

# ECOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS DEL PEDREGAL DE SAN ANGELO Y SU RELACIÓN CON LA FENOLOGÍA FLORAL DE LAS PLANTAS Y OTROS FACTORES AMBIENTALES

Ecology of the Butterfly Community and its relationship with the Floral Phenology and other environmental factors in *El Pedregal de San Angel*, México City

by Moyers-Arévalo<sup>1</sup> y Zenón Cano-Santana. Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. [zenon@ciencias.unam.mx](mailto:zenon@ciencias.unam.mx)

Key-words: Fenología, Mariposas, Comunidades, Flores, Pedregal.

## Introducción

La fenología es la distribución temporal de un fenómeno biológico (Wolda, 1987, 1988) y cuando muestra la relación entre las condiciones meteorológicas y los cambios periódicos en los fenómenos (Scott y Epstein, 1987), lo cual genera un patrón de cambio estacional de la estructura y composición de las comunidades (Valverde *et al.*, 2005). Los estudios fenológicos se realizan generalmente en plazos anuales, dado que las variaciones estacionales modifican la estructura y riqueza de especies (Cody y Diamond, 1975).

La descripción de una comunidad de insectos de un lugar particular debe tomar en cuenta que esta está sujeta a una progresión estacional de distintas especies, en la que la actividad de una de ellas suele estar restringida a una temporada específica durante el año (Scott y Epstein, 1987). Por ello, el análisis de la fenología de una comunidad de insectos, reflejará la actividad de cada una de las poblaciones que la integran frente a las restricciones ambientales estacionales (Shapiro, 1975). La distribución temporal de cada una de las especies que componen una comunidad de mariposas depende del número de generaciones de cada una de ellas presente en el (esto es, si son univoltinas o multivoltinas) (Scott, 1986).

Como todos los insectos, las mariposas diurnas (Lepidoptera, Rhopalocera) son holometábolos, además son holometábolos, por lo que presentan un desarrollo indirecto con cuatro etapas en su ciclo de vida: huevo, larva, pupa y adulto (Powell, 2003). Como mariposa adulta, su actividad principal es la búsqueda de pareja, el apareamiento y la oviposición (Chew y Robbins, 1997). Para cumplir con todas estas actividades, las mariposas deben cubrir altos requerimientos energéticos, alimentándose exclusivamente de líquidos (Proctor *et al.*, 1996), por lo que la fuente principal de alimento es el néctar de las flores. Es en este momento cuando cumplen un rol ecológico relevante, ya que son polinizadores de plantas en muchos ecosistemas terrestres (Singer, 1975).

Existen algunos trabajos sobre la comunidad de mariposas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel de Ciudad Universitaria (en lo sucesivo, REPSA o Reserva del Pedregal). Sánchez-DuchetEAU (1971), reporta 53 especies del suborden Rhopalocera dentro de los límites de la reserva y ofrece un listado detallado de algunas características taxonómicas por especie y el lugar en que cada especie fue colectada. En esta Reserva, los lepidópteros constituyen un grupo importante de polinizadores (Domínguez y Núñez-Farfán, 1994; Figueroa-Castro, 1997), siendo los principales insectos con dicha actividad durante la noche (Figueroa-Castro, 1997).

La comunidad vegetal de la Reserva del Pedregal tiene un comportamiento marcadamente estacional, relacionado sobre todo con la estacionalidad en las lluvias, ya que registra un periodo lluvioso que va de junio a octubre y un periodo de sequía que va de noviembre a mayo (César-García, 2002). En general, el mayor número de especies en floración coincide con el incremento en temperatura y precipitación (entre agosto y octubre), ya que ésta está afectada principalmente por la precipitación y secundariamente por la temperatura (César-García, 2002).

A pesar de los estudios realizados en la REPSA, no es posible describir aún la fenología de las mariposas diurnas. Por eso, en este trabajo se describe la fenología de las mariposas diurnas de la REPSA y su relación con la fenología floral de la comunidad de plantas con flores entomófilas, con la precipitación, con la humedad relativa y con la temperatura.

