

¿ES *Pterourus esperanza* (INSECTA: LEPIDOPTERA) UN INSECTO QUE RESPONDE A LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA EN UN BOSQUE DE NIEBLA?

Marisol Esther Almaraz-Almaraz y Jorge Leonel León-Cortés. El Colegio de la Frontera Sur. Departamento de Conservación de la Biodiversidad. Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N María Auxiliadora, C.P.29290. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. egipsol_2105@hotmail.com; jleon@ecosur.mx

RESUMEN: La distribución espacial de *P. esperanza* está circunscrita a una cota altitudinal de 1600 a 2200 m, en La Chinantla, México. En este piso altitudinal la actividad (i.e. patrullaje) de *P. esperanza* está correlacionada con valores de temperatura relativamente moderados (promedio mínimo de la temperatura de dos años de registro = 14.8°C), e incluso por debajo de la temperatura que los censos de mariposas en otras latitudes estiman conveniente (>25°C). Los resultados apuntan a considerar que la actividad de *P. esperanza* puede verse influenciada por la variación en la temperatura, y a que es necesario reforzar un programa de monitoreo permanente de esta mariposa endémica para interpretar y predecir los efectos relativos de la temperatura local y regional sobre la actividad y persistencia poblacional.

Palabras clave: Gradiente, Oaxaca, Endemismo.

¿Is *Pterourus esperanza* (Insecta: Lepidoptera) an insect that responds to temperature variations in a cloud forest?

ABSTRACT: The spatial distribution of *P. esperanza* is limited to an altitudinal elevation of 1600-2200 m, at La Chinantla, Mexico. At this altitude level, the activity (i.e. patrolling) of *P. esperanza* is correlated with relatively moderate values of temperature (average minimum temperature recorded during two years = 14.8 °C), and even temperature values below the suggested threshold for butterflies censuses elsewhere (> 25 °C). Our results point to the conclusion that the activity of *P. esperanza* can be influenced by the variation in temperature values, along with the need to strengthen a program of ongoing monitoring of this endemic butterfly to interpret and predict the relative effects of local and regional temperature on activity and population persistence.

Key words: Gradient, Oaxaca, Endemism.

Introducción

La distribución de los lepidópteros tiene relación con factores ecológicos y abióticos, tales como la cobertura arbórea y los parámetros micro-climáticos (Ehrlich, 1984; Luis-Martínez *et al.*, 2004; Sreekumar y Balakrishnan, 2001). La temperatura es un factor importante para organismos ectotermos como los insectos, ya que limita la fisiología, la conducta y los rangos de distribución de los organismos (Kerr y Packer, 1997; Kaspari *et al.*, 2000). En tanto que la humedad puede ejercer un efecto significativo sobre el número de especies de lepidópteros (Brehm *et al.*, 2007; Axmacher *et al.*, 2009), el patrón de actividad y el éxito reproductivo de los insectos pueden verse fuertemente influenciados por cambios sutiles en la temperatura – si bien las mariposas diurnas son capaces de volar en condiciones de sombra cuando la temperatura es suficientemente óptima. Empero con poca disponibilidad de energía solar (como suele ocurrir en bosques mesófilos de montaña), el tiempo de vuelo puede ser errático. Es necesario identificar los límites acotados de temperatura y cantidad de luz que permiten la actividad de las mariposas (Douwes, 1970; Pollard y Yates, 1993). A partir del reconocimiento de tales límites fisiológicos, se derivan lecciones importantes en cuanto a los rangos de tolerancia de las mariposas, su variación y asociación con hábitats y cotas altitudinales. En suma, con un conocimiento adecuado de la relación entre la temperatura y los patrones de actividad de los

insectos, podríamos anticipar las posibles reacciones de especies circunscritas a espacios altitudinales sumamente acotados ante los efectos del cambio climático.

