menor cantidad de insectos fue LEPI, le sigue el grupo conformado por ORTH, THYS e HYM. El orden COLP representó el tercer grupo y el cuarto grupo lo constituyeron HEMI y DIPT.

De acuerdo al Análisis de Frecuencias, se encontró diferencia significativa en la población total de insectos colectados entre parcelas, ya que en PC1 se registró el 13.56% y en PC2 el 32.35% de la población total; las Parcelas Orgánicas PO1 y PO2 mostraron poblaciones similares de insectos; sin embargo, del orden DIP, se colectó el doble de individuos en PO2 que en PO1. Las Zonas de Amortiguamiento ZA1 y ZA2 tuvieron densidades poblacionales de insectos semejantes en todos los órdenes; sin embargo, la ZA2 tuvo el doble de insectos de HEMI, LEPI y DIPT. El análisis de la comparación realizada entre la frecuencia de individuos colectada por cada condición de manejo entre las 12 fechas de muestreo, indica que en el mes de junio se obtuvo la mayor cantidad de individuos en las tres condiciones de manejo (PC, PO y ZA) con 1,282; 602 y 565 individuos, respectivamente. Al comparar los datos de las poblaciones de insectos entre las PO y las PC, se pudo observar que las Parcelas Convencionales tuvieron una menor variabilidad en la densidad de individuos, y mayor cantidad de ejemplares de los órdenes COLP y DIPT de mayo a julio, diferente a lo observado en las PO donde los órdenes HEMI y DIP mostraron mayor densidad, sobre todo en junio y septiembre. El total de insectos colectados en las Zonas de Amortiguamiento fue de 3,146 individuos, siendo un número intermedio entre lo encontrado en las PO y las PC. En las Parcelas Convencionales se colectó la mayor cantidad de individuos de mayo a octubre; sin embargo, en el periodo invernal, de noviembre a enero, fueron las PO y las ZA las que resguardaron mayor número de ejemplares colectados.

Existió correspondencia entre los valores del Análisis de Componentes Principales y el Análisis de Conglomerados, así se pudo observar que el comportamiento poblacional de algunos órdenes fue similar, existiendo relaciones entre ellos. Las relaciones que se correspondieron de manera positiva fueron: Hymenoptera (ZA y PO) con Hemiptera (PO) y el orden Lepidoptera (ZA y PC) con Hemiptera (ZA), sin embargo el orden Diptera (PC y PO) influyó de manera negativa a Coleoptera (PO), al igual que Orthoptera (ZA) en Coleoptera (ZA y PC) (Figura 2).

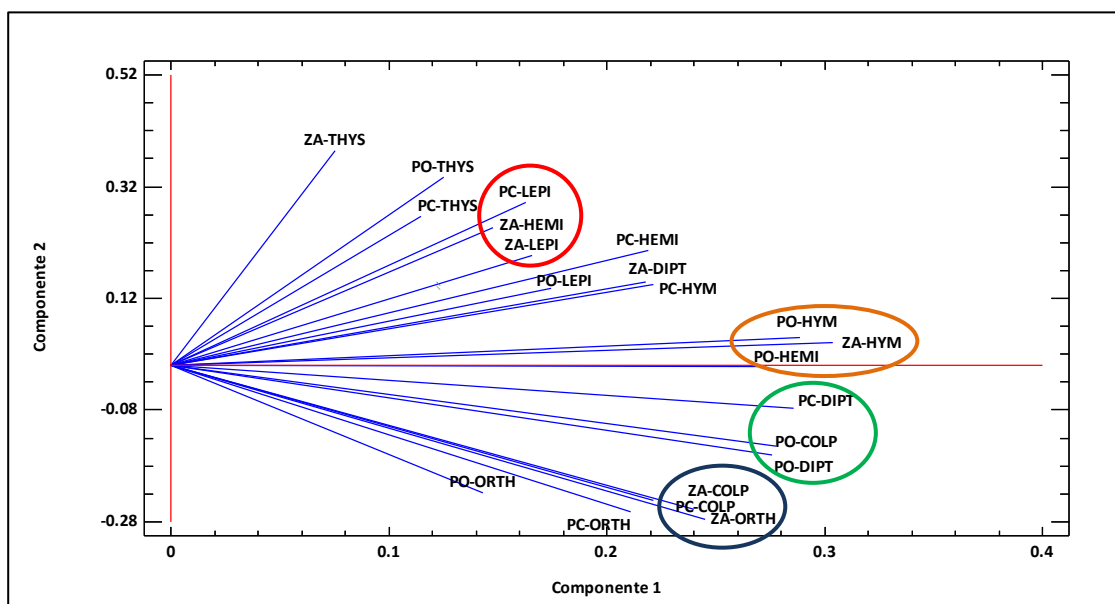


Figura 2. Análisis de Componentes Principales de los siete órdenes de insectos más importantes colectados en las diferentes condiciones de manejo del nopal tunero.