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, se encuentra dentro de Ciudad Universitaria (19°19'50" N, 99°11'03" O), a 2250 m s.n.m. (Álvarez *et al.*, 1982), con clima Cb(w1)(w) correspondiente a un templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1964). La temperatura media anual es 16.1°C con variaciones extremas que van de los -5 a los 33°C y una precipitación anual de 835.2 mm, donde la época de lluvias inicia en mayo y alcanza su máximo en julio, mientras que de noviembre a abril los niveles de precipitación se mantienen bajos (César-García, 2002).

### Materiales y Método

Con la finalidad de conocer la fenología de mariposas, se llevaron a cabo muestreos quincenales de mariposas con redes aéreas en dos zonas de la REPSA (la zona núcleo oriente y zona núcleo poniente) de octubre de 2005 a septiembre de 2006. Los muestreos de mariposas se llevaron a cabo por tres personas de 10:00 a 16:00 h.

El muestreo se hacía por vagabundeo, recorriendo los senderos y caminos abiertos de una de las zonas de estudio, abarcando una distancia aproximada de 5 km. Durante las caminatas se registraba el número de avistamientos de cada especie de mariposas, y en sólo en caso de tratarse de ejemplares de especies no reconocidas al vuelo, se colectaban para su identificación posterior, con claves y listas de Beutelspacher (1980), Llorente-Bousquets *et al.* (1997) y La Martínez *et al.* (2003).

Para registrar la fenología floral de la comunidad vegetal se tomaron en cuenta las plantas en floración presentes en dos parcelas de 15 x 100 m (localizadas en cada una de las zonas de estudio), así como las encontradas en el recorrido por los senderos de estudio. En caso de que una planta no fuera identificada, ésta se herborizaba para su identificación posterior (Castillo-Angel *et al.*, 2007). Para este estudio se excluyeron las plantas de la familia Poaceae y Cyperaceae por carecer de flores entomófilas.

Por otro lado, se obtuvieron los datos meteorológicos de temperatura, humedad relativa y precipitación de todo el periodo de estudio en la Estación Meteorológica de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Para estimar si existía un efecto del número de especies vegetales en floración, la temperatura media mensual, humedad relativa promedio mensual y precipitación acumulada mensual sobre la riqueza y la abundancia de mariposas adultas, se realizaron dos análisis de regresión múltiple por el método hacia atrás que, utilizando el programa Statistica 6.0. Según Zar (1999), este análisis es el más indicado para variables correlacionadas entre sí, que es el caso de las que aquí se manejan.

Se registraron 63 morfoespecies de mariposas diurnas, en un total de 3101 avistamientos. Los patrones temporales de cambio de riqueza específica y abundancia son muy similares (Fig. 1). Los valores máximos de riqueza y abundancia se registran en noviembre y diciembre, cuando entre enero y mayo, y vuelven a incrementarse entre junio y septiembre (Fig. 1). Se registran dos picos de riqueza y abundancia, mismos que corresponden con el momento del año en el que se desarrollan algunas especies univoltinas muy abundantes, como *Dione moneta poeyii* (L.) y *Junonia hiacintina* Reakirt y *Agraulis vanillae incarnata* Riley (Nymphalidae). Durante la temporada seca se presenta un comportamiento más o menos estable en términos de riqueza y abundancia debido a la presencia de especies que, aunque poco abundantes, son multivoltinas y se encuentran durante todo el año, como es el caso de *Pterourus multicaudata* Kirby (Lycaenidae), *Nathalis iole* Boisduval (Pieridae) y *Leptotes marina* Reakirt (Lycaenidae), entre

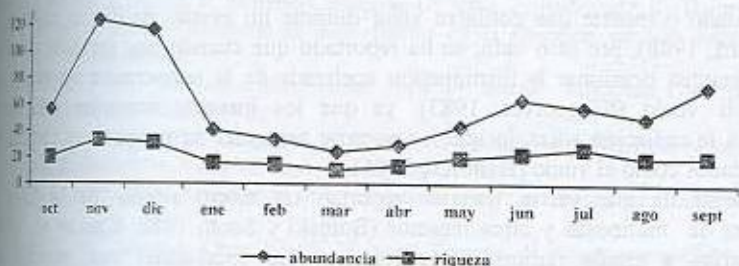


Fig. 1. Patrones anuales de abundancia y riqueza de mariposas diurnas en la Reserva del Pedregal de San Ángel (D.T., N=3101).

