

ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL Y ALGUNOS ASPECTOS ECOLOGICOS DE *PSEUDOEURYCEA LEPROSA* EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE, TLAXCALA, MÉXICO

Uri Omar García-Vázquez¹, Ma. Guadalupe Gutiérrez-Mayén², Carlos Alberto Hernández-Jiménez¹, y Verónica Auriolos-López³

¹Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, AP. 70-399, México D.F. 04510 urigarcia@gmail.com

²Laboratorio de Herpetología, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, C.U. Boulevard Valsequillo y Av. San Claudio. Edf. 76 CP. 72570, Puebla, Puebla

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. Km 1 carr. a San Juan de la Costa AP. 128, La Paz, BCS, 23097, México

Resumen: En México, la familia Plethodontidae es el grupo de salamandras más diverso, siendo *Pseudoeurycea leprosa* una de las especies más abundantes y ampliamente distribuidas, pero de la cual se desconocen muchos aspectos de su ecología. En este estudio se estimó la densidad poblacional de esta salamandra en dos tipos de vegetación por medio del modelo de Jolly-Seber, obteniendo en promedio un tamaño poblacional anual de 300 ind/ha en el bosque de encino-pino y 398.75 ind/ha en pino-encino. De acuerdo al índice de la razón varianza-media, la población presentó una distribución agrupada. La estructura de edades esta compuesta por un mayor número de crías, seguido por los jóvenes y en menor número los adultos en ambas zonas. Las salamandras utilizaron seis tipos de microhábitats en ambas zonas, siendo la hojarasca y la corteza los más usados. Se analizaron las variables ambientales de temperatura y humedad por medio de un análisis de regresión lineal, indicando que no existe relación entre la temperatura del microhábitat y la temperatura del ambiente, mientras que se observó una relación entre la humedad del microhábitat y la del ambiente.

Abstract: In Mexico, Plethodontidae family is the most diverse group of salamanders. *Pseudoeurycea leprosa* is one of the most abundant and widely distributed species; however, several aspects of its ecology are unknown. In this study the population density of this salamander was estimated in two vegetation types with the Jolly-Seber model, obtaining an annual population size of 300 ind/ha in the oak-pine forest, and 398.75 ind/ha in the pine-oak forest. In agreement with the median-variance index the population showed an aggregated distribution. Ages structure is composed by a higher number of neonates, followed by the juvenile and a low number of adults in the two vegetation types. The salamanders used six microhabitats types in both zones, and the microhabitat types more used by lizards were leaf litter and bark. Temperature and humidity were analyzed by a lineal regression, indicating not relation between the environment and microambient temperature, but a relationship was observed between humidity of microhabitat with the humidity of the environment.

Palabras claves: Malinche, *Pseudoeurycea leprosa*, densidad poblacional, microhábitat

Key words: Malinche *Pseudoeurycea leprosa*, population density, microhabitat.

Dentro de los caudados, la familia Plethodontidae es una de las más diversas, ya que cuenta con más de 300 especies distribuidas en Norteamérica, México y Sudamérica, además de la región norte de Italia (Zug et al. 2001) y sur de Korea (Min et al. 2005). En nuestro país, es la familia con mayor número de especies de salamandras. Dentro de este grupo, *Pseudoeurycea leprosa* es una de las especies más abundantes y ampliamente distribuidas, encontrándose en las montañas de la parte central y este del Eje Neovolcánico, desde el pico de Orizaba hasta la serranía del Ajusco (Vega y Álvarez, 1992). Habita principalmente

en áreas cubiertas por bosque de pino, encontrándose preferentemente bajo troncos en descomposición, bajo hojarasca o bajo rocas (Ramírez-Bautista et al., 1991; Uribe-Peña et al., 1999).

