

## PATRONES DE DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL

Paloma Cambrón-Villalobos<sup>1</sup>✉, Edmundo López-Barbosa<sup>2</sup>, Yurixhi Maldonado-López<sup>3</sup>, Pablo Cuevas-Reyes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, CP 58060, Morelia Michoacán, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Agroecología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, CP 58060, Morelia Michoacán, México.

<sup>3</sup>CONACYT-Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida San Juanito Itzicuaró SN, Nueva Esperanza, 58330, Morelia, Michoacán, México.

✉ Autor de correspondencia: [palo\\_366@hotmail.com](mailto:palo_366@hotmail.com)

**RESUMEN.** Los artrópodos constituyen un grupo taxonómico muy importante, siendo un grupo evolutivamente muy exitoso y diverso. La altitud es un factor abiótico que incorpora un conjunto de variables ambientales que cambian a lo largo de un gradiente afectando la estructura y la composición de las comunidades de artrópodos. Nuestro objetivo consistió en evaluar los cambios en la comunidad de artrópodos terrestres a lo largo de un gradiente altitudinal en el Volcán de Tequila, Jalisco. Durante la época de lluvias, se trazaron 12 transectos cada cien metros de altitud entre los 1500 a los 2800 msnm que incluye la comunidad de encinos. En cada transecto, se colocaron seis trampas de caída para la colecta de artrópodos, los cuales fueron identificados en el laboratorio al nivel de familia. Se encontró un total de 5,105 artrópodos agrupados en 13 órdenes y 90 familias diferentes. Los órdenes más abundantes fueron el Diptera (24 %), seguido de Coleoptera (20 %), Hemiptera (16 %) e Hymenoptera (12 %). Se obtuvieron diferencias significativas en la abundancia y riqueza de órdenes y familias de artrópodos entre diferentes altitudes, siendo las altitudes intermedias las que presentaron mayor diversidad de artrópodos. Nuestros resultados muestran que la altitud es un factor que provoca cambios en la estructura y composición de artrópodos, generando diferentes patrones de diversidad que apoyan la hipótesis de diversidad intermedia donde las condiciones bióticas y abióticas del gradiente altitudinal favorecen una mayor diversidad de especies.

**Palabras clave:** Composición, altitud, Volcán de Tequila.

### Diversity patterns of terrestrial arthropods in an altitudinal gradient

**ABSTRACT.** Arthropods constitute an important taxonomic group, being an evolutionarily successful and diverse group. Altitude is an important abiotic factor that incorporates a set of environmental variables that change along a gradient affecting then structure and composition of arthropod communities. Our objective was to evaluate the changes of the community of terrestrial arthropods along an altitudinal gradient in the Tequila Volcano, Jalisco During the rainy season, 14 transects were sampled every 100 meters of altitude between a range from 1500 to 2800 msnm that include an oak community, placing six pitfalls tramps on each transect for the collection and identification of arthropods. A total of 5105 arthropods grouped in 13 orders and 90 different families were found. The most abundant orders were Diptera (24 %), followed by Coleoptera (20 %), Hemiptera (16 %) and Hymenoptera (12 %). Significant differences were observed in the abundance and richness of orders and families of arthropods between different altitudes, where, intermediate altitudes had the greatest arthropod diversity. Our results show that altitude is an important abiotic factor that generate changes in the structure and composition of terrestrial arthropods, generating different diversity patterns that support the hypothesis of intermediate diversity, where the biotic and abiotic conditions of the altitudinal gradient favor a greater diversity of species.

**Key words:** Composition, altitude, abundance arthropod.

## INTRODUCCIÓN

Los artrópodos conforman un grupo taxonómico muy importante dentro de las redes tróficas en las comunidades naturales contribuyendo a la transferencia de energía mediante las relaciones que

mantiene con diferentes niveles tróficos. Evolutivamente son un grupo muy exitoso y diverso, encontrándose ampliamente distribuidos y adaptados a casi todos los hábitats y microhábitats, notablemente diversificados en diferentes niveles taxonómicos (Llorente y Monroe, 2002).