La ecuación de regresión múltiple que mejor explica la riqueza específica mensual de mariposas en vuelo ( $S_m$ ) es:

$$S_m = 0.434 (HR) - 1.084 \pm 0.0434 (PP) \quad (R^2=0.62, F_{3,8} = 5.12, P = 0.013)$$

donde HR es la humedad relativa promedio mensual y PP es la precipitación acumulada mensual. En general, los meses en los que se registra mayor humedad relativa son aquellos en los que la riqueza de mariposas adultas es mayor (Fig. 2A). También se observa que en los meses de mayor precipitación (octubre, agosto y septiembre) el número de especies de mariposas en vuelo se reduce (Fig. 2A).

La ecuación de regresión múltiple que mejor explica abundancia mensual de mariposas en vuelo ( $A_m$ ) es:

$$A_m = 0.57 (S_v) - 1.58 \pm 0.57 (PP) \quad (R^2=0.535, F_{2,9} = 5.17, P = 0.032)$$

donde  $S_v$  es la riqueza de especies vegetales en floración y PP es la precipitación acumulada mensual. En general, los meses en los que se registra mayor riqueza de especies en floración son aquellos en los que la abundancia de mariposas adultas es alta (Fig. 2B). También se observa que en los meses de mayor precipitación (octubre y agosto) la abundancia de mariposas adultas se reduce, como ocurrió en octubre (Fig. 2B).

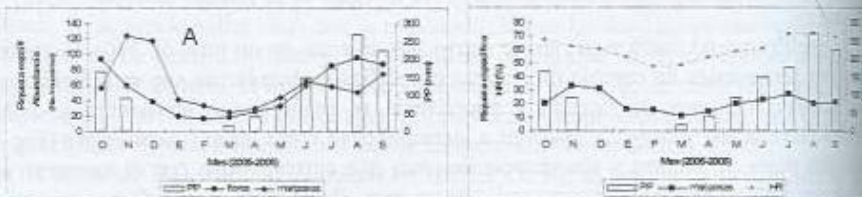


Figura 2. (A) Patrón estacional de cambio en la riqueza de mariposas diurnas, la humedad relativa (HR) promensual y la precipitación acumulada mensual (PP) de la Reserva del Pedregal. (B) Patrón estacional de cambio en la abundancia de mariposas diurnas, la riqueza de especies vegetales en floración y la precipitación acumulada mensual de la Reserva del Pedregal.

## Discusión

La riqueza y la abundancia de mariposas diurnas en vuelo de la reserva fueron afectadas negativamente por la precipitación. Es posible que la lluvia sea un factor negativo asociado al peligro de daño o muerte que conlleva volar durante un evento de lluvias copiosas (Stam 1975; Pollard, 1988), por otro lado, se ha reportado que cuando hay periodos intermitentes de nubosidad pueden ocasionar la disminución acelerada de la temperatura corporal y reducir la capacidad de vuelo (Kingsolver, 1983), ya que los insectos acumulan calor gracias a su exposición a la radiación solar, lo que les permite aumentar su temperatura corporal y llevar a cabo actividades como el vuelo (Heinrich, 1986).

A pesar de que varios trabajos reportan un efecto similar de la lluvia sobre las comunidades de mariposas y otros insectos (Boinski y Scott, 1988; Kato *et al.*, 1995), otros varios estudios a escala regional muestran que las localidades con mayores niveles de precipitación poseen la mayor diversidad (Janzen y Schoener, 1968; Hawkins *et al.*, 2003). Los patrones observados a estas escalas podrían explicarse debido a que las regiones y los periodos que se presentan altos niveles de precipitación favorecen la productividad primaria de los sistemas y esto proporciona un beneficio indirecto a las comunidades de insectos debido a la disponibilidad de recursos alimenticios y sustrato de oviposición (Wolda, 1978; Pollard, 1990).