En la época de lluvias, suelen encontrarse un mayor número de organismos en un mismo tipo de microhábitat, pero no así en la de secas; mostrando una preferencia a utilizar el espacio que existe entre la madera y corteza de troncos derribados (Vega y Álvarez, 1992). Observaciones acerca de las condiciones ambientales de sus microhábitats han

demostrado que la humedad de los sitios preferidos por las salamandras comprende un intervalo de 70% a 80% y una temperatura de 10 °C a 18 °C (Elios, 1990). Además, se ha observado que no existen diferencias significativas entre las temperaturas de los diferentes microhábitats a lo largo del año (Bille, 2000).

En cuanto a aspectos demográficos o poblacionales no existen trabajos para *Pseudoeurycea leprosa*, sin embargo algunos investigadores se han enfocado en el estudio de otros taxones de la familia Plethodontidae (Vial, 1968; Burton y Likens, 1975; Wake y Lynch, 1976; Poug et al., 1987). Entre ellos destaca el trabajo de Vial (1968), quien determinó por medio de un muestreo de cuadrantes, que existe un fuerte impacto estacional en el número de organismos de *Bolitoglossa subpalmata*, ya que estos tienden a refugiarse en lugares húmedos en las épocas más secas del año. También comenta que existe una estrecha relación entre la altitud y la densidad de la especie, por lo que, a mayor altitud existe un mayor número de organismos.

En años recientes se ha registrado un fuerte declive en las poblaciones de anfibios debido principalmente a la destrucción del hábitat (Parra-Olea et al., 1999), ante esto, es necesario implementar estrategias de conservación y manejo de las poblaciones silvestres, por lo que es necesario conocer diversos aspectos de la distribución y ecología de las especies en su hábitat natural. Por esta razón, es importante conocer la historia natural de *P. leprosa* para entender de manera general la dinámica de su población, ya que es una especie que habita en un ambiente con una alta presión de tala y quema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.— El Parque Nacional La Malinche constituye un Área Natural Protegida desde 1938, geográficamente se ubica en la zona centro-oriente de México, formando parte del Eje Neovolcánico en las inmediaciones de los estados de Puebla y Tlaxcala (Fig. 1).

Forma parte de la cuenca Hidrológica del Río Atoyac-Zahuapan y cuenta con una corriente permanente y cinco temporales. Presenta tres tipos de climas: Templado, Templado Semifrío y Frío, con temperatura media anual de -2°C a 5°C. El suelo que predomina es el cambisol Crómico. En cuanto a la vegetación, predomina el bosque de pino, zacatonal, bosque de oyamel y bosque de encino (INEGI, 2002).

Se realizaron diez muestreos de campo, de diciembre de 2001 a noviembre de 2002 (excluyendo junio y septiembre del 2002). Para realizar los muestreos se eligieron al azar dos zonas de acuerdo al tipo de vegetación dominante, la zona A con vegetación de encino-pino y la zona B con vegetación de pino-encino. En cada zona se delimitaron cuatro cuadrantes de 10 X 10 metros cada uno y una separación de 300 metros entre cada cuadrante. En cada muestreo y en cada cuadrante se revisaron todos los tipos de microhábitats donde se encontraron las salamandras. Una vez localizado algún organismo se tomó con ayuda de un termohigrómetro (Thermo-Hygro) la temperatura y humedad del microhábitat y del ambiente (a los 10 cm. y a 1 m de altura). De cada organismo encontrado se registró la longitud hocico-cloaca (LHC) con un vernier de 0.01 mm de precisión, posteriormente se marcaron permanentemente siguiendo el método de ectomización de falanges de Sutherland (1996). Al finalizar el marcaje, el organismo fue liberado en el mismo lugar en el que se encontró. Las recapturas fueron tratadas de igual manera, se registró el número de individuo y sus datos morfológicos y se liberó en el mismo lugar en que se colectó. Para estimar la densidad poblacional se utilizó el modelo de Jolly-Seber, por ser el que mejor se ajustó al tipo de muestreo que consistió en varias sesiones de captura/recaptura, en una población abierta, con probabilidades de captura uniformes y marcaje individual (Sutherland, 1996). El patrón de distribución espacial de la población se determinó a partir de la razón varianza-media de los valores de densidad de organismos de acuerdo a Ludwig y Reynolds (1988). La estructura por edades se delimitó siguiendo el criterio de Lynch (1977; citado en Eliosa, 1990), en el que considera a los

