

ECOLOGÍA TÉRMICA Y PATRÓN DE ACTIVIDAD DEL LAGARTO *Ameiva bifrontata* (SAURIA: TEIDAE) EN EL ORIENTE DE VENEZUELA

Jenniffer Velásquez^{1*} y Luis Alejandro González S.²

¹Postgrado en Zoología y Laboratorio de Ictiología, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. ²Metodología de la Investigación, Escuela de Comunicación Social, Universidad Católica Santa Rosa, Caracas, Venezuela. *j_v_mendoza@yahoo.es

RESUMEN

La ecología térmica y el patrón de actividad no están bien definidos para muchas especies de lagartos en Venezuela. El estudio de estos caracteres ecológicos es esencial para el desarrollo de estrategias de conservación de estas especies. Este estudio presenta aspectos de la ecología térmica y del patrón de actividad de *Ameiva bifrontata* en un bosque tropófilo del estado Sucre, Venezuela. Los lagartos mantienen un valor medio de temperatura corporal de $38,88 \pm 1,14$ ° C y oscila entre 36,70 y 40,10 ° C. Con respecto a la forma de obtención de calor se sugiere que la especie tiene un modo de termorregulación activa, una preferencia para la heliotermia y un patrón de actividad unimodal en ambos periodos climáticos. La amplitud de nicho térmico fue mayor para los machos en sequía (0,14) en comparación con las hembras (0,05). Sin embargo, en la temporada de lluvias ocurre lo contrario (machos 0.07; hembras 0.10).

Palabras clave: *Ameiva bifrontata*, Termorregulación, Bosque Tropófilo, Venezuela.

Thermal ecology and activity pattern lizard *Ameiva bifrontata* (Sauria: Teidae) in eastern Venezuela

Abstract

Thermal ecology and pattern of activity are not well defined for many species of lizards in Venezuela. Studying these ecological aspects is essential for developing conservation strategies for these species. This work presents data of thermal ecology and pattern of activity for *Ameiva bifrontata* in a trophic forest of the Sucre state, Venezuela. The lizards maintained an average value of body temperature of $38,88 \pm 1,14$ °C and oscillating between 36,70 and 40,10 °C. With respect to the way of obtaining heat we suggest that the specie has a preference for the heliothermic, a thermoregulation mode active and a pattern of activity unimodal in both periods. The thermal niche breadth was higher for males in drought (0.14) compared to females (0.05). However, in the rainy season the opposite occurred (males 0.07; females 0.10).

Keywords: *Ameiva bifrontata*, Thermoregulation, Trophic Forest, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Los reptiles, como animales ectotérmicos, aprovechan las condiciones ambientales para obtener el calor necesario para regular su temperatura corporal (Zug *y col.*, 2001). La termorregulación en los lagartos implica el mantenimiento de una temperatura corporal relativamente alta, usualmente lograda por medio del cambio conductual, tal como: el patrón de actividad diaria, modificación del microhábitat, uso de diferentes intervalos de temperatura y el cambio de posición del cuerpo (Labra y Vidal, 2003). De esta manera, estos organismos pueden ser considerados heliotermos, ya que ganan calor por radiación directa al sol, mientras que otros pueden ser tigmotermos obtenido calor al estar en contacto directo con algún sustrato caliente (Zug *y col.*, 2001).

Generalmente, la estrategia de regulación térmica puede ocurrir de dos modos: mediante una termorregulación activa, cuando la temperatura corporal se mantiene por encima de la ambiental, o a través de una termorregulación pasiva (termoconformismo) si la temperatura del animal mantiene niveles similares a la temperatura del ambiente (Pough *y col.*, 2001). Mientras que, la amplitud del nicho térmico es el conjunto total de condiciones de temperatura utilizados por hembras y machos, en lluvia y sequía, bajo las cuales una especie puede sobrevivir (Giller, 1984).