En la Reserva del Pedregal, la humedad relativa se relaciona de manera positiva con la riqueza de la comunidad de mariposas. Existen pocos estudios sobre el efecto de la humedad sobre las comunidades y poblaciones de mariposas, y muestran resultados contrastantes. Knab (2001), estudia las poblaciones de la mariposa *Hypolimnas bolina* del norte de Australia y encuentra que hay mayor abundancia y actividad a mayor humedad, sin embargo, Intachat *et al.* (2001) reportan, para una comunidad de palomillas de un bosque tropical de Malasia, que la abundancia de mariposas disminuye cuando los niveles de humedad son más altos, debido al incremento en la probabilidad de infestación por patógenos (hongos y bacterias). En la Reserva del Pedregal es posible que cuando se registra una baja humedad relativa del aire, las mariposas pierdan agua y se deshidraten afectando sus actividades de forrajeo, apareo y oviposición.

Por otra parte, varios estudios documentan un efecto positivo de la riqueza de especies vegetales con néctar sobre la diversidad de la comunidad de mariposas (Intachat *et al.*, 2001; Kitahara *et al.*, 2007), e incluso refieren que ésta puede ser un factor limitante para la densidad de las poblaciones de mariposas (Ehrlich y Gilbert, 1973; Scott y Epstein, 1987). Al respecto, se sabe que la alimentación adecuada de los lepidópteros adultos es un factor que beneficia su fecundidad y su desempeño (Boggs y Ross, 1993; Fisher y Fielder, 2001).

En conclusión, se sugiere que las mariposas requieren de tres condiciones para llevar a cabo actividades de vuelo: (1) bajos niveles de precipitación que reduzcan el riesgo de daño a las plantas y aseguren ciertos niveles de radiación solar, (2) altos niveles de humedad relativa que reduzcan el riesgo de deshidratación, y (3) alta variedad de plantas en floración (i.e. de recursos florales) para que se exploten distintos nichos por las mariposas (Gilbert y Singer, 1975).

#### Agradecimientos

Agradecemos a Luisa Alejandra Domínguez Álvarez y a Rebeca Velázquez López por su ayuda en la realización de este trabajo. A la M. en C. Leticia Chávez por facilitar la información meteorológica utilizada en este estudio. Al Sr. Adolfo Ibarra le agradecemos su ayuda en el montaje e identificación de las mariposas y a la Biól. Yuriana Martínez Orea por su ayuda en la identificación de las plantas.

#### Referencias Citadas

- Alvarado, J., Carabias, J., Meave, P., Moreno-Cassasola, D., Nava, F., Rodríguez, C., Tovar y A. Valiente. 1982. *Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Ángel*. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Barber, C. R. 1980. *Mariposas diurnas del Valle de México*. Ediciones Científicas La Prensa Mexicana, México. 134 pp.
- Chapman, C. L. y C. L. Ross. 1993. The effect of adult food limitation on life history traits in *Speyeria ecnomia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Ecology* 74(2): 433-441.
- Chapman, C. L. y P. E. Scott. 1988. Association of birds with monkeys in Costa Rica. *Biotropica* 20(2): 136-142.
- Argüero S., Y., Martínez-Orea, M. A., Romero-Romero, P., Guadarrama-Chávez, O., Nuñez-Castillo, I., Sánchez-Gallén, Y. J. A., Meave. 2007. *La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Aspectos Florísticos y Ecológicos*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Arriaga, F. 2002. Análisis de algunos factores que afectan la fenología reproductiva de la comunidad vegetal de la Reserva del Pedregal de San Ángel, D. F. (México). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 105 pp.
- Chapman, C. L. y J. M. Diamond (eds). 1975. *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 545 pp.
- Castro, C. A. y J. Nuñez-Farfán. 1994. Las mariposas diurnas del Pedregal de San Ángel como fuentes de polen. Pp. 313-322. En: Rojo, A. (comp.). *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Ecología, Historia Natural y Manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Castro, D. M. 1997. Análisis comparativo de la biología floral de cinco especies de compuestas del Pedregal de San Ángel, D. F. (México). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 111 pp.
- Chapman, C. L. y K. Fielder. 2001. Effects of adult feeding and temperature regime on fecundity and longevity in the butterfly *Lycaena hippothoe* (Lycaenidae). *Journal of Lepidopterologist Society* 54: 91-95.
- Chapman, C. L. 1964. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)*. García, México. 71 pp.
- Chapman, C. L. y M. C. Singer. 1975. Butterfly Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 6: 365-387.