Pterourus esperanza (Lepidoptera: Papilionidae) (Beutelspacher, 1975) es una especie endémica de la Sierra Norte del estado de Oaxaca, México. Cuyo estatus en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) la incluye en la categoría “amenazada”. Mientras que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN (por sus siglas en inglés) la registra como “vulnerable” (Collins y Morris, 1985; SEMARNAT, 2010). *Pterourus esperanza* es de interés biogeográfico por estar limitada a áreas de bosque mesófilo de montaña con dominancia de árboles de *Engelhardtia (Oreomunnea) mexicana* (Standl.) J. F. Leroy (Junglandaceae), entre 1400 y 2500 m (Collins y Morris, 1985; Tyler *et al.*, 1994). Por tanto, representa un linaje de particular importancia en la agenda de conservación de especies endémicas en México.

Este trabajo pretende explorar la relación entre la variación en la temperatura con el patrón de actividad de *P. esperanza* en un gradiente de elevación en el sur de México, en la Chinatla, Oaxaca (100 a 3,000 m). El principal objetivo es identificar los límites y variaciones en la temperatura local que facilitan las respuestas y actividad de *P. esperanza*.

Materiales y Método

El área de localización y estudio de *P. esperanza* se circunscribió a un paisaje discreto de aproximadamente 25 km² (en adelante llamado “Comaltepec”) perteneciente a los municipios de Santiago Comaltepec y San Pedro Yolox. Previos análisis demostraron que *P. esperanza* está circunscrita a la cota entre los 1600 y 2200 m, en La Chinantla (Almaraz-Almaraz *et al.*, 2013). En dicha cota altitudinal se concentraron las observaciones mediante transectos intensivos durante la época de vuelo de la mariposa adicionalmente se registró la temperatura cada hora en el área de influencia de los transectos, empleando higró-termómetros portátiles (data-logger) modelo HOBO® y USB-500 Log. Para estimar la abundancia de *P. esperanza* en el paisaje “Comaltepec”, se establecieron cuatro transectos fijos estratificados por tipo de hábitat de entre 700 y 1300 m de longitud. Los transectos se visitaron diariamente de marzo a mayo de 2012 y 2013, para incluir todo el periodo de vuelo de *P. esperanza*. El número de individuos observado se expresó como el número de individuos /100 m de transecto, y con ello se registró la medida estándar de la abundancia relativa de *P. esperanza* por transecto, (Thomas, 1983). Los registros y avistamientos de *P. esperanza* se llevaron a cabo de las 09:00 a las 17:00 hrs, bajo condiciones óptimas para la observación de mariposas activas (Pollard y Yates 1993).

Se construyeron modelos de regresión lineal que relacionaron las estimaciones de las abundancias relativas diarias (estimados a partir de las abundancias registradas en los transectos) y los valores de la temperatura local promedio, máxima, mínima, y mediana.

Resultados y Discusión

Se ejecutaron un total de 108 transectos de marzo a mayo del 2012 y de marzo a abril de 2013. Los datos de distribución y abundancia en el gradiente de estudio muestran una distribución espacial extremadamente localizada con abundancias poblacionales incipientes durante 2011 y 2012 de 0.05 ± 0.01 (EE) y 0.03 ± 0.009 individuos/100m de transecto (1600 a 2500 m), respectivamente (Almaraz-Almaraz *et al.*, 2013). La distribución espacial de *P. esperanza* está circunscrita a una cota altitudinal entre los 1600 y 2200 m. En este espacio altitudinal, la actividad (i.e. patrullaje, ver abajo) de *P. esperanza* en el paisaje de “Comaltepec” tomó lugar aún bajo el registro de valores de temperatura

relativamente moderados (promedio mínimo de la temperatura de dos años de registro = 14.8°C), e incluso por debajo de valores de temperatura que un censo de mariposas se estima conveniente en otras latitudes (> 25°C; Pollard y Yates 1993).

Relación con la temperatura. El valor de la temperatura local promedio durante 2012 y 2013, fue de 14.8 (± 1.98 DE) y 16.5°C (± 2.43 DE), respectivamente (Cuadro 1). Al relacionar los datos de las abundancias poblacionales registrados en los transectos de estudio y los valores de temperatura local, se detectó una correlación significativa para la temperatura promedio ($r = 0.37$; $p = 0.01$), máxima ($r = 0.39$; $p = 0.009$), mínima ($r = 0.36$; $p=0.01$), y mediana ($r = 0.35$; $p =0.02$). La temperatura ejerció un efecto significativo sobre el patrón de actividad de *P. esperanza* (Fig. 1). Evidencia previa ha detectado una fuerte dependencia de la actividad de los lepidópteros con las variaciones en la temperatura (Kingsolver, 1985; León-Cortés y Pescador, 1998).