El patrón de actividad de los organismos en un ecosistema es una de las principales estrategias que ha moldeado la estructura de las comunidades a través de la evolución (Wiens *y col.*, 1986). La actividad temporal corresponde al número de individuos activos en un momento dado, con el fin de realizar actividades importantes como la termorregulación, alimentación y reproducción, representando una variable importante en la ecología de los reptiles (Huey, 1982; Carretero y Llorente, 1993).

El género *Ameiva* pertenece a la familia Teiidae, distribuyéndose desde México hasta Centro y Suramérica. En Venezuela se registra *Ameiva bifrontata* (Figura 1) y se puede localizar en el occidente, centro y oriente del territorio nacional (Peters y Donoso-Barros, 1970; Ávila-Pires, 1995; González *y col.*, 2004). La hembra alcanza la madurez sexual a los 73 mm de longitud hocico cloaca y el macho a los 75 mm (León y Ruiz, 1971). El macho puede alcanzar una longitud hocico-cloaca de 183,00 mm y la hembra 127,89 mm, con un peso para el macho de 59,60 g y la hembra 65,70 g, siendo una especie eminentemente insectívora (González *y col.*, 2003). El objetivo del presente estudio fue evaluar la termorregulación y el patrón de actividad del lagarto *A. bifrontata* en un bosque tropófilo del estado Sucre, Venezuela.



Figura 1. Adulto of *Ameiva bifrontata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Los muestreos se efectuaron en los alrededores de la Llanada Vieja (10° 23' N y 64° 10' O), municipio Sucre, estado Sucre, Venezuela (Figura 2). La zona se caracteriza por presentar precipitaciones anuales irregulares menores a 300 mm, una temperatura ambiental promedio anual que varía entre 23 y 29 °C (Foghin-Pillin, 2002) y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Holdridge, según Ewell *y col.* (1976), como un Monte Espinoso Tropical o Bosque Tropófilo Macrotérmico, con seis meses secos (diciembre a mayo) y seis meses húmedos (junio a noviembre).

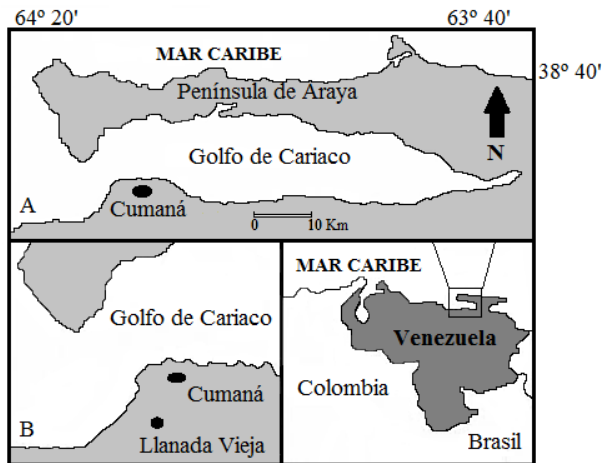


Figura 2. Ubicación del área de estudio en el estado Sucre, Venezuela (A) y la Llanada Vieja (B).

Trabajo de campo. Los muestreos se realizaron entre junio de 2007 y mayo de 2008. Los datos para el patrón de actividad incluyeron el registro de la especie en cada período climático (sequía y lluvia). Se capturaron 28 lagartos (17 hembras y 11 machos). Los lagartos fueron capturados con un rifle de aire calibre 4,5. Inmediatamente se tomó la temperatura corporal (Tc) empleando un termómetro digital rectal de lectura rápida marca Omron, modelo NO. MC. 120 (0,1 °C), mientras que, con un termómetro ambiental marca Precision (0,5 °C) se registró la temperatura del sustrato (Ts, en el lugar de captura) y aire (Ta, a dos metros de altura de dicho sustrato). No se capturaron individuos que escaparon al primer intento de captura, ya que la temperatura corporal podría alterarse en las búsquedas sucesivas obteniéndose datos sesgados. Para el patrón de actividad, se registró la hora de captura (hora solar) dividiéndose la actividad horaria en tres segmentos: matutino (de 7:00 a 11:00 am), central (de 12:00 a 2:00 pm) y vespertino (de 3:00 a 5:00 pm).