- Hawkins, B. A., R. Field, H. V. Cornell, D. J. Currie, J. F. Guégan, D. M. Kaufman, J. T. Kerr, G. J. Mittelbach, T. Oberdorff, E. M. O'Brien, E. P. Porter, J. y R. G. Turner. 2003. Energy, water and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84: 3105-3117.
- Intachat, J., J. Holloway y H. Staines. 2001. Effects of weather and phenology on the abundance and diversity of geometrid moths in a natural Malaysian tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 17: 411-429.
- Janzen, D. y T. Schoener. 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology* 49(1): 96-110.
- Kato M., T. Inoue, A. A. Hamid, T. Nagamitsu, M. B. Merdek, A. R. Nona, T. Itino, S. Yamase y Yumoto. 1995. Seasonality and vertical structure of a light-attracted insect communities in a dipterocarp forest in Sarawak. *Research in Population Ecology* 37: 59-79.
- Katthain-Duchateau, K. 1971. Estudio taxonómico y datos ecológicos de especies del suborden Rhopalocera (Insecta, Lepidoptera) en un área del pedregal de San Ángel, D. F. México. Tesis de grado profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 185 pp.
- Kemp, D. 2001. Reproductive seasonality in the tropical butterfly *Hypolimnys boltoni* (Lepidoptera: Nymphalidae) in Northern Australia. *Journal of Tropical Ecology* 17: 483-494.
- Kitahara, M., M. Yumoto y T. Kobayashi. 2007. Relationships of butterfly diversity with nectar plant species richness in and around the Aokigahara primary woodland of Mount Fuji, Central Japan. *Biodiversity and Conservation*.
- Llorente-Bousquets, J., L. Oñate-Ocaña, A. Luis-Martínez e I. Vargas-Fernández. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México. Distribución Geográfica e Ilustraciones*. CONABIO y Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 226 pp.
- Luis-Martínez, A., J. Llorente-Bousquets e I. Vargas-Fernández. 2003. *Nymphalidae de México (Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Neliconiinae). Distribución Geográfica e Ilustraciones*. CONABIO y Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 244 pp.
- Pollard, E. 1988. Temperature, rainfall and butterfly numbers. *The Journal of Applied Ecology* 25(3): 813-828.
- Powell, J. 2003. Lepidoptera (Moths, Butterflies). Pp. 793-841. En: Resh, V. y R. Cardé (eds.). *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, San Diego.
- Proctor, M., P. Yeo, y A. Lack. 1996. *The Natural History of Pollination*. Timber Press, Portland. 479 pp.
- Scott, J. 1986. *The Butterflies of North America*. Stanford University Press, Stanford. 583 pp.
- Scott, J. A. Y M. E. Epstein. 1987. Factors affecting phenology in a temperate insect community. *The American Midland Naturalist* 117: 103-118.
- Shapiro, A. 1975. The temporal component of butterfly species diversity. Pp. 181-195. En M. L. Cody y M. Diamond (eds.). *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Valverde, T., Z. Cano-Santana, J. Meave y J. Carabias. 2005. *Ecología y Medio Ambiente*. Pearson Educación, México. 240 pp.
- Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuation in rainfall, food and abundance of Tropical Insects. *The Journal of Animal Ecology* 47(2): 369-381.
- Wolda, H. 1987. Seasonality and the community. Pp. 69-95. En: Gee, J.H.R. y P.S. Giller (eds.). *Organization of Communities, Past and Present*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Wolda, H. 1988. Insect Seasonality: Why? *American Review of Ecology and Systematics* 19: 1-18.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey. 663 pp.