

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE VISITADORES FLORALES DE *Opuntia pilifera* EN ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA

Juan José Morales-Trejo¹, César Antonio Sandoval-Ruiz², Paola Fascinetto-Zago³, Alma Lilia Cruzado-Lima⁴ y Claudia Vázquez-Hernández⁵. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edif. 112A, Ciudad Universitaria, Av. San Claudio s/n, Col. San Manuel, Puebla, Pue., C.P. 72570, México. coanocyte@gmail.com¹, cesarsandovalruiz@gmail.com², fascinetto_8691@hotmail.com³, alma.c.lima92@gmail.com⁴ y cavh140691@gmail.com⁵.

RESUMEN: Se realizó un estudio sobre la abundancia y diversidad de visitantes florales de *Opuntia pilifera* en Zapotitlán Salinas, una localidad semi-árida en el sur del estado de Puebla. Se colectaron los visitantes florales de 40 individuos de *O. pilifera* que presentaran flores abiertas para su posterior identificación y análisis de datos. Se buscó responder si la comunidad de visitantes florales era diversa, qué orden de artrópodos era el visitante más diverso y abundante, y a qué hora del día existía mayor abundancia de visitantes. Se encontró una comunidad de visitantes florales de *O. pilifera* conformada por siete órdenes de artrópodos; el orden Hymenoptera fue el más abundante (233 individuos) y diverso (24 morfoespecies). Como era esperado, dadas las condiciones áridas de la zona, cuando la temperatura ambiental aumentó a mediodía (de 24° C a 33° C), la presencia de visitantes florales disminuyó.

Palabras clave: Diversidad, visitantes florales, *Opuntia*, abejas y escarabajos.

Abundance and diversity of *Opuntia pilifera* floral visitors in Zapotitlán Salinas, Puebla

ABSTRACT: A study on the abundance and diversity of floral visitors of *Opuntia pilifera* in Zapotitlán Salinas, a semi-arid locality in southern of Puebla state was realized. Floral visitors of 40 individuals of *O. pilifera* with blooming flowers were collected for their identification and data analysis. We were looking answer to these questions, if the community of floral visitors was diverse, what order of insects was the most diverse and abundant visitor, and what time of day visitors were more abundant. The community of floral visitors of *O. pilifera* was composed of seven insect orders; the order Hymenoptera was the most abundant (233 individuals) and diverse (24 morphospecies). As was expected, given the arid conditions of the area, when the environmental temperature increased to midday (from 24 ° C to 33 ° C), the presence of floral visitors decreased among 12:00-14:00 hours.

Key words: Diversity, floral visitors, *Opuntia*, honeybees and beetles.

Introducción

La interacción de las plantas con robadores y polinizadores está influenciada por la morfología de los visitantes, la disponibilidad de las flores, la calidad de las recompensas y la variación de abundancias espacio-temporales de flores, robadores y polinizadores (Horvitz y Schemske, 1990; Thompson y Pellmyr, 1992). El clima y la luz también inciden en el comportamiento de los visitantes; la temperatura, la radiación solar y la hora del día son factores que impactan en el número de visitantes florales y su frecuencia (Renner, 1983; Vicens y Bosch, 2000; Doll *et al.*, 2007, Stone y Jenkins, 2008). Por otra parte, las flores por lo general atraen un espectro más amplio de visitantes que el predicho pues muchas plantas tienen más de un tipo de polinizador. Evolutivamente, es posible que los insectos pertenecientes a los órdenes Diptera y Coleoptera fueran de los primeros grupos polinizadores de las angiospermas (Kevan y Baker, 1983). Actualmente siguen siendo de los visitantes más comunes junto con los órdenes Hymenoptera, Lepidoptera, Hemiptera y Neuroptera; aunque también algunas aves y mamíferos ocupan el rol de polinizadores de las plantas con flores (Robertson, 1928; Dar *et al.*, 2006).