Análisis de datos. Se empleó el programa Excel (2007) para elaborar un histograma donde se graficó el número de lagartos observados en un intervalo de temperatura determinada (González y Prieto, 1999). Se realizó una gráfica lineal con la temperatura corporal, la ambiental (aire) y la del sustrato, con el fin de visualizar cómo la temperatura corporal se mantiene por encima de las otras. Para obtener información de la termorregulación se aplicó una regresión lineal con los datos de la temperatura corporal con respecto a los datos de temperatura del aire y sustrato. Se consideró que una especie presenta una termorregulación activa cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la temperatura sobre el sustrato o la ambiental es 0 ó cercano a 0, mientras que es termoconformista (termorregulación pasiva) cuando el valor de la pendiente es 1 ó cercano a 1 de acuerdo a Huey y Slatkin (1976). La forma de obtención de calor de los lagartos, se determinó a través de una correlación entre la temperatura corporal vs la temperatura ambiental, si esta es mayor con respecto a la correlación de la temperatura corporal vs la temperatura del sustrato, existe una tendencia a la helioterminia, si ocurre lo contrario es tigmoterminia.

Se utilizó la correlación de Pearson (rxy) para relacionar el patrón de actividad con las variables ambientales Ta y Ts, empleando el programa Past Versión 1.56. Se calculó la amplitud del nicho térmico mediante el índice de Levins y estandarizado por Hurlbert (Krebs, 1989):

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2} \quad P_j = \frac{N_j}{Y} \quad B_s = \frac{B - 1}{n - 1}$$

donde B = índice de Levins, p_j = proporción de individuos de una especie en un período de tiempo j, N_j = número de individuos de una especie en un período de tiempo j, Y = número total de individuos en la muestra, B_s = índice estandarizado de Levins (escala de 0 = mínima amplitud de nicho a 1 = máxima amplitud de nicho) y n = número total de recursos (horas).

RESULTADOS

Ecología térmica. La temperatura corporal promedio de *A. bifrontata* en actividad fue de $38,88 \pm 1,14$ °C (36,70 y 40,10 °C; n=28), siendo más alta en sequía (39,13 °C intervalo 37-39,9 °C; n=14) con respecto al período de lluvia (38,62 °C intervalo 37-40,2 °C; n=14). Las hembras en sequía, presentaron mayor temperatura corporal en el intervalo 38-39 °C y en lluvia de 39-40 °C (Figura 3A). En machos, para el intervalo en sequía fue de 39-40 y en lluvia de 39-40 °C (Figura 3B).

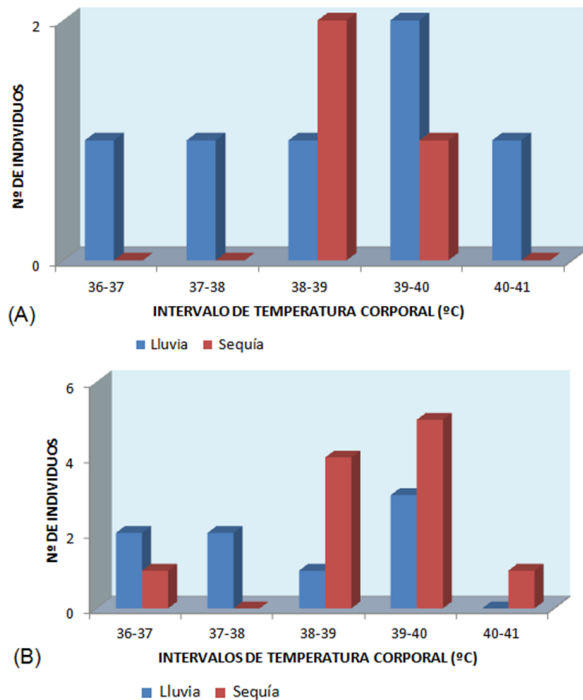


Figura 3. Distribución de frecuencias de temperaturas corporales de hembras (A) y machos (B) de *A. bifrontata*.

