

## PAPILIONIDAE Y PIERIDAE (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) EN LA REGIÓN LOXICHA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR, OAXACA, MÉXICO

Alejandra Sánchez-García\*, Armando Luis-Martínez y Jose Luis Salinas-Gutierrez. Colección de Lepidoptera, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de ciencias, UNAM. Av. Universidad 3000, Cd. Universitaria, Coyoacán, D.F. CP 04510. alexa.ciencias@gmail.com; alm@ciencias.unam.mx; sgjl@att.net.mx \*Dirección actual: Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, Av. Primavera S/N, Col. Santa María Nativitas, Chimalhuacán, Edo. De México, CP 56330.

**RESUMEN:** Se caracterizó la diversidad alfa de las familias Papilionidae y Pieridae (Insecta: Lepidoptera), en la Región Loxicha de la Sierra Madre del Sur, del estado de Oaxaca, con base en recolectas sistemáticas. El análisis se efectuó a partir de 109 días de recolecta en un gradiente altitudinal de los 380 a los 2660 msnm, donde se presentan tres tipos de vegetación: bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña, y bosque de pino-encino. A partir de los datos de recolecta y la revisión de trabajos previos en la región, se elaboró una lista faunística que contiene 63 especies, pertenecientes a 29 géneros y dos familias de la superfamilia Papilionoidea. Papilionidae representa el 48% y Pieridae el 60% de las especies citadas en este transecto para Oaxaca; mientras que con respecto a México, se cuenta con el 30.37% de los Papilionidae y el 35.77% de los Pieridae.

Palabras clave: Diversidad alfa, estimadores no paramétricos, distribución altitudinal.

### **Papilionidae and Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea), in the Loxicha Region in the Sierra Madre Del Sur, Oaxaca, Mexico.**

**ABSTRACT:** Alpha diversity of families Papilionidae and Pieridae (Insecta: Lepidoptera) was characterized, in the Loxicha Region in the Sierra Madre del Sur, Oaxaca State, based on systematic collects. The analysis was performed from 109 days of collected along an altitudinal gradient from 380 to 2660 m, where three vegetation types are presented: tropical evergreen forest, cloud forest and pine-oak forest. From the data collected and review of previous work in the region, was developed one faunal list containing 63 species, belonging to 29 genera and two families of the superfamilia Papilionoidea. Representing 48% of Papilionidae and 60% of Pieridae of the species listed in this transect to Oaxaca; while with respect to Mexico, is counted with the 30.37% of the Papilionidae and 35.77% of Pieridae.

Key words: alpha diversity, Non-parametric estimators, altitudinal distribution.

### **Introducción**

Los métodos para estimar y comparar la diversidad en un sistema biológico, a partir de indicadores bióticos, pueden contribuir a hacer inferencias sobre los procesos ecológicos que influyen en el establecimiento de las poblaciones en un área determinada (Beccaloni y Gaston, 1995; Sreekumar y Balakrishnan, 2001; Moreno, 2001; Tangah *et al.*, 2004). Al realizar estudios sobre la distribución geográfica de la fauna se pueden interpretar los mecanismos históricos y ecológicos que han actuado a través del tiempo, debido a que éstos son el resultado de su interacción (Viloria, 2002).

La obtención de resultados que muestren la composición faunística en estudios ecológicos y biogeográficos, requieren de listas completas de especies, que representen significativamente la caracterización de las áreas bióticas, por medio de grupos indicadores. En este caso se encuentran algunos artrópodos, entre ellos están los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) (Sparrow *et al.*, 1994; Beccaloni y Gaston, 1995; Kocher y Williams, 2000; Sreekumar y Balakrishnan, 2001; Viloria, 2002; Tangah *et al.*, 2004). Este grupo es un modelo frecuente en la elaboración de inventarios faunísticos debido a que son un grupo taxonómicamente diverso, con gran información sobre su historia natural, de

fácil captura e identificación, un alto número de especies por localidad y una alta representatividad ecológica e importancia funcional dentro del ecosistema (Luis y Llorente, 1990; Luis *et al.*, 1991; Vargas *et al.*, 1992, 1999; Lobo, 2000; Moreno, 2001; Jiménez y Hortal, 2003; Halffter y Moreno, 2005; Llorente *et al.*, 2006; Vargas *et al.*, 2006). Actualmente, se ha hecho indispensable evaluar la diversidad alfa que contiene un área, debido a que nos ayuda a determinar lugares con alta riqueza de especies, que permiten proponer sitios idóneos para la conservación, la comparación de especies entre áreas diferentes, cuantificar el recambio y la heterogeneidad de hábitats entre diferentes regiones (Moreno, 2001; Jiménez y Hortal, 2003; Magurran, 2006). Para cuantificar la riqueza se utilizan métodos de muestreo que nos ayuden a representar el total de las especies en una zona determinada; a partir de ellas se estima y compara la biota que integra las diferentes comunidades (Beccaloni y Gaston, 1995; Martín, 2000; Lobo, 2000; Escalante, 2003; Koleff, 2005; Magurran, 2006).