Las cactáceas se caracterizan por ser plantas hermafroditas dependientes de animales para llevar a cabo su reproducción (Dar *et al.*, 2006); algunos estudios sugieren que los murciélagos representan el tipo ancestral de polinización para la mayoría de cactus columnares (Valiente-Banuet *et al.* 1996, 2002); y en otros casos para las diferentes comunidades vegetales en que las cactáceas se asocian, están presentes los colibríes (Ortiz-Pulido, 2012). Dentro del género *Opuntia* como tal, existe una amplia variedad de visitantes florales de distintos órdenes de insectos (Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera, Dermaptera, Neuroptera, Thysanoptera, Diptera) y colibríes, los cuales interactúan con la planta como polinizador, robador o depredador (Soberon *et al.* 2001; Lo Verde y La Mantia, 2011). Aunque la información sobre polinizadores o visitantes florales de cactáceas es abundante no se encontró alguna investigación que abordara los visitantes de *Opuntia pilifera*. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo, es contribuir al conocimiento de esta especie de cactácea, describiendo la abundancia y diversidad de sus visitantes florales.

Materiales y Método

La zona de estudio se localiza en el Jardín Botánico Helia Bravo Hollis ubicado en el municipio de Zapotitlán Salinas (18° 19.596' N, 97° 27.046' W, 1424 m altitud), en el estado de Puebla. El clima en esta zona es semiárido con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 18°-22° C y la precipitación promedio es de 400 mm/año (Vite *et al.* 1992). Se realizó un muestreo dirigido de dos días en un parche de mezquites; en el cual, a 40 individuos de *Opuntia pilifera* con flores abiertas, les fueron colectados los visitantes florales presentes durante ocho horas de muestreo a lo largo del día. Se utilizaron redes entomológicas para la captura de insectos voladores y pinzas para colectar aquellos que se encontraban en las flores, incluyendo arañas; todos los organismos fueron colocados en alcohol al 70% para su posterior identificación. Se utilizaron termohigrómetros para tomar lecturas de temperatura y humedad durante el muestreo.

Análisis. El análisis de los datos se realizó con el software estadístico R (R CoreTeam, 2014). La diversidad se evaluó en relación al número de órdenes, es decir, a mayor variedad de órdenes mayor diversidad de visitantes florales en *O. pilifera*. La abundancia se midió como la cantidad de individuos visitantes por hora del día. Se calculó el índice de diversidad de Simpson para obtener la diversidad de los visitantes florales de *O. Pilifera*.

Para saber si la abundancia de visitantes florales era diferente a distintas horas del día y si las morfoespecies eran distintas dependiendo del orden se realizó la prueba de bondad de ajuste con distribución χ^2 , donde las variables independientes fueron los distintos órdenes encontrados y la hora del día, y la dependiente, la frecuencia de individuos visitantes. El análisis de los datos se realizó con el software estadístico R (R CoreTeam, 2014).

Resultados

Se colectaron 514 visitantes florales de *O. pilifera* pertenecientes a siete ordenes de insectos. El orden que mostró mayor abundancia fue Hymenoptera con un total de 233 visitantes florales, seguido de Coleoptera con 171, Hemiptera con 70, Diptera con 26 y en menor cantidad Arachnida con 9 representantes, Neuroptera con 2 y Lepidoptera con 1 (Fig. 1).

De acuerdo al índice de diversidad de Simpson, los visitantes florales de *O. pilifera* muestran una alta diversidad de morfoespecies ($k = 59$), por lo que la probabilidad de encontrar al azar al mismo visitante floral en un momento dado es baja ($\lambda = 0.659$).

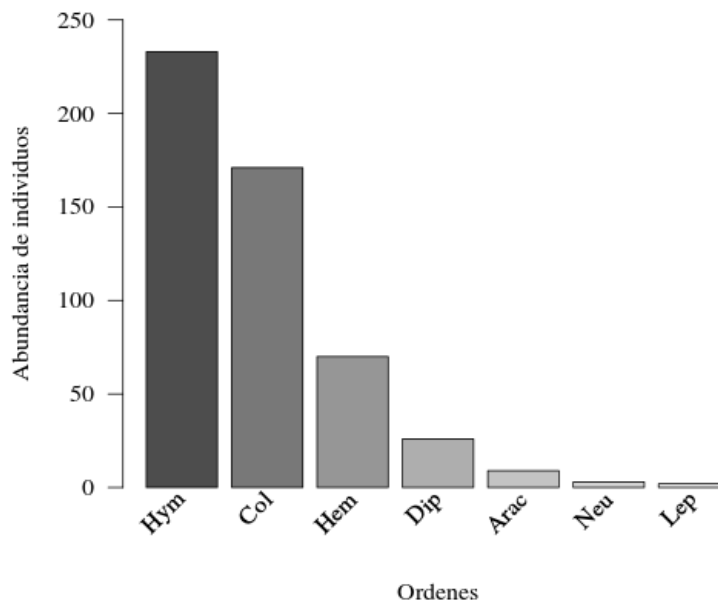


Figura 1. Visitadores florales de *O. pilifera*, frecuencia observada de visitantes por orden (Hym=Hymenoptera, Col=Coleoptera, Hem=Hemiptera, Dip=Diptera, Arac=Arachnida, Neu=Neuroptera y Lep=Lepidoptera).