La diversidad biológica depende de factores abióticos y bióticos. Históricamente los gradientes altitudinales han sido considerados como respuestas directas a los cambios ambientales e interacciones bióticas. Los cambios generales al ascender gradientes altitudinales involucran potencialmente variación en la temperatura, precipitación y presión parcial de los gases, que a menudo interactúan y crean el ambiente donde especies de artrópodos sobreviven y se reproducen, provocando cambios en su comunidad a nivel de composición y diversidad (Lawton *et al.*, 1987). Los artrópodos tienen una rápida respuesta a las variaciones ambientales, donde su composición puede variar a través de gradientes altitudinales. Por ejemplo, el incremento de condiciones rigurosas o desfavorables hacia la cima de los gradientes altitudinales supone restricciones para los artrópodos, lo que podría provocar un recambio altitudinal en la composición de especies (Levesquea *et al.*, 2002).

Estudios realizados sugieren dos patrones generales entre la asociación de la altitud y riqueza de especies (Lomolino, 2001; Rahbek, 1995), (i) una disminución de la riqueza con el aumento de la altitud; (ii) una mayor diversidad en altitudes intermedias. Se ha propuesto que ambos patrones surgen, en parte por las diferencias en la disponibilidad de recursos y su interacción con la temperatura a través de gradiente altitudinal (McCain, 2007). La existencia de los patrones altitudinales y sus procesos fundamentales aún no se comprenden en su totalidad y parecen variar con la región biogeográfica, grupo taxonómico, cadena trófica, estabilidad o antigüedad de los ecosistemas (Cortez- Fernández, 2006).

La información sobre la distribución altitudinal de los organismos, en particular de los artrópodos es insuficiente o está enfocada a grupos taxonómicos específicos. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto del gradiente altitudinal sobre la diversidad de artrópodos terrestres, para un mejor entendimiento sobre los mecanismos que generan y mantienen los patrones de diversidad, ya que son fundamentales para estrategias de conservación, pues estos organismos representan la mayoría de las especies en bosques tropicales y realizan funciones relevantes como herbívoros y depredadores.

## MATERIALES Y MÉTODO

El Volcán de Tequila se encuentra localizado al centro del estado de Jalisco siendo parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, presentando una elevación que va de los 500 msnm en su parte más baja hasta los 2920 msnm en las más altas.

Dentro del gradiente altitudinal del Volcán, se seleccionó un rango altitudinal entre los 1500 a los 2900 msnm que incluye comunidades de encinos (15 spp.), donde cada cien metros de altitud se trazaron transectos (12 en total de 50 × 2 m.). En cada transecto, se colocaron seis trampas de caída enterradas al nivel del suelo con distancia entre trampas de 10 m. El cebo utilizado para la captura de artrópodos fue fruta en descomposición, los organismos colectados se fijaron en alcohol al 70 % y se identificaron hasta nivel taxonómico de Familia, utilizando las claves dicotómicas de determinación de artrópodos de Triplehorn, Johnson and Borror (2005).

Se aplicaron Modelos Lineales Generalizados (MLG) con un error de tipo Poisson para evaluar el efecto de la altitud (variable independiente) sobre la estructura y composición de artrópodos, considerando como variables de respuesta la, riqueza de órdenes y familias, respectivamente.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se encontró un total de 5,105 artrópodos agrupados en 13 órdenes y 90 familias diferentes (Cuadro 1). Los órdenes más abundantes fueron el Diptera (24 %), seguido de Coleoptera (20 %), Hemiptera (16 %) e Hymenoptera (12 %) (Fig. 1). Se encontraron diferencias significativas en la abundancia y riqueza de órdenes y familias de artrópodos entre diferentes altitudes, siendo las altitudes intermedias las que presentaron mayor diversidad de artrópodos (Figs. 2 y 3).