El análisis de conglomerados, indica que el orden COLP se comportó de manera similar durante todo el muestreo (PC, ZA y PO), el orden ORTH tuvo un comportamiento similar en la ZA y PC, y estos órdenes, a su vez se correlacionaron con el orden DIPT en la PO; dichos órdenes pertenecen al primer conglomerado. En el segundo conglomerado, los órdenes que presentaron mayor similitud fueron HYM y HEMI en las PO y el orden LEPI en las ZA y PO. En el tercer conglomerado el orden THYS mostró

mayor similitud en las tres condiciones de manejo, pero con mayor diferencia respecto a los órdenes HEMI (PC), DIPT (ZA) y HEMI (ZA) (Figura 3).

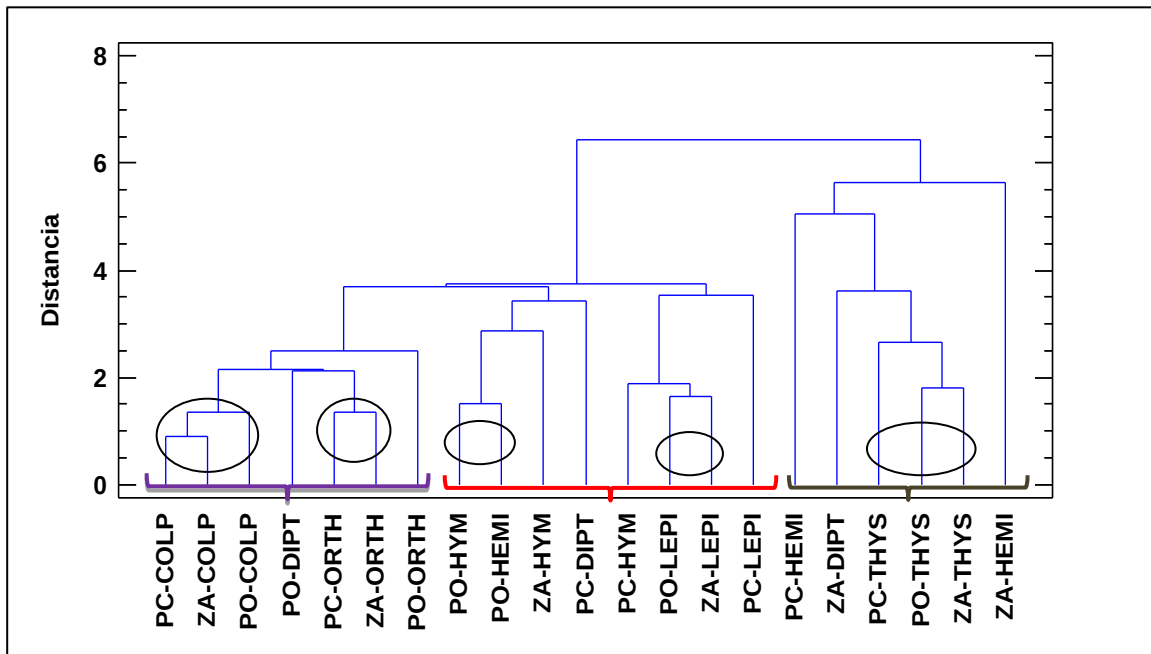


Figura 3. Análisis de Conglomerados de los 7 principales órdenes de insectos encontrados en las 3 condiciones de manejo del nopal tunero (Parcelas Orgánicas, Parcelas Convencionales y Zonas de Amortiguamiento).

CONCLUSIONES

La dominancia de algunas especies vegetales en cada condición de manejo del nopal tunero, determinó la abundancia de los órdenes y familias de insectos; en dos especies de la familia Asteraceae, localizadas en las parcelas convencionales, *Gnaphalium chartaceum* Greenm. y *Florestina pedata* (Cav.) Cass., fue donde se colectó la mayor cantidad de insectos.

Contrario a lo esperado en este trabajo, y que se soporta en literatura diversa, fue en las parcelas con manejo orgánico donde se encontró la menor cantidad de insectos en todo el muestreo.

En las Parcelas Convencionales (PC), donde predominaron las Asteraceae, se colectó la mayor cantidad de insectos (4,932); en las Parcelas Orgánicas (PO) prevalecieron las Poaceae, con 2,656 insectos; y en las Zonas de Amortiguamiento (ZA), con vegetación más diversa se colectaron 3,155 individuos.

La mayor cantidad de insectos colectados durante el muestreo se ubicó en Diptera (3,328), Hemiptera (3,099) y Coleoptera (2,156); de acuerdo con la Comparación Múltiple de Medias el comportamiento poblacional de dichos órdenes fue estadísticamente similar en las Parcelas Convencionales y Zonas de Amortiguamiento; y diferente en las Parcelas Orgánicas.

Los órdenes que tuvieron la menor densidad de población fueron Psocoptera, Neuroptera y Colembola con 18, 17 y 4 ejemplares, respectivamente.

De acuerdo con la Tabla de Frecuencias, el 1% de los insectos correspondió a Psocoptera, Neuroptera y Collembola; 20% a Thysanoptera, Hymenoptera, Orthoptera y Lepidoptera; y 79% a Diptera, Hemiptera y Coleoptera; el periodo de muestreo con mayor cantidad de insectos fue de mayo a octubre, es decir, la época de calor y lluvia.