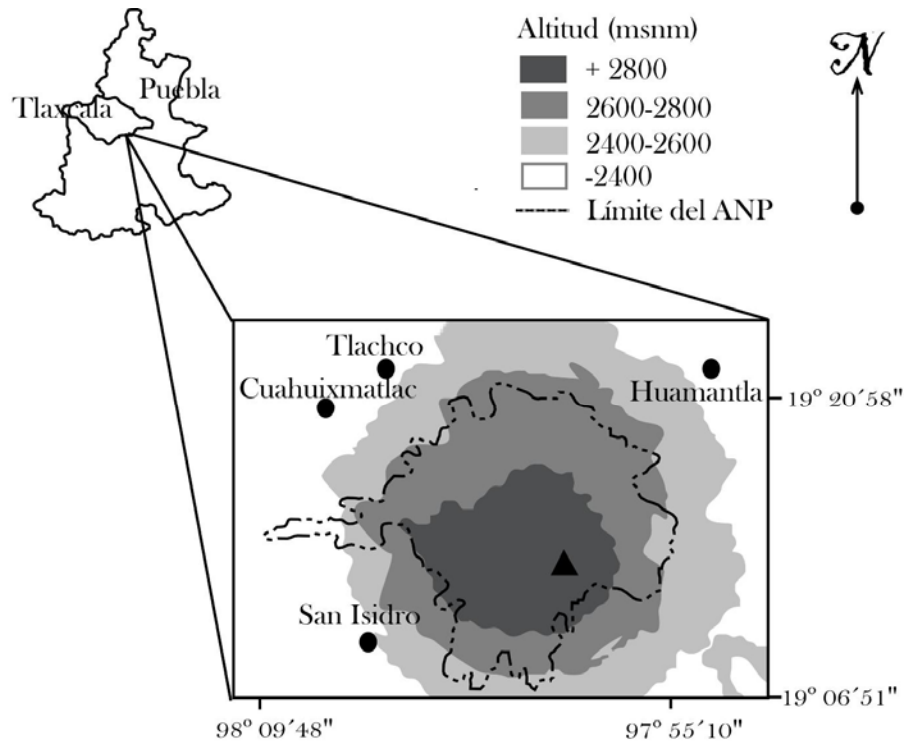


Figura 1.- Localización del área de estudio. El triángulo corresponde a la zona de muestreo. Escala 1:161 617 39

organismos con una LHC de 15.0-29.0 mm como crías, de 30.0-40.0 mm como jóvenes y mayores de 41.0 mm como adultos. Para estimar los microhábitats más usados, se consideró el número de organismos que fueron registrados en cada microhábitat, considerando como los más utilizados aquéllos en los que se registró un mayor número de individuos.

Para determinar si existieron diferencias significativas entre las variables ambientales de temperatura y humedad en los diferentes microhábitats utilizados por las salamandras, se realizaron análisis de varianza y pruebas de Tukey después de comprobar la normalidad de los datos (Bille, 2000). Para establecer la relación entre la temperatura y humedad del microhábitat con respecto a las del ambiente, se realizó un análisis de regresión lineal (Daniel, 1997). Todas las pruebas se asumieron significativas con $P < 0.05$.