Cuadro 1. Resumen de la composición, abundancia y riqueza de órdenes y familias de artrópodos dentro del gradiente altitudinal del Volcán de Tequila, Jalisco

Orden	Familia	Altitud			
		Baja (1500-1900)	Intermedia (2000-2400)	Alta (2500-2900)	
Aranea	Anyphaenidae	0	4	1	
	Araneidae	2	0	0	
	Clubionidae	1	0	0	
	Dipluridae	2	1	7	
	Lycosidae	0	0	0	
	Pisauridae	5	6	8	
	Salticidae	2	2	1	
Blattodea	Blatellidae	8	6	1	
	Blattidae	1	8	4	
Coleoptera	Carabidae	2	42	19	
	Chrysomelidae	74	6	5	
	Coccinellidae	2	1	1	
	Curculionidae	1	19	3	
	Elateridae	6	10	13	
	Geotrupidae	1	1	0	
	Lampyridae	1	1	0	
	Leiodidae	0	8	0	
	Lycidae	1	2	0	
	Nitidulidae	172	745	44	
	Platypodidae	1	0	0	
	Rhipiceridae	1	0	0	
	Salpingidae	0	1	0	
	Scarabaeidae	79	103	37	
	Scolytinae	6	0	1	
	Silphidae	4	0	0	
	Sthaphylinidae	41	195	51	
	Tenebrionidae	20	76	13	
	Dermaptera	Foficulidae	3	10	0
	Diptera	Anthomyiidae	0	4	6
Asilidae		0	0	1	
Bibionidae		1	2	2	
Bombyliidae		1	0	0	
Chloropidae		635	34	5	
Dolichopodidae		9	5	0	
Drosophilidae		140	192	0	
Empididae		2	0	0	
Ephydridae		2	23	1	

Cuadro 1. Continuación.

Orden	Familia	Altitud			
		Baja (1500-1900)	Intermedia (2000-2400)	Alta (2500-2900)	
Diptera	Fanniidae	1	1	0	
	Heleomyzidae	391	148	104	
	Milichiidae	0	10	0	
	Muscidae	37	22	10	
	Mycetophilidae	6	3	0	
	Phoridae	0	16	0	
	Piophilidae	3	0	0	
	Platystomatidae	0	3	0	
	Rhagionidae	0	1	0	
	Scathophagidae	1	1	1	
	Sciaridae	3	45	4	
	Sciomyzidae	0	3	2	
	Tipulidae	1	0	0	
Hemiptera	Cicadellidae	2	5	0	
	Cixiidae	1	0	0	
	Coreidae	0	2	12	
	Derbidae	0	1	0	
	Evaniidae	1	0	0	
	Heterogastridae	0	1	0	
	Largidae	43	20	10	
	Lycidae	0	1	0	
	Lygaeidae	0	3	7	
	Nabidae	0	1	0	
	Pachygronthidae	1	50	1	
	Pentatomidae	1	6	10	
	Reduviidae	0	2	1	
	Rhyparochromidae	0	1	0	
	Rophalidae	0	1	0	
	Hymenoptera	Bethylidae	0	3	0
		Braconidae	0	1	0
Diapriidae		0	3	0	
Figitidae		0	3	0	
Formicidae		139	33	7	
Ichneomonidae		0	1	0	
Mutillidae		0	4	0	
Pompilidae		0	1	0	
Proctoreupoidea		0	2	0	
Tiphiidae		0	0	1	
Vespidae	1	62	0		
Isoptera	Rhinotermitidae	2	0	0	
Lepidoptera	Crambidae	1	0	1	
	Noctuidae	3	11	2	
	Notodontidae	0	0	1	
	Nymphalidae	1	0	0	
	Pyralidae	2	2	0	
	Satyrinae	1	0	0	

Cuadro 1. Continuación.

Orden	Familia	Altitud		
		Baja (1500-1900)	Intermedia (2000-2400)	Alta (2500-2900)
Mecaptera	Panorpidae	2	5	0
Opiliona	Phalangidae	1	24	9
Orthoptera	Acrididae	22	26	6
	Gryllidae	190	243	32
	Tetrigidae	65	48	4
	Rhaphidophoridae	16	134	16
	Stenopelmatidae	1	0	1
Scutigermorpha	Scutigerae	0	1	0