La temperatura del aire (T_a) y sustrato (T_s) promedio en la zona de estudio fueron de 31,86 °C (intervalo 30-34 °C) y 32,80 °C (intervalo 28-36 °C), respectivamente. Durante la sequía las temperaturas promedio del aire y del sustrato fueron mayores a las del período de lluvia (aire: 32,93 °C vs 30,79 °C y sustrato: 33,96 °C vs 31,64 °C).

La variación diaria de Tc sobre Ta en el período de lluvia fue de siete a nueve grados (Figura 4A) y en sequía Tc fue de seis grados (Figura 4B). Mientras que, la variación de Tc sobre Ts durante las lluvias fluctuó entre seis y siete grados (Figura 4A) y en sequía cuatro grados (Figura 4B). En ambos períodos Tc se mantuvo por encima de Ts y Ta.

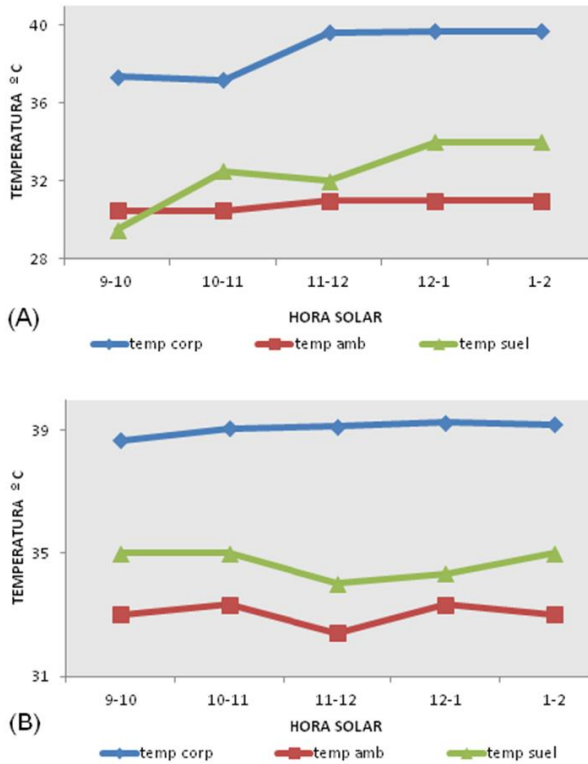


Figura 4. Variación diaria de la temperatura corporal de *A. bifrontata* durante el período de lluvias (A) y sequía (B), con respecto a la temperatura del sustrato y ambiental.

En el período de sequía Tc presentó una relación no significativa con la Ta ($r^2 = 0,28$; $P < 0,05$; $T_c = 19,85 + 0,59 T_a$), de igual forma sucedió con Ts ($r^2 = 0,22$, $P < 0,05$; $T_c = 26,49 + 0,19 T_a$). Durante las lluvias, Tc presentó una relación no significativa con la Ta ($r^2 = 0,15$; $P < 0,05$; $T_c = 11,32 + 0,87 T_a$), de igual manera con Ts ($r^2 = 0,008$; $P < 0,05$; $T_c = 37,02 + 0,05 T_a$). Indicando que *A. bifrontata* tiene preferencia hacia una termorregulación activa y presenta en ambos períodos un comportamiento heliotérmico para obtener calor.

Patrón de actividad. *A. bifrontata* presentó un patrón de actividad unimodal, con un intervalo de actividad de 9:00 a.m. a 2:00 p.m., tanto en el período de sequía como en lluvia. Por lo tanto, su actividad diaria en los dos períodos climáticos muestreados estuvo concentrada en el segmento matutino y central, presentando mayor actividad en el rango de 11:00 am a 12:00 pm (Figura 5).