RESULTADOS

Densidad Poblacional.— En promedio, los valores de densidad por año arrojaron un valor mayor para la zona B (398.75 ind/Ha), a diferencia de la zona A (300 ind/Ha). En la Figura 2, se observa que en la zona A, los valores más altos de la densidad se presentaron entre abril y mayo, con 600 y 480 ind/ha respectivamente, mientras que para la zona B, la mayor concentración de organismos se presentó en el mes de mayo, con 1000 ind/ha. Por lo tanto, analizando conjuntamente ambas poblaciones, los meses en los que se encontró un mayor número de individuos fueron abril y mayo. Por otra parte, los valores más bajos de la densidad se presentaron en enero en ambas zonas, con valores por debajo de los 100 ind/ha.

Distribución Poblacional.— La distribución espacial de acuerdo a la razón varianza- media

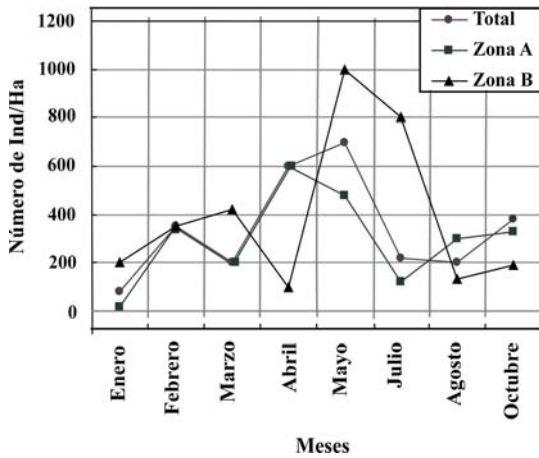


Figura 2.- Densidades de *Pseudoeurycea leprosa* (individuos por hectárea) calculadas para cada zona y cada mes.

(ID: Zona A = 63.07; Zona B = 54.56) mostró que la distribución de la población estuvo agrupada en ambas zonas.

Estructura de edades.— En la Figura 3, se muestra la estructura por edades del total de salamandras registradas durante el año de estudio. En ambas zonas existió un mayor número de crías, seguido de los jóvenes y por último, están los adultos. El análisis mensual para ambas zonas reveló que de noviembre a marzo existió un dominio de las crías, mientras que de abril a julio, se registró un mayor número de jóvenes y en agosto dominaron los adultos (Fig. 4).

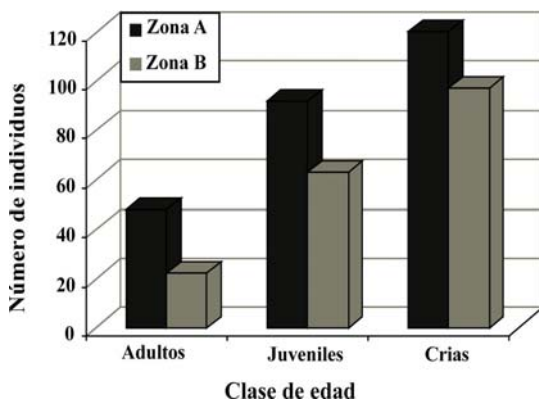


Figura 3.- Número de individuos de *Pseudoeurycea leprosa* por clase de edad observados a lo largo del año.

Uso de microhábitat.— El análisis del uso de microhábitat mostró que en ambas zonas, las salamandras usaron seis tipos de microhábitats: bajo corteza (Corteza), bajo ó entre tronco (Tronco), bajo ó entre hojarasca (Hojarasca), dentro de un hoyo en el suelo (Hoyo), asociada a raíz (Raíz) y dentro de una zanja (Zanja). Los microhábitats mas utilizados fueron zanja y hojarasca (Fig. 5).