La prueba de bondad de ajuste de χ^2 muestra que la abundancia de morfoespecies en los diferentes órdenes de visitantes es significativamente distinta ($\chi^2 = 41.3433$, g.l.= 6 y $p < 0.0001$). El orden más diverso es Hymenoptera con un total de 24 morfoespecies, seguido de Hemiptera con 15 morfoespecies y Coleoptera con 11, siendo los órdenes menos diversos: Arachnida con 7 y, Lepidoptera y Neuroptera, ambos con una sola morfoespecie (Fig. 2).

De acuerdo a la prueba de bondad de ajuste de χ^2 , la abundancia de visitantes florales es significativamente diferente dependiendo de la hora del día ($\chi^2 = 37.6576$, g.l.= 7, $p < 0.0001$), donde los picos de frecuencia de visitantes se observan de las 10 a las 11 horas y de las 14 a las 15 horas.

Discusión

Los resultados encontrados en este estudio muestran que existe diversidad en la comunidad de visitantes florales que llegan a las estructuras reproductivas de *O. pilifera*. Dentro de este contexto los órdenes de visitantes florales encontrados coinciden con un estudio realizado anteriormente por Lo Verde y La Mantia (2011) donde los órdenes más abundantes fueron Hymenoptera y Coleoptera en la especie *Opuntia ficus-indica*.

Por otra parte, es posible que la temperatura juegue un papel determinante en la actividad de los visitantes durante el día, ya que se observó una mayor frecuencia de visitantes florales en dos horarios; el primero, de las 10 a las 11 horas y el segundo, de las 14 a las 15 horas.

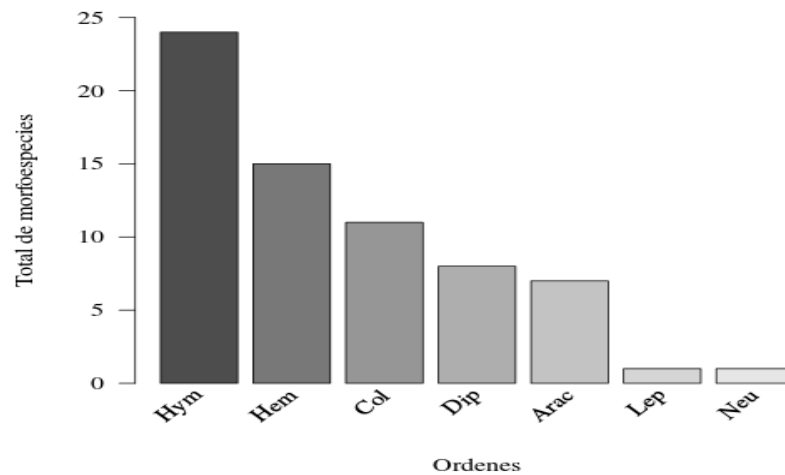


Figura 2. Frecuencia observada de morfoespecies por orden de visitantes florales de *O. pilifera*. (Hym=Hymenoptera, Hem=Hemiptera, Col=Coleoptera, Dip=Diptera, Arac=Arachnida, Lep=Lepidoptera y Neu=Neuroptera).

Durante estos intervalos de tiempo la temperatura ambiental no era extrema como al medio día cuando la temperatura fue de los 24° C a los 33° C. Renner (1983), Vicens y Bosch (2000), Doll et al (2007), Stone y Jenkins (2008), mencionan que la luz y la temperatura son factores importantes que aceleran la actividad de los insectos, puesto que al ser organismos ectotermos su pico de actividad depende de la temperatura ambiental; esto también lo mencionan Schoonhoven y colaboradores (2005), quienes reportan que un incremento en la temperatura es requisito para el buen funcionamiento de los músculos de los insectos durante el vuelo; y que además, las flores que abren por las mañanas son visitadas principalmente por insectos grandes quienes pueden regular su temperatura corporal y que a medida que la temperatura incrementa los pequeños polinizadores se vuelven activos. Aunque en nuestro estudio se observó que la temperatura del medio día puede resultar excesiva para los insectos visitantes (voladores principalmente), haciendo que disminuyan su actividad, los Hymenoptera mostraron ser los únicos insectos capaces de permanecer en las flores a pesar del aumento del calor ambiental.