Entre el Análisis de Componentes Principales y el Análisis Clúster se encontró correspondencia; lo que explica el comportamiento similar de Coleoptera en las PC, PO y ZA; misma conducta observó Orthoptera en las PC y ZA, equivalente a la de Diptera en las PO; Hemiptera con Hymenoptera en las PO; Lepidoptera en las PO y ZA, semejante a Hymenoptera en las PC; y Thysanoptera tuvo menor similitud en las ZA, PO y PC.

LITERATURA CITADA

- Bentrup, G. 2008. Zonas de amortiguamiento para conservación: lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes. Informe Técnico Gral. SRS-109. Asheville, NC: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, Estación de Investigación Sur. Lincoln, NE, USA. 128 pp.
- Calderón de R. G. y Rzedowski J. 2004. Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán. 316 p.
- Borror, D. J., Ch. A. Triplehorn, and N. F. Johnson. 1992. An Introduction to the Study of Insects. 6a. ed. Harcourt Brace College Publ. Orlando, Florida, USA. pp. 370-478.
- CONABIO, 2004. Malezas de México. Colegio de Posgraduados. SEMARNAT. [En línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> (Consultado el 10 de agosto de 2014).
- CONABIO, 2014. Nopales. Diversidad Biológica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Biodiversidad Mexicana. [En línea]. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/nopales/nopales.html> [Consultado el 09 de septiembre de 2014]
- CONAZA, 1994. Nopal tunero (*Opuntia* spp.). Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Instituto Nacional de Ecología, México. 61 p.
- De la Rosa H., J. P. 1992. El cultivo del Nopal (*Opuntia* spp.) diferentes usos, manejo agronómico y costos de producción. Tesis Profesional Unidad Regional Universitarios de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. 143 p.
- Faiguenbaum, S. 2008. El desarrollo científico-tecnológico de la agricultura: de la revolución verde a la revolución biotecnológica. Continuidades y rupturas. FAO-RLC. [En línea] Disponible en: [http://unctad.org/Micropropagación de nopal en Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas.sections/dite_dir/docs/dite_pccb_stdev0137_sp.pdf](http://unctad.org/Micropropagación%20de%20nopal%20en%20Aportaciones%20técnicas%20y%20experiencias%20de%20la%20producción%20de%20tuna%20en%20Zacatecas.sections/dite_dir/docs/dite_pccb_stdev0137_sp.pdf) (Consultado el 18 de mayo de 2014).
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a. ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. D. F. 252 p.
- González M., E. 2014. Interacciones bióticas de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Homóptera: Dactylopiidae), en una plantación de nopal tunero. Tesis profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 64 pp.
- Guzmán C., G.; González de M., M. y Sevilla G., E. 1999. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica. Ministerio de Educación y Cultura. Ediciones Mundi-Prensa. México, D. F. 535 p.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2009. Censo General de Población y Vivienda 2009. México, D. F.
- Lampkin A., N. 2001. Agricultura ecológica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. Madrid, España. 729 p.
- Lawton, J. H. 1983. Plant Architecture and the Diversity of Phytophagous Insects. *Ann. Rev. Entomol.* 28: 23-39.
- Luna V., J.; Zegbe D., J. A.; Mena C., J. y Rivera L., M. T. 2012. Manejo de plantaciones de nopal tunero en el Altiplano Potosino. Folleto para Productores No. MX-0-310305-32-03-17-10-59. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. 37 p.
- Márquez S., F. 1976. Sistemas de Producción Agrícola (Agroecosistemas). Departamento de Fitotecnia. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Estado de México. 192 p.
- Pelayo Z., C., Castillo A. D., Chatelain M. S. y Siade B., G.; 2010. Manejo Poscosecha de la nochtli o Tuna (*Opuntia* spp.). Universidad Autónoma Metropolitana. CONACYT. CIATEJ. México, D. F. 342 p.
- Restrepo M., J., Ángel S. D. I. y Prager M. M. 2000. Agroecología. Universidad Nacional de Colombia y Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR) Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 120 p.
- Ríos R., J. y Quintana M. V. 2004. Manejo general del cultivo del nopal. Manual del participante. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillos, Estado de México. 81 p.
- Stotz H., U., Kroymann J. y Mitchell O. T. 1999. Plant-insect interactions. *Current Opinion in Plant Biology.* 2: 268-272.
- Tapia M., J. L. 2010. La familia Asteraceae. Herbario CICY, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY). [En línea]. Disponible en: http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ (consultado el 22 de septiembre de 2014).
- Torcuato C., C. 2007. Caracterización del sistema productivo y fertilización en el cultivo de nopal tunero (*Opuntia ficu-indica* (L.) Mill.) en el municipio de Axapusco, Estado de México. Tesis profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 135 p.
- Yaisys B., y Leyva, Á. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales.* [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731003> (Consultado el 28 de julio de 2014).