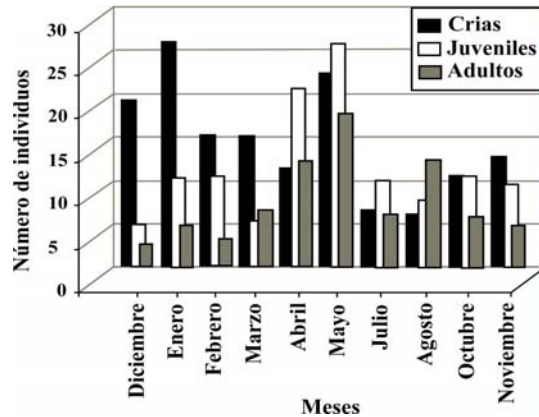


Figura 4.- Número de individuos de *Pseudoeurycea leprosa* por clase de edad observados en cada mes

Existieron notables diferencias entre ambas zonas con respecto al número de organismos que usaron cada tipo de microhábitat. En la zona A, el microhábitat más usado fue la corteza, pero fue el menos usado en la zona B. Los troncos, fue el segundo tipo de microhábitat más usado en la zona B y el menos usado por *P. leprosa* en la zona A (Fig. 5).

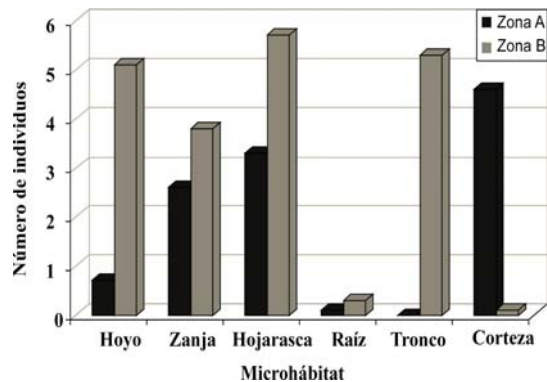


Figura 5.- Número de individuos de *Pseudoeurycea leprosa* observados para cada microhábitat usado en cada zona.

Con base en la distribución de los organismos en ambas zonas y a los resultados obtenidos en este trabajo, se observó que *P. leprosa* se encuentra principalmente en microhábitats con humedades entre 50% y 70% en bosque de encino-pino y con 40% y 60% en pino-encino en un intervalo de temperatura entre 13°C y 17°C en ambas zonas.

El análisis de la temperatura de los diferentes tipos de microhábitats, mostró que en la zona A no existieron diferencias significativas entre ellos ($F = 1.52$, $P > 0.05$), mientras que en la zona B si se observaron diferencias ($F = 8.43$, $P < 0.05$), siendo el tipo de microhábitat zanja el que presentó la temperatura más alta ($\bar{x} = 23^\circ\text{C}$) y la corteza la más baja ($\bar{x} = 13^\circ\text{C}$; Fig. 6).

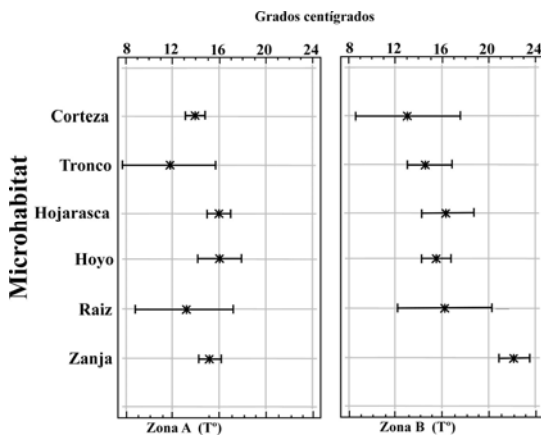


Figura 6.- Temperaturas registradas en los diferentes microhábitats usados por *Pseudoeurycea leprosa* de cada zona. El asterisco representa la media y la línea vertical la desviación estándar.

Se registraron diferencias significativas en la humedad de los diferentes tipos de microhábitats en ambas zonas. En la zona A, los troncos presentaron la mayor humedad ($\bar{x} = 86\%$) y la corteza, la menor ($\bar{x} = 62\%$; $F = 10.03$, $P < 0.05$), mientras que en la zona B, la corteza presentó la mayor humedad ($\bar{x} = 86\%$) y el hoyo la menor ($\bar{x} = 41\%$; $F = 18.65$, $P < 0.05$, Fig. 7).