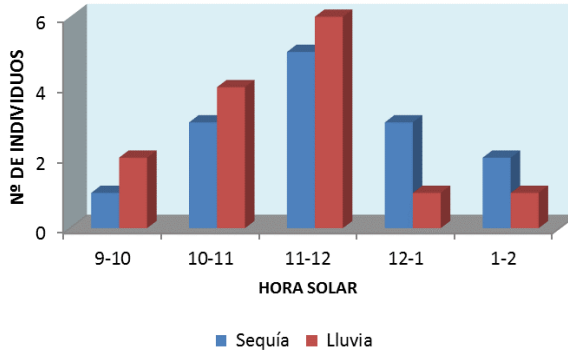


Figura 5. Patrón de actividad diaria en los periodos de sequía y lluvia.

En sequía el patrón de actividad se correlacionó con la temperatura del aire ($r_{xy} = 0,50$) y el sustrato ($r_{xy} = 0,74$), mientras que en lluvia no se determinó correlación de la actividad con la temperatura del aire ($r_{xy} = -0,37$), pero si con el sustrato ($r_{xy} = 0,44$). La amplitud del nicho térmico para machos en sequía fue mayor (0,14) en comparación con las hembras (0,05). Sin embargo, en el período lluvioso ocurrió lo contrario (hembras 0,10; machos 0,07).

DISCUSIÓN

La temperatura corporal promedio de la población de *A. bifrontata* (38,88 °C) en el bosque tropófilo de los alrededores de la Llanada Vieja no difiere de la registrada por Velásquez y González (2011) para *Ameiva ameiva* (38,78 °C) en la misma zona de estudio del presente trabajo. Generalmente, los teídos poseen altas temperaturas corporales, pudiendo exceder los 40 °C motivado a la intensa capacidad de forrajeo que presentan, en el caso de *A. bifrontata* estas altas temperaturas corporales están siempre por encima de la temperatura ambiental y la del sustrato (Velásquez y González, 2011). Los miembros de la familia Teiidae, generalmente, no son territoriales y son capaces de desplazarse grandes distancias en búsqueda de alimento y pareja (Regal, 1983; Lewis

y Saliva, 1987). Además, son forrajeadores activos, que requieren de altas temperaturas corporales, los cuales alcanzan a través de distintas conductas termorreguladoras, alternando su desplazamiento entre zonas soleadas y sombreadas (Vitt, 1995; Vitt y De Carvalho, 1995). En efecto, la relación positiva y no significativa entre la temperatura corporal, el sustrato y el aire, en ambos periodos climáticos, en el presente estudio, demuestra que *A. bifrontata* no depende de la temperatura del aire y el sustrato, para su termorregulación y posiblemente lo consiga mediante el constante desplazamiento entre áreas soleadas y sombreadas (Zug y col., 2001).

El lagarto *A. bifrontata* muestra un patrón termorregulatorio activo, lo cual le permite explorar microhábitats que exhiben espacios sin vegetación y donde la temperatura ambiental tenga un amplio intervalo. Según Bischoff *y col.*, (1984) y Paulo (1988), una especie preferentemente heliotérmica, presenta comportamientos específicos de exposición directa a los rayos solares lo que le permite alcanzar una temperatura corporal óptima y en el presente estudio, *A. bifrontata*, al ser una especie heliotérmica con requerimientos altos de temperatura el periodo de sequía le ofrece mejores condiciones térmicas.

La hora de actividad de *A. bifrontata* también muestra una concordancia con otros teídos (Vitt y Colli, 1994; Sartorius *y col.*, 1999; Winne y Keck, 2004; Macip *y col.*, 2013). El inicio de actividad y la proporción de individuos activos de *A. bifrontata* varió según el período climático pudiendo estar relacionado con la temperatura del sustrato. Tanto en lluvia como en sequía la especie comienza su actividad a las nueve de la mañana, lo que indica que los lagartos durante el día dependen de la disponibilidad del sol para lograr una temperatura corporal activa, y seguir con el forrajeo en la hojarasca y la termorregulación entre el sol y la sombra. Sin embargo, en los días nublados la actividad puede comenzar más tarde (Vitt y De Carvalho, 1995).