La Región Loxicha, contenida en la Sierra Madre del Sur (Oaxaca-Guerrero), ha sido objeto de numerosas recolectas, pero sin un trabajo sistemático a lo largo de un gradiente altitudinal. Por lo cual, desde 2006 a la fecha, el equipo de Lepidoptera del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de ciencias de la UNAM inició trabajos sistemáticos para caracterizar la fauna de las familias Papilionidae y Pieridae (Rhopalocera) de esta área. Como parte de estos trabajos, se caracterizó la diversidad alfa de Papilionidae y Pieridae de la Región Loxicha, en un gradiente altitudinal de los 380 a los 2660 msnm, determinando la representatividad de las especies observadas con base en estimadores no paramétricos.

## **Materiales y Método**

**Inventario faunístico.** Se efectuaron 109 días efectivos de recolecta (por un periodo de tres años: 2007, 2008 y 2011), en nueve localidades pertenecientes a cuatro municipios de la Sierra Madre del Sur: El Azulillo (15°53'25"N, 96°29'27"O), Portillo del Rayo-Finca ‘El Encanto’ (15°58'38"N, 96°31'11"O), Finca ‘La Aurora’ (15°56'30"N, 96°24'13"O), Pluma Hidalgo (15°56'23"N, 96°25'59"O), La Pasionaria (15°66'09"N, 96°25'08"O), La soledad (15°58'32"N, 96°31'54"O), Puente Arroyo ‘El Guajolote’ (16°03'28"N, 96°30'18"O), San José del Pacífico (16°09'28"N, 96°29'21"O) y El Manzanal 3 km N de ‘La Doncella’ (16°07'39"N, 96°30'12"O). La determinación taxonómica consistió en una identificación preliminar a partir del trabajo de Llorente *et al.* (1997), la determinación se confirmó mediante la comparación con ejemplares de la Colección del MZFC y el arreglo taxonómico se elaboró a partir de la lista sistemática de Llorente *et al.* (2006). A partir de los datos de recolecta en el área de estudio, los registros recopilados de la literatura y la consulta de la megabase de datos MARIPOSA, se construyó la lista taxonómica de Papilionidae y Pieridae de la Región Loxicha.

**Diversidad alfa de la Región Loxicha.** Una vez realizada la lista de especies, se describió la riqueza de Papilionidae y Pieridae, con base en el análisis del número de especies en las diferentes estaciones de muestreo. A continuación, se comparó la riqueza del área con los resultados de Sierra de Juárez (Luis *et al.*, 1991), Sierra de Átoyac de Álvarez (Vargas *et al.*, 1992), y Sierra de Manantlán (Vargas *et al.*, 1999), los cuales poseen un método de recolecta sistemático a lo largo de un gradiente altitudinal. Posteriormente se comparó la riqueza de las localidades con los registros para otros sitios de recolecta en Oaxaca y el número de especies en México (Llorente *et al.*, 1997).

**Riqueza por localidad y comparación con estimadores no paramétricos.** Para describir de manera más detallada la riqueza del área, se caracterizó la diversidad de Papilionidae y Pieridae en las localidades del gradiente altitudinal de los 380 a los 2660 msnm (El Azulillo-La Doncella). Para esto se compararon los valores de riqueza observada por localidad con los valores de los estimadores no paramétricos basados en la abundancia de especies Chao<sub>1</sub> y ACE, y los de incidencia Chao<sub>2</sub> e ICE

descritos en Colwell y Codrington (1994) y Chazdon *et al.* (1998). Dichos estimadores no paramétricos, y los valores estandarizados de las especies observadas (mediante el reordenamiento aleatorio repetido 100 veces), fueron calculados mediante el programa EstimateS 7.5. (Colwell, 2005).