Conclusión

Con base en los resultados, se concluye que existe una alta diversidad en los visitantes florales de *O. pilifera*, dentro de la cual el orden Hymenoptera fue en el que se encontró mayor abundancia de organismos y mayor diversidad de morfoespecies, lo que coincide casi en su totalidad con un estudio realizado en otra especie del mismo género. Además, se observó una disminución en la actividad de los visitantes florales al incrementar la temperatura ambiental durante el mediodía.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Héctor García-Chávez, por impartir la materia de Métodos de Campo y realizar esa salida a la Reserva de la Biósfera Tehucán-Cuicatlán, donde el trabajo es intenso, pero fructífero. Al Dr. César Antonio Sandoval-Ruiz por asesorarnos sobre la marcha. A Erick Corro por prestarnos sus conocimientos en la “gráfica de la chi”, a Rebeca Cortes de la Escuela de Biología-BUAP por revisar el resumen.

Literatura Citada

- Dar, S., Arizmendi, M.C. y Valiente-Banuet, A. 2006. Diurnal and Nocturnal Pollination of *Marginatocereus marginatus* (Pachycereae: Cactaceae) in Central Mexico. *Annals of Botany* 97: 423–427.
- Doll, S., Hensen, I., Schmidt-Lebuhn, A. N., Kessler, M. 2007. Pollination ecology of *Justicia rusbyi* (Acanthaceae), a common understory plant in a tropical mountain forest in eastern Bolivia. *Plant Species Biology* 22, 211-216.
- Horvitz, C. C. y Schemske, D. W. 1990. Spatio temporal variation in insect mutualism of a neotropical herb. *Ecology* 71, 1085-1097.
- Kevan, P. G., Baker, H. G. 1983. Insects as Flower Visitors and Pollinators. *Annual Review of Entomology* 28, 407-453.
- Lo Verde, G. y La Mantia, T. 2011. The role of native flower visitors in pollinating *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., naturalized in Sicily. *Acta Oecologica* 37:413-417.
- Ortiz-Pulido, R., Díaz, S.A., Valle-Díaz, O.I. y Fisher, A.D. 2012. Hummingbirds and the plants they visit in the Tehucán-Cuicatlan Biosphere Reserve, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 152-163.
- R CoreTeam. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Renner, S. 1983. The widespread occurrence of anther destruction by *Trigona* bees in Melastomataceae. *Biotropica* 15, 251-256.
- Robertson, C. 1928. Flowers and Insects. Lists of Visitors of Four Hundred and Fifty-Three Flowers. Carlinville. Pp 221.
- Schoonhoven, L. M., van Loon, J. J. A., Dicke, M. 2005. Insects and flowers: mutualism par excellence, in: *Insect-Plant Biology*. 2° Ed. Oxford University Press. pp. 306-335.
- Soberon, J., Golubov, J. y Sarukhán, J. 2001. The Importance of *Opuntia* in Mexico and Routes of Invasion and Impact of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *The Florida Entomologist*, Vol. 84, No. 4, pp. 486-492.
- Stone, J. L., Jenkins, E. G. 2008. Pollinator abundance and pollen limitation of a solanaceous shrub at premontane and lower montane sites. *Biotropica* 40: 55-61.
- Thompson, J. N., Pellmyr, O. 1992. Mutualism with pollinating seed parasites amid co-pollinators: constraints on specialization. *Ecology* 73: 1780-1791.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M.C., Rojas-Martínez A, y Domínguez- Canseco, L. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12: 103–119.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M.C., Rojas-Martínez, A., Casas, A., Godínez-Álvarez, H., Silva, C. y Dávila, P. 2002. Biotic interactions and population dynamics of columnar cacti. In: Fleming, T., Valiente-Banuet, A., Eds. *Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology and conservation*. Tuscon: University of Arizona Press, 225–241.
- Vicens, N. y Bosch, J. 2000. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmiacornuta* and *Apismellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental Entomology* 29: 413-420.
- Vite, F., Zavala-Hurtado, J. A., Armella, M. A., García, M. D. 1992. Regionalización y caracterización macro-climática del matorral xerófilo. Atlas Nacional de México 2. Tópicos fitogeográficos (Provincias, matorral xerófilo y cactáceas). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México.