El patrón de actividad en especies de *Ameiva* puede ser unimodal y bimodal, siendo su máxima actividad al final de la mañana y de acuerdo a la época del año y la edad del individuo (Glifford *y col.*, 2012). En el caso de *A. bifrontata*, en el presente trabajo, el patrón de actividad es unimodal con un pico de mayor actividad de 11:00 am a 12:00 pm., al contrario del lagarto *A. ameiva*, una especie más grande y agresiva, que se encuentra en la misma área de estudio, pero presenta un patrón de actividad bimodal, de 10:00 am a 11:00 am y es nuevamente retomado de 12:00 pm a 2:00 pm (Velásquez y González, 2011). Posiblemente, *A. bifrontata* aprovecha ese espacio de tiempo donde *A. ameiva* no presenta una alta actividad y evita de esta manera una competencia entre estas dos especies (González *y col.*, 2008). Macip *y col.*, (2013) trabajando con el lagarto *Ameiva undulata* en Brasil señalan que el periodo de actividad se distribuyó entre las 10:00 am y las 6:00 pm, con un pico de máxima actividad (más individuos observados), entre las 11:00 am y las 12:00 m,

este intervalo de tiempo de mayor actividad muy parecido al presentado por *A. bifrontata* y por *Ameiva exsul* en Puerto Rico (Glifford *y col.*, 2012).

La correlación significativa durante el periodo de lluvias entre la actividad y la temperatura del sustrato, posiblemente se deba a un menor desplazamiento de individuos en la búsqueda de presas las cuales son abundantes en ese periodo. Finalmente, la amplitud del nicho térmico de machos en sequía fue mayor, tiempo en el cual las altas temperaturas ambientales pudieran favorecer la rápida adquisición y mantenimiento de las temperaturas corporales óptimas, permitiendo un mayor desplazamiento (García-De la Peña *y col.*, 2007). En lluvias, la amplitud del nicho fue menor en machos, posiblemente disminuye su actividad en la búsqueda de alimento y hembras, ya que estas se encuentran desovando desde abril hasta septiembre (León y Ruiz, 1971).

LITERATURA CITADA

- Avila-Pires, T. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zoologische Verhandelingen Leiden* 299:1-706.
- Bischoff, W., M. Cheylan, W. Böhme. 1984. *Lacerta lepida* Daudin, 1802 - Perleidechse. Pp. 181-210. En: *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas* (W. Böhme, Ed.). Band 2/I: Echsen (Sauria) II (Lacertidae II: Lacerta). Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Carretero, M. y G.Llorente. 1993. Ecología térmica y actividad de una población costera de *Psammmodromus hispanicus*. *Revista Española de Herpetología* 7:21-32.
- Ewell, J. Madriz, A. y Tosi, J. 1976. Zonas de vida de Venezuela. M.A.C. Dirección de Investigación. Fonaiap, Caracas. Venezuela. 270 pp.
- Foghin-Pillin, S. 2002. Tiempo y clima en Venezuela. Universidad Pedagógica Libertador. Caracas, Venezuela. 159 pp.
- García-De La Peña, C., H. Gadsden, A. Contreras-Balderas y G. Castañeda. 2007. Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios de las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:141-147.
- Glifford, M., T. Clay y R. Powell. 2012. Habitat use and activity influence thermoregulation in a tropical lizard, *Ameiva exsul*. *Journal of thermal Biology* 37(2012):496-501.
- Giller, P. 1984. *Community structure and the niche*. Chapman and Hall, New York. 176 pp.
- González, L. y A. Prieto. 1999. Aspectos sobre la termorregulación y reproducción del lagarto *Ameiva ameiva melanocephala* Babour y Noble, 1915 (Sauria: Teiidae), en un bosque húmedo del estado Miranda, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* LIX (152):3-17.
- González, L., A., Prieto, J., Velásquez, C. Angulo y H. Ferrer. 2003. Hábitos alimentarios del lagarto *Ameiva bifrontata* (Cope, 1862) (Sauria: Teiidae) en los alrededores del río Tacal, parque nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 23(4):1-10.
- González, L., A. Prieto, C. Molina y J. Velásquez. 2004. Los reptiles de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Interciencia* 29(8):428-433.