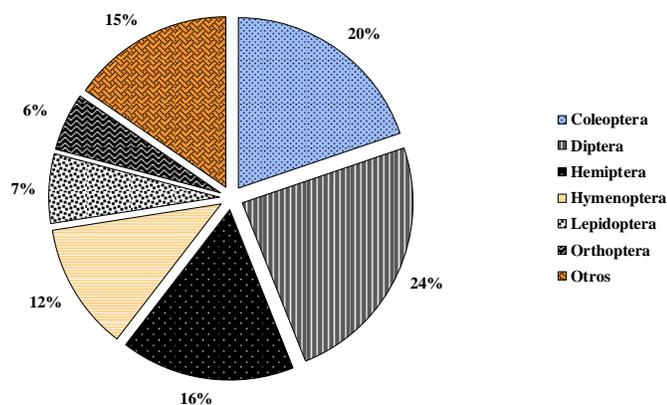


Figura 1. Principales órdenes de artrópodos dentro del gradiente altitudinal del Volcán de Tequila, Jalisco.

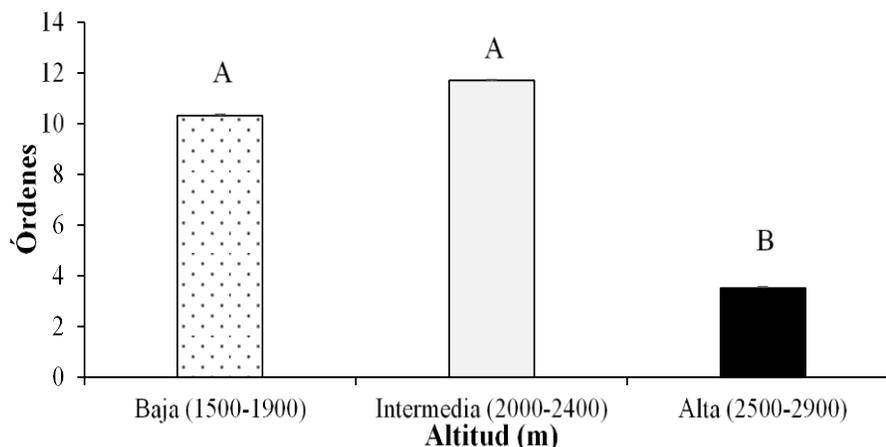


Figura 2, Diferencias en la riqueza de órdenes de artrópodos dentro de un gradiente altitudinal ( $\chi^2 = 10.66$ , g.l.= 2;  $P < 0.048$ ).

Existen distintos patrones entre la altitud y la riqueza de especies (Lomolino, 2001; Rahbek, 1995)- El patrón general indica una disminución de la riqueza de especies con el aumento de la altitud. Sin embargo, se ha descrito una relación en forma de joroba, en donde los valores máximos de riqueza se observan en las altitudes intermedias debido a un aumento en el solapamiento de la distribución de las especies hacia el centro de un área (Colwell y Less, 2000; Lomolino, 2001).

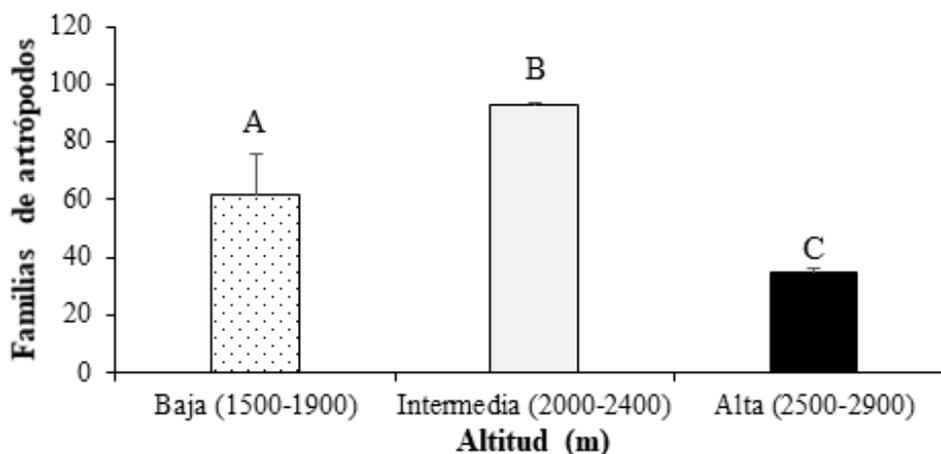


Figura 3. Diferencias en la riqueza de familias de artrópodos dentro de un gradiente altitudinal ( $\chi^2 = 89.56$ , g.l.= 2;  $P < 0.0001$ ).