De acuerdo a los valores de regresión entre la temperatura y humedad del microhábitat con las del ambiente, se observó una fuerte relación

entre las humedades respectivas ($r^2 = 9.49$; $F = 29.87$; $P < 0.05$) mientras que la temperatura del ambiente tuvo una menor influencia en la temperatura del microhábitat ($r^2 = 0.77$; $F = 13.30$; $P < 0.05$).

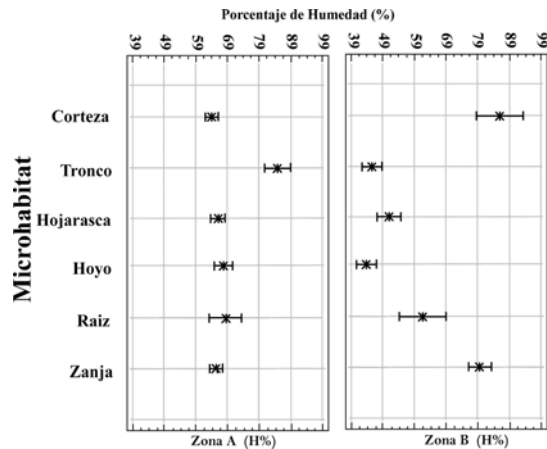


Figura 7.- Humedades registradas en los diferentes microhábitats usados por *Pseudoeurycea leprosa* de cada zona. El asterisco representa la media y la línea vertical la desviación estándar.

DISCUSIÓN

Los resultados de la densidad poblacional de *P. leprosa* en el Parque La Malinche son similares a las obtenidas en estudios de otras poblaciones de salamandras (Klein, 1960; Vial, 1968; Burton y Likens, 1975; Wake, 1987; Wake y Lynch, 1976; Petranka y Murray, 2001; Dodd y Dorazio, 2004). Con base en estos resultados, encontramos que la población de *P. leprosa* en el Parque Nacional la Malinche presenta una densidad alta, por lo que representa una población importante para la conservación de esta especie.

La presencia de un número mayor de organismos de *P. leprosa* en el bosque de pino-encino, se explica si consideramos que la mayor parte de registros que se tienen de esta especie para el Eje Neovolcánico, indican que es más abundante en este tipo de vegetación (Ramírez-Bautista et al., 1991; Vega y Álvarez, 1992; Uribe-Peña et al., 1999; Zug et. al 2001). Probablemente esto se deba a los rangos de humedad en estos bosques, los cuales permiten

que un mayor número de microhábitats presenten condiciones favorables para la presencia de *P. leprosa* (Eliosa, 1990).

En ambas zonas, los meses en los que se registró un mayor número de individuos fueron abril y mayo, lo cual puede deberse a que estos meses comprenden la época más seca del año en la zona. Debido a esto, las salamandras tienden a concentrarse en los puntos más húmedos que generalmente son los lugares protegidos de la luz directa del sol y que por su estructura, reducen la pérdida de agua. Estos sitios (como troncos caídos y hoyos en el suelo que retienen la humedad) hace más fácil la localización y captura de los ejemplares (Bille, 2000). Además, en estos lugares suele haber más alimento disponible para las salamandras (Wake y Lynch, 1976).

El notable dominio de las crías durante la mayor parte del año indica un considerable traslape entre las clases de edad, posiblemente debido al lento desarrollo de las crías para alcanzar la etapa adulta ó la presencia de varias puestas a lo largo del año. Uribe-Peña et al. (1999) sugieren que el ciclo reproductivo de *P. leprosa* se suspende en invierno para que el nacimiento de las crías ocurra en primavera. De acuerdo con la presencia de neonatos en los meses de invierno, se considera que durante el invierno, sí se producen nacimientos de *P. leprosa* en la población de la Malinche, y que éstas presentan mayor desarrollo durante los meses de alta precipitación (abril-agosto [INEGI, 2002]), periodo de mayor disponibilidad de alimento (Burton y Likens, 1975).