## Resultados y Discusión

**Inventario faunístico.** A partir de las recolectas en campo se obtuvieron 4617 individuos en 109 días de muestreo en nueve localidades (243 de Papilionidae y 4374 de Pieridae), registrando 20 especies en siete géneros de Papilionidae y 37 especies en 22 géneros de Pieridae. Antes de este trabajo se habían registrado 23 especies de Papilionidae y 35 de Pieridae en diferentes trabajos y la megabase MARIPOSA, a partir de este estudio se obtuvieron cinco nuevos registros para el transecto: *Pterourus m. multicaudata*, *Anteos clorinde*, *Abaeis nicippe*, *Pyrisitia lisa centralis*, y *Catasticta oaxaca*. Con la adición de estas especies la lista taxonómica alcanzó las 63 especies (24 Papilionidae y 39 Pieridae), por lo que la zona representa el 48% de los Papilionidae referidos para el Estado y el 60% de los Pieridae, y a nivel nacional representa el 30.37% de Papilionidae y 35.77% de Pieridae de México (Llorente *et al.*, 2006).

Solo se obtuvieron cinco nuevos registros para la zona por dos posibles razones: 1. Los trabajos de la literatura la ubican como la segunda área con mayor esfuerzo de recolecta en Oaxaca, después del realizado en la Sierra de Juárez en su vertiente atlántica (Luis *et al.*, 1991); 2. No se muestrearon localidades entre los 400 y 1200 msnm, ni comunidades de bosque tropical caducifolio. Seguramente tal lista se incrementara si se incluyen otros subintervalos y comunidades que comprendan el bosque tropical caducifolio y sus ecotonos con el BMM y el BTP.

**Diversidad alfa de la Región Loxicha.** De la lista en este trabajo, la región se posiciona como la zona más rica de Papilionidae y Pieridae en la vertiente del Pacífico mexicano, superando el número de especies registradas en las Sierras de Atoyac de Álvarez, Guerrero y de Manantlán, Jalisco-Colima. Además se ubica como la segunda área de mayor riqueza en Oaxaca (después de Sierra de Juárez), presentando el 48% de especies de Papilionidae y el 60% de Pieridae (con representación del 30 y el 7.5% de especies endémicas a México, respectivamente). La riqueza de la región y el porcentaje de endemismos son resultado del aislamiento y de un gradiente altitudinal-vegetacional; éste abarca un paisaje heterogéneo con diversidad climática (temperatura, humedad), edafológica y ecológica (microhábitats) (Kocher y Williams, 2000; Vilorio, 2002).

Su historia biogeográfica ha favorecido la generación de taxones endémicos *V.gr. Heraclides androgeus reyesorum*. Ocho de las nueve localidades muestreadas se posicionan entre los 20 sitios de mayor riqueza de Papilionidae y Pieridae en el Estado, siendo la localidad “El Azulillo” la que destaca, ubicándose en el décimo sitio, y a nivel nacional en el lugar número 52.

**Riqueza por localidad y comparación con estimadores no paramétricos.** La riqueza obtenida en Papilionidae y Pieridae muestran valores muy cercanos a los calculados por los estimadores, ya que se alcanza un porcentaje de representatividad de entre 87.69 y 98.28% (Cuadro 1). La mayor coincidencia entre valores observados y estimados es con los resultados de los estimadores basados en abundancia (Chao<sub>1</sub>, y ACE), ya que las diferencias entre cada estimador fueron mínimas. Por lo general, se alcanzó más del 87% de representatividad de las especies de la región; así entonces, la mayor parte de las especies en el área fueron recolectadas. Esto significa que se carece aún de las especies raras o de muy baja abundancia relativa (Beccaloni y Gaston, 1995; Gotelli y Colwell, 2001; Lobo, 2000; Moreno, 2001; Jiménez y Hortal, 2003; Chao *et al.*, 2005; Halffter y Moreno, 2005).

Cuadro 1. Estimación de la riqueza de Papilionidae y Pieridae a través de estimadores no paramétricos.

Localidades	Esp Obs	Chao1	% ob	ACE	% ob	Chao2	% ob	ICE	% ob
El Azulillo	42	42	100	43	97.67	43	97.67	45	93.33
Portillo del Rayo	29	31	93.55	33	87.88	36	80.56	42	69.05
Finca la Aurora	26	37	70.27	31	83.87	31	83.87	34	76.47
Pluma Hidalgo	32	38	84.21	40	80	39	82.05	42	76.19
La Soledad	22	32	68.75	26	84.62	25	88	25	88
La Pasionaria	22	23	95.65	25	88	25	88	26	84.62
El Guajolote	23	24	95.83	25	92	25	92	32	71.88
San José del Pacífico	22	23	95.65	23	95.65	23	95.65	26	84.62
La Doncella	10	10	100	11	90.91	12	83.33	14	71.43
Región Loxicha	57	62	91.94	58	98.28	62	91.94	65	87.69