Cuadro 1. Valores de temperatura (°C ± DE) en el paisaje de estudio durante 2012 y 2013.

	2012	2013
T° promedio	14.80 ± 1.98	16.54 ± 2.43
T° máxima	17.26 ± 2.73	21.14 ± 2.97
T° mínima	11.10 ± 1.60	13.94 ± 2.62
T° mediana	13.57 ± 1.49	15.51 ± 2.36

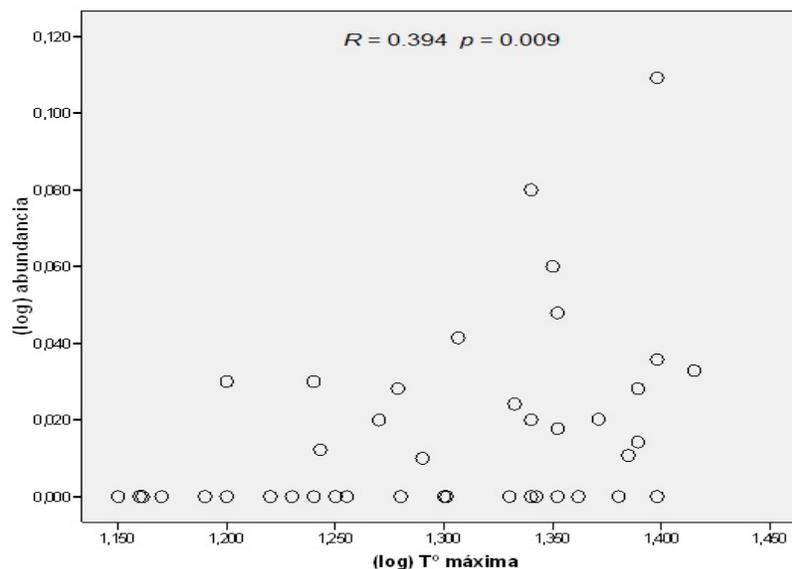


Figura 1. La relación de los valores de temperatura máxima y la abundancia poblacional de *Pterourus esperanza* en el paisaje de “Comaltepec”.

La relación de la temperatura y el patrón de actividad reportada se refuerza con la observación de que la mayoría de los avistamientos se registraron entre las 11:00 y las 15:00 horas, periodo de tiempo en el cual se hubo registrado la temperatura máxima en el paisaje de “Comaltepec”. Una proporción importante (80%) de los individuos avistados se registraron “patrullando” en caminos abiertos y soleados a una altura de 1.5 a 3.5 m aproximadamente, en tanto que 20% se avistaron

libando nectar; *P. esperanza* visitó principalmente especies de Angiospermas, i.e. *Eupatorium sordidum* var. *Atrorubens* (Lem.) Miranda.

Conclusiones

Los resultados sugieren que la actividad de *P. esperanza* puede ser afectada por la variación en la temperatura. Es decir, un incremento en el promedio de la temperatura de 4° C entre 2012 y 2013 (cuadro 1), ha generado el avistamiento del doble del promedio de individuos. El incremento en la temperatura puede, en lo general, facilitar la actividad de los insectos. Si bien nuestros resultados refieren a las posibles respuestas de la actividad del lepidóptero en zonas con valores de temperatura erráticos durante el año, consideramos que la correlación reportada puede ser un indicador de la dependencia de *P. esperanza* respecto de cambios sutiles en los valores de temperatura.

Al incrementar la temperatura en gradientes altitudinales podría esperarse una respuesta negativa (i.e. movimientos hacia altitudes mayores) de aquellas especies restringidas a las partes altas de las montañas. El caso de *P. esperanza* permitirá examinar si cambios futuros en los valores de temperatura en esta cota altitudinal (y en general en este y otros gradientes de elevación) pueden determinar cambios importantes en su distribución espacial y temporal. En el ámbito de la dinámica poblacional de este insecto, los tamaños poblacionales registrados implican que la especie puede ser susceptible a las variaciones estocásticas regionales y locales, y que es necesario reforzar un programa de manejo del hábitat de la mariposa. La comunidad de la Chinantla ha establecido un sistema de protección de hábitat que en conjunto con un esquema de monitoreo, permitiría cuantificar cambios y tamaños poblacionales que anticipen acciones para evitar extinciones locales o regionales de *P. esperanza*.