Nuestros resultados concuerdan con esta idea, debido a que encontramos una mayor diversidad de artrópodos terrestres a altitudes intermedias en el Volcán de Tequila, Jalisco. Por muchos años la relación entre riqueza de especies y la altitud fue descrita como un patrón único, decreciente con el gradiente altitudinal (Lawton *et al.*, 1987, Brown y Lomolino, 1998). Sin embargo, estudios recientes sugieren que un patrón de joroba, podría ser más común (McCain, 2007 2009; Nogués-Bravo *et al.*, 2008). Se ha propuesto que ambos patrones surgen, en parte, por las diferencias en la disponibilidad de agua y su interacción con la temperatura a través del gradiente altitudinal (Brown y Lomolino, 1998; McCain 2007). La mayor riqueza de especies en altitudes intermedias puede ser explicada mediante dos procesos, la restricción ambiental sobre la distribución de artrópodos debido a que los límites superiores de la distribución de las especies están establecidos principalmente por la severidad climática, mientras que los límites inferiores están determinados por el clima y el riesgo y/o niveles de depredación (Fishman *et al.*, 1998, Gutiérrez y Menéndez, 1995), y por el incremento de los recursos disponibles en altitudes intermedias (Janzen *et al.*, 1976). Por lo tanto, se asume que la distribución de las especies de artrópodos puede estar controlada por los niveles de tolerancia ambiental, donde la densidad de la población decrece con la altitud por encima y por debajo de su óptimo fisiológico (Hodkinson, 2005).

## CONCLUSION

Los valores más altos para riqueza y abundancia de artrópodos fueron encontrados en las altitudes intermedias. Nuestros resultados muestran que la altitud es un factor que provoca cambios en la estructura y composición de artrópodos, generando diferentes patrones de diversidad que apoyan la hipótesis de diversidad intermedia, donde las condiciones bióticas y abióticas del gradiente altitudinal potencialmente favorecen una mayor diversidad de especies de artrópodos terrestres.

## Literatura Citada

- Brown, J. H. and M. V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. 2nd edition. Sinauer, Sunderland, M. A. 691 pp.
- Colwell, R. K. and Lees, D. C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in ecology & evolution*, 15(2): 70–76. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01767-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01767-X).

- Cortez-Fernandez C. 2006. Altitudinal variation of the wealth and relative abundance of anuros of the National Park and Natural Area for Integrated Management Cotapata. *Ecologia En Bolivia*, 41(1): 46–64.
- Gutiérrez D. and R. Menéndez. 1998. Phenology of butterflies along an altitudinal gradient in northern Spain. *Journal of Zoology*, 244: 249–264.
- Hodkinson, I. D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews*, 80: 489–513. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006767>.
- Janzen, D. H., Ataroff, M., Farinas, M., Reyes, S., Rincon, N., Soler, A. and M. Vera. 1976. Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica*, 193–203. <https://doi.org/10.2307/2989685>.
- Lawton, J. H., McGarvin, M. y P. A. Heads 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insects herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology*, 56: 147–160. <https://doi.org/10.2307/4805>.
- Levesquea, K. R., Fortina, M. and Y. Mauffette. 2002. Temperature and food quality effects on growth, consumption and post-ingestive utilization efficiencies of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Bulletin of Entomological Research*, 92: 122–137. <https://doi.org/10.1079/BER2002153>.
- Llorente, J. y J. J. Morrone. 2002. *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. 3. UNAM, México. 690 pp.
- Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species-density historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 3–13. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822x.2001.00229.x>.
- McCain, C. M. 2007. Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and biogeography*, 16(1): 1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00263.x>.
- Nogués-Bravo, D., Araújo, M. B., Romdal, T. and C. Rahbek. 2008. Scale effects and human impact on the elevational species richness gradients. *Nature*, 453: 216–219.
- Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: A uniform pattern? *Echography*, 18: 200–205. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1995.tb00341.x>.
- Triplehorn, C. A. and N. F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. 7th. ed. Belmont, CA. Thomson Brooks/Cole. 864 pp.