Al realizar el análisis de los resultados por familia, se aprecian diferencias en los valores de representatividad entre los estimadores. En Papilionidae es el 100% de representatividad en altitudes bajas (EA) y altas (EG y SJ); mientras que en altitudes intermedias los estimadores calculan diferencias significativas con la cantidad de especies recolectadas, particularmente en tres localidades (FA, PH, y PR), pues solo alcanza del 40 al 75% (Cuadro 2). Un aspecto que influye en los valores de riqueza de Papilionidae son las variables microambientales características de cada sitio de recolecta *V. gr.* disponibilidad de nichos, heterogeneidad de microhábitats (Pianka, 1966; Janzen, 1967; Slansky, 1973; Kocher y Williams, 2000; Sreekumar y Balakrishnan, 2001; Tangah *et al.*, 2004). Además, existe una relación estrecha entre la diversidad de especies y la variedad de plantas de alimentación larval, que determinan la disponibilidad de recursos *v. gr.* Aristolochiaceae, Annonaceae y Rutaceae típicas de bajas altitudes (Pianka, 1966; Slansky, 1973; Sparrow *et al.*, 1994; Sreekumar y Balakrishnan, 2001; Tangah *et al.*, 2004).

Cuadro 2. Estimación de la riqueza de Papilionidae a través de estimadores no paramétricos.

Localidades	Esp Obs	Chao1	% ob	ACE	% ob	Chao2	% ob	ICE	% ob
El Azulillo	15	15	100	15	100	15	100	15	100
Portillo del Rayo	6	8	75	9	66.67	15	40	28	21.43
Finca la Aurora	4	10	40	10	40	9	44.44	9	44.44
Pluma Hidalgo	4	6	66.67	10	40	10	40	10	40
La Soledad	3	3	100	4	75	3	100	4	75
La Pasionaria	4	4	100	5	80	5	80	6	66.67
El Guajolote	3	3	100	3	100	3	100	3	100
San José del Pacífico	2	2	100	2	100	2	100	2	100
La Doncella	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Región Loxicha	20	20	100	21	95.24	25	80	30	66.67

Para Pieridae los estimadores señalan altos porcentajes de representatividad, pero con algunas subestimaciones (ICE). Los datos del Cuadro 3 señalan que en elevaciones bajas y medias se obtuvo entre el 86 y el 100% de las especies esperadas; esto indica que el muestreo en éstas es suficiente y se cuenta con una lista confiable de las especies en este intervalo altitudinal (Colwell y Codington, 1994;

Beccaloni y Gaston, 1995; Gotelli y Colwell, 2001; Moreno, 2001; Escalante, 2003; Colwell *et al.*, 2005; Halffter y Moreno, 2005).

Cuadro 3. Estimación de la riqueza de Pieridae a través de estimadores no paramétricos.

Localidades	Esp Obs	Chao1	% ob	ACE	% ob	Chao2	% ob	ICE	% ob
El Azulillo	27	27	100	27	100	28	96.43	30	90
Portillo del Rayo	23	23	100	25	92	25	92	28	82.14
Finca la Aurora	22	24	91.67	23	95.65	23	95.65	25	88
Pluma Hidalgo	28	31	90.32	32	87.5	30	93.33	32	87.5
La Soledad	19	25	76	22	86.36	22	86.36	21	90.48
La Pasionaria	18	19	94.74	20	90	19	94.74	20	90
El Guajolote	20	21	95.24	22	90.91	24	83.33	30	66.67
San José del Pacífico	20	21	95.24	22	90.91	21	95.24	25	80
La Doncella	10	10	100	11	90.91	12	83.33	14	71.43
Región Loxicha	37	37	100	37	100	38	97.37	38	97.37

## Conclusión

Con este trabajo se agregan cinco nuevos registros de Papilionidae y Pieridae para la Región Loxicha, por lo que la zona cuenta con 63 especies, 24 Papilionidae y 39 Pieridae. Esto la coloca en primer lugar en riqueza de la vertiente del Pacífico mexicano, y como la segunda región más diversa de Oaxaca, al contener el 48% de los Papilionidae y el 60% de los Pieridae referidos para el Estado. Los valores de los estimadores (Chao<sub>1</sub>, Chao<sub>2</sub>, ACE e ICE), señalan que en la mayoría de las localidades (con algunas excepciones en Papilionidae), se obtuvieron valores esperados muy cercanos a los observados, dando una representatividad de más del 87% en general, lo cual indica que el esfuerzo de recolecta realizado a nivel general para la Región (aunque no para todas las localidades), se puede considerar aceptable o satisfactorio para comparaciones.