En general, la diferencia en el uso de los tipos de microhábitats en ambas zonas, se puede deber tanto a las diferencias micro ambientales en los microhábitats como a la disponibilidad de los mismos (Wake et al., 1992). Al considerar ambas zonas, encontramos que los microhábitats en donde se registraron más individuos fueron zanja y hojarasca, resultados que no concuerdan con lo mencionado por algunos autores que han estudiado aspectos ecológicos de *P. leprosa* (Ramírez-Bautista et al., 1991; Vega y Álvarez, 1992; Eliosa, 1990).

Estos autores mencionan a los troncos como el microhábitat más abundante, sin embargo, en la zona de estudio, la influencia humana representada principalmente por dos actividades, ha modificado la disponibilidad de los microhábitats. Por una parte, la recolección frecuente de madera reduce el número de troncos disponibles como microhábitat para las salamandras, y por otra, la apertura de un número considerable de brechas cortafuego (zanjas) en las que se acumula la hojarasca crean nuevos microhábitats para estos organismos.

Wake y Lynch (1976) categorizaron cuatro modelos de utilización de microhábitat para salamandras tropicales. La mayor parte de los organismos de *P. leprosa* en este estudio puede ser incluida dentro de la categoría que estos autores denominaron suelo-vivienda (bajo tronco y hojarasca). A pesar de que en este estudio, la mayoría de los organismos se encontraron en zanjias, estas suelen contener una gran cantidad de hojarasca como ocurre en otros estudios (Blatchey, 1893; Taylor, 1938; Wake, 1987; Wake et al., 1992; Bille, 2000).

Los valores obtenidos del análisis de regresión entre los factores ambientales de temperatura y humedad de los diferentes microhábitats con respecto al ambiente, indican que la temperatura del ambiente no es un factor determinante que limite la presencia de *P. leprosa* en un microhábitat determinado. A diferencia de esto, la humedad del ambiente sí puede influir en la presencia de esta especie en microhábitats específicos. Resultados similares fueron obtenidos por Eliosa (1990) y Bille (2000), quienes mencionan que la humedad es un factor determinante para la presencia de esta especie en un microhábitat determinado. En el parque Nacional la Malinche, los organismos de *P. leprosa* se encuentran en microhábitats con intervalos de humedad menores y temperaturas similares a los mencionados en la literatura (Eliosa, 1990), donde el tipo de vegetación es similar a la de la zona de estudio.

Con base en estos resultados, consideramos que la presencia *P. leprosa* también puede estar

delimitada por la disponibilidad del microhábitat, la altitud de la zona (Bille, 2000) o por algún otro factor que no fue considerado en este estudio como la disponibilidad de alimento (Wake y Lynch, 1976) o el pH del suelo (Bille, 2000).

CONCLUSIONES

Los valores de densidad obtenidos indican que *P. leprosa* es una especie bien representada en el Parque Nacional La Malinche y es más abundante en los bosques de pino. Esta población presenta durante todo el año las tres clases de edad consideradas por Lynch (1977; citado en Eliosa, 1990), lo que puede sugerir la presencia de varias puestas a lo largo del año ó un lento desarrollo de las crías hasta alcanzar la madurez.

En cuanto al uso del microhábitat, esta especie utiliza un total de seis microhábitats de los cuales la hojarasca y las zanjas son los más utilizados, por lo que pertenece al modelo tipo "suelo-vivienda" propuesto por Wake y Lynch (1976).

De las variables ambientales analizadas, la humedad ambiental ejerce una mayor influencia sobre la humedad del microhábitat, determinando en cierto grado la utilización de los diferentes microhábitats por las salamandras.