Agradecimientos

Agradecemos la disponibilidad de la comunidad de Santiago Comaltepec y San Pedro Yolox, Oaxaca. A los compañeros que nos apoyaron en los estudios de campo a Linda Almaraz, Benito Almaraz, Ubaldo Caballero y Manuel Ramos. Al proyecto Distribución y Variaciones altitudinales de insectos como respuesta al cambio climático en el sur de México (CB-2008-01; 102875) y al proyecto UC MEXUS-CONACYT *Collaborative Grants* "Insectos y cambio climático en el Sur de México".

Literatura Citada

- Almaraz- Almaraz, M.E., León-Cortés, J.L. and Molina-Martínez, A. 2013. The population ecology and conservation of *Pterourus esperanza* (Insecta: Lepidoptera): an ancestral swallowtail butterfly in the Northern Sierra of Oaxaca, Mexico. *Annals of the Entomological Society of America* 106, 753-760.
- Axmacher, J.C., Brehm, G., Hemp, A., Tünnte, H., Lyaruu, H. V.M., Muller-Hoheüstein, K., and Fiedler, K. 2009. Determinants of diversity in afrotropical herbivorous insects (Lepidoptera: Geometridae): plant diversity, vegetation structure or abiotic factors? *Journal of Biogeography* 36:337–349
- Beutelspacher, C. R. 1975. Una especie nueva de *Papilio* L. (Papilionidae). *Revista Sociedad Mexicana de Lepidopterologia* 1: 3-6.
- Brehm, G., Colwell, R.K. and Kluge, J. 2007. The role of environment and mid-domain effect on moth species richness along a tropical elevational gradient. *Global Ecology and Biogeography* 16:205–219

- Collins, N. M. and Morris, M. G. 1985. Threatened Swallowtail Butterflies of the World: The IUCN Red Data Book. IUCN, Cambridge, U.K.
- Douwes, P. 1970. Size of, gain to and loss from a population of adult *Heodes virgaurea* (L.) (Lep.Lycaenidae). *Entomologica Scandinavica* 1:263-287
- Ehrlich, P. 1984. The structure and dynamics of butterfly populations. In: Vane- Wright, R. I. and Ackery, P. R. (Eds.). *The Biology of Butterflies*. Symposium of the Royal Entomological Society of London 11: 25-40. Princeton: Princeton University Press.
- Kaspari, M., Alonso, L. and Kercher, J.R. 2000. Energy, density and constraints to species richness: ant assemblages along a productive gradient. *The American Naturalist* 155:280-293
- Kerr, J.T. and Parker, L. 1997. Habitat heterogeneity as determinant of mammal species richness in high-energy regions. *Nature* 385:252-254
- Kingsolver, J. G. 1985. Butterfly thermoregulation: organismic mechanisms and population consequences. *J. Res. Lep.* 24:1-20.
- León- Cortés, J.L. and Pescador A. R. 1998. The Spingidae of Chajul, Chiapas, Mexico. *J. Lep. Soc.* 52: 105-114.
- Luis- Martínez, A., Llorente- Bousquets, J., Warren, A. D. y Vargas, I. 2004. Lepidópteros: Papilionoideos y Hesperioideos. En: García-Mendoza, A. J., Ordóñez, M. J. y Briones-Salas, M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca.*, Pp. 335-355. Instituto de Biología-UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, D. F.
- Pollard, E. and Yates, T. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman & Hall. London, U. K.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. *Diario Oficial de la Federación. Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT--2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*
- Sreekumar, P. G. and Balakrishnan, M. 2001. Habitat and altitude preferences of butterflies in Aralam. *Wildlife Tropical Ecology* 42: 277-281
- Thomas, J. A. 1983. A quick method for estimating butterfly numbers during surveys. *Biological Conservation* 27: 195-211.
- Tyler, H., Brown, K. S. and Wilson, K. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas: A study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation*. Scientific Publishers, Inc. Gainesville, Florida.