## Literatura Citada

- Beccaloni W. and J. Gaston. 1995. Predicting the species richness of Neotropical forest butterflies: Ithimiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*. 71: 77-86.
- Chao A., L. Chazdon, R. Colwell, y S. Tsung-Jen. 2005. Un Nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia, pp 85-96. En: Halffter G., J. Soberón, P. Koleff and A. Melic. *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gama*. Monografías tercer milenio.
- Chazdon R., R. Colwell, J. Deslow, and M. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica, pp. 285-309.
- Colwell R., and J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Science*. 345: 101-118.
- Colwell, R. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Escalante T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos de ciencia y cultura*. 52: 53-56.

- Gotelli J.N., and R. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letter*. 4: 379-391.
- Halffter, G. y C. Moreno. 2005. Significado de las diversidades alfa, beta y gamma, pp 5-18. En: Halffter G., J. Soberon, P. Koleff & A. Melic (Eds). M3-Monografías 3er Milenio. CONABIO, DIVERSITAS y S.E.A. Publicaciones de la Sociedad Entomológica Aragonesa, Volumen 4.
- Jiménez V.A., y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberoamericana de Aracnología*, 8: 151-158.
- Kocher S. and E. Williams. 2000. The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography. *Journal of Biogeography* 27: 785-794.
- Koleff P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. pp 19-40. En: Halffter G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds). Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gama. Monografías tercer milenio. 242 p.
- Llorente J. B., L.O. Oñate, A.M. Luis, y I.F. Vargas. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración. Las Prensas de Ciencias. UNAM. México D.F. 229 p.
- Llorente B.J., A.M. Luis y I.F. Vargas. 2006. Apéndice general de Papilionoidea: Lista sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas, pp. 945-1009.
- Lobo J. 2000. ¿Es posible predecir la distribución geográfica de las especies basándonos en variables ambientales?, pp 55-68.
- Luis, A., y J.B. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e Historia. 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dinamos, Magdalena Contreras, D.F., México. *Folia Entomológica Mexicana*, 74: 95-198.
- Luis, A., I.F. Vargas y J.B. Llorente. 1991. Lepidopteroфаuna de Oaxaca I. Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. Publicaciones especiales del Museo de Zoología UNAM, 3: 1-121.
- Martín-Piera F. 2000. Estimaciones prácticas de biodiversidad utilizando taxones de alto rango en insectos, pp 35-54. En: Martín-Piera F., J.J. Morrone y A. Melic (Eds). Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000. m3m-Monografías Tercer Milenio, Volumen 1, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza.
- Magurran E. A. 2006. Biological diversity. *Current Biology*. 15 (4): 116-118.
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T- Manuales y Tesis SEA, Volumen 1. Zaragoza. 84 p.
- Pianka E. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *The American Naturalist*. 100(910): 33-45.
- Slansky F. 1973. Latitudinal gradients in species diversity of the New World swallowtail butterflies. *Journal of Research on the Lepidoptera*. 11(4): 201-217.
- Sparrow H., T. Sisk, P. Ehrlich, and D. Murphy. 1994. Techniques and guidelines for monitoring Neotropical butterflies. *Conservation Biology*. 8(3): 800-809.
- Sreekumar P. and M. Balakrishnan. 2001. Habitat and altitude preference of butterflies in Aralam wildlife sanctuary, Kerala. *Tropical Ecology*. 42(2): 277-281.
- Tangah J., J. Hill, K. Hamer, and M. Dawood. 2004. Vertical distribution of fruit-feeding butterflies in Sabah, Borneo. *Sepilok Bulletin*. 1(17): 17-27.
- Vargas, I., J.B. Llorente y A.M. Luis. 1992. Lepidopteroфаuna de Guerrero 1: Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Atoyac. Publicaciones especiales del Museo de Zoología (UNAM). 2: 1-127.

- Vargas I., J.B. Llorente y A.M Luis. 1999. Distribución de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la Sierra de Manantlán (250-1650 m) en los estados de Jalisco y Colima. Publicaciones especiales del Museo de Zoología (UNAM). 11: 1-153.
- Vargas I. F., M. O. Trujano, J. B. Llorente, y A. M. Luis. 2006. Patrones de distribución de las subfamilias Ithomiinae, Morphinae y Charaxinae (Lepidoptera: Nymphalidae), pp 867-943. En Morrone J. J. y J. B. Llorente (Eds). Componentes bióticos principales de la entomofauna Mexicana. Las Prensas de Ciencias UNAM. México, D.F.
- Viloria A. 2002. Limitaciones que ofrecen distintas interpretaciones taxonómicas y biogeográficas al inventario de lepidópteros hiperdiversos de las montañas Neotropicales y a sus posibles aplicaciones. Monografías SEA 3er. Milenio. 2:173-190. Zaragoza.