Agradecimientos.— Los autores agradecen a J. A. Márquez, N. E. López, J. L. Sánchez, R. León, F. J. C. Flores, T. V. Fací, C. Vázquez, J. Maceda y D. Solís por su ayuda en el trabajo de campo. A Gamaliel Castañeda, Itzel Durán Fuentes y dos revisores anónimos que mejoraron de manera notable el manuscrito. A Georgina Santos por la revisión del resumen en inglés. A Luis Canseco, por la consulta de información y el apoyo brindado en la determinación de las salamandras.

LITERATURA CITADA

Bille, T. 2000. Microhábitat utilization of the Mexican salamander *Pseudoeurycea*

leprosa. Journal of Herpetology 34:588-590

Blatchey, W. S. 1893. On a collection of batrachians and reptiles from Mount Orizaba, Mexico, with descriptions of two new species. Proceeding U. S. Natural Museum 16:37-42.

Burton, T. M. y G. E. Likens. 1975. Salamanders populations and biomass. In the Hubbard brook experimental forest New Hampshire. Copeia 1975:541-546.

Daniel, W. W. 1997. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. Tercera edición. Ed. Limusa:585-588.

Dodd, C. K. y R. M. Dorazio. 2004. Using counts to simultaneously estimate abundance and detection probabilities in a salamander community. Herpetologica 60: 468-478.

Elios, L. H. 1990. Distribución de tres salamandras terrestres (Amphibia: Plethodontidae), en el Parque Nacional Zoquiapan. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

INEGI. 2002. Carta de vegetación y uso de suelo. Escala; 1:10000, Tlaxcala, Tlax.

Klein, H. G. 1960. Population estimate of the red-backed salamander. Herpetologica 16: 52-54.

Ludwing, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology: A primer on methods and computing. Wiley, New York.

Min M. S., S. Y. Yang, R. M. Bonett, D. R. Vieites, R. A. Brandon y D. B. Wake. 2005. Discovery of the first Asian plethodontid salamander. Nature 435: 87-90.

Parra-Olea, G., García-Paris, M. y D. B. Wake. 1999. Status of some populations of Mexican salamanders (Amphibia: Plethodontidae). Revista de Biología Tropical 47: 217-223.

- Petranka, J. W. y S. K. Murray. 2001. Effectiveness of removal sampling for determining salamander density and biomass: a case study in an Appalachian stream community. *Journal of Herpetology* 35: 36-44.
- Poug, F. H., E. M. Smith, D. H. Rhodes y A. Collazo. 1987. The abundance of salamanders in forest stands with different histories of disturbance. *Forest Ecology and Management* 20:1-9.
- Shutherland, W. J. 1996. *Ecological census techniques*. Cambridge University Press.
- Taylor, E. H. 1938. Concerning Mexican salamanders. *University of Kansas Science Bulletin* 25:259-313.
- Uribe-Peña, Z., A. Ramírez-Bautista y G. Casas-Andreu. 1999. Anfibios y Reptiles de las Serranías del Distrito Federal, México. *Cuadernos del Instituto de Biología* 32. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega, L. A. y S. T. Álvarez. 1992. Herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 15:1-25.
- Vial, J. L. 1968. The Ecology of the tropical salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 15:13-115
- Wake, D. B. 1987. Adaptive radiation of salamanders in Middle American cloud forest. *Annals Missouri Botanical Garden* 74:242-264.
- Wake, D. B. y J. F. Lynch. 1976. The distribution, ecology and evolutionary history of Plethodontid salamanders in tropical America. *Science Bulletin Natural History Museum Los Angeles* 25:1-65.
- Wake, D. B., T. J. Papenfus y J. F. Lynch. 1992. Distribution of salamanders along elevational transects in Mexico and Guatemala. *Tulane Students Zoological Botanical. Supplement. Publish.* 1:303-319
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. 2001. *Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles*. 2a. Edition Academic Press Limited. United Kingdom. 1-630.