- González, L., J. Velásquez, H. Ferrer, J. García, F. Cala y J. Peñuela. 2008. Food habits of the lizard *Ameiva ameiva* (Linnaeus, 1758)(Sauria: Teiidae) in a trophic forest of Sucre State, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 28(2):53-59.
- Huey, R. y M. Slatkin. 1976. Costs and benefits of lizard thermoregulation. *Quarterly Review of Biology* 51:363-384.
- Huey, R. 1982. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. En: *Biology of the reptilian* (Gans C. y F. Pough, Eds.). Vol 12, Academic, London and New York. Pp. 25-91.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Pub., Inc. New York. 655 pp.
- Labra, A. y Vidal M. 2003. Termorregulación en reptiles: Un paso veloz y un futuro lento. En: *Fisiología Ecológica y Evolutiva. Teoría y casos de estudios en animales*. Santiago, Universidad Católica de Chile.
- León, J. y Ruiz. L. 1971. Reproducción de la lagartija, *Ameiva bifrontata* (Sauria:Teiidae). *Caribbean Journal of Science* 11:195-201.
- Lewis A. y J. Saliva. 1987. Effects of sex and size on home range, dominance, and activity budgets in *Ameiva exsul* (Lacertilia: Teiidae). *Herpetologica* 43(3):374-383.
- Macip, R., S. López y A. Muñoz. 2013. Abundancia, uso de hábitat, microhábitat y hora de actividad de *Ameiva undulata* (Squamata: Teidae) en un paisaje fragmentado del Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:622-629,
- Paulo, O.1988. Estudio eco-etológico da população de *Lacerta lepida* (Daudin 1802) (Sauria, Lacertidae) da ilha da Berlenga. Tesis de Licenciatura. Universidade de Lisboa. Lisboa. 314 pp.
- Peters, J. y R. Donoso-Barros. 1970. Catalogue of the neotropical squamata: Part II. Lizards and Amphisbaenians. *Bulletin U.S. Natural Museum* 297: viii+293.
- Pough, F., R. Andrews, J. Cadle, M. Crump, A. Savitzky y K. Wells. 2001. *Herpetology*. Segunda edición. Prentice Hall, New Jersey, USA. 612 pp.
- Regal, P. 1983. The adaptive zone and behaviour of lizards. En: *Lizard ecology: studies of a model organism*. (Huey, R., E. Pianka y T. Schoener, Eds.).Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, U.S.A. Pp. 105-108.
- Sartorius, S. S., L. J. Vitt y G. R. Colli. 1999. Use of naturally and anthropogenically disturbed habitats in Amazonian rainforest by teiid lizard *Ameiva ameiva*. *Biological Conservation* 90:91-101.
- Velásquez, J. y L. González. 2011. Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto *Ameiva ameiva* (Sauria: Teiidae) en el oriente de Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 31(1):53-59.
- Vitt, L. J. y G. R. Colli. 1994. Geographical ecology of a neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 72:1986-2008.
- Vitt, L.1995. The ecology of tropical lizards in the caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of natural History* 1:1-29.
- Vitt, L. y M. Carvalho. 1995. Niche partitioning in a Tropical wet season: Lizards in the Lvrado area of northern Brazil. *Copeia* 1995(2):305-329.
- Winne, C. T. y M. B. Keck. 2004. Daily activity patterns of whiptail lizard (Squamata: Teiidae) a proximate response to environmental conditions on an endogenous rhythm? *Functional Ecology* 18:314-321.
- Wiens J., J. Addicot, T. Case y J. Diamond. 1986. Overview: the importance of spatial and temporal scale in ecological investigation. En: *Community ecology* (Diamond J. y T. Case, Eds.). Harper and Row, New York. Pp. 45-53.
- Zug, G., L. Vitt y J. Caldwell. 2001. *Herpetology: An introductory biology on amphibians and reptiles*. Segunda edición. Academic Press, San Diego, California, USA. 630 pp.