

# USO DE HABITÁT DE ROEDORES ARBORÍCOLAS EN LA SELVA SECA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA CHAMELA - CUIXMALA, JALISCO

YOLANDA DOMÍNGUEZ-CASTELLANOS, FELIPE PIMENTEL L.  
Y GERARDO CEBALLOS

*Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad Universitaria, Apdo. Postal 70-275, 04510  
México, D. F. correo electrónico: yodoca@ecologia.unam.mx*

**Resumen:** Los bosques tropicales son sitios estructuralmente complejos, con una alta diversidad de especies de roedores, que incluyen especies terrestres y arborícolas. En las selvas secas de México, que mantienen una alta concentración de especies endémicas, se desconoce como usan diferentes tipos de hábitat en diferentes épocas del año. En este estudio evaluamos el uso de hábitat de los roedores arborícolas de la selva seca y selva mediana de la reserva de la biosfera Chamela – Cuixmala en la costa central de Jalisco. El muestreo se realizó en dos temporadas y en los dos tipos de hábitat. Se utilizó la técnica de polvos fluorescentes para evaluar el uso de hábitat., que consiste en marcarlos con los polvos fluorescentes. Una vez capturados y marcados se realizó un seguimiento del rastro y se hizo un mapa del área recorrida. Se capturaron 149 individuos de cuatro especies de roedores y un marsupial obteniendo 136 rastros. *Osgoodomys banderanus* y *Peromyscus perfulvus* fueron las especies más abundantes. En recorridos, las especies se desplazaron más veces en el suelo durante secas y en árboles tanto en secas como en lluvias. Se empleó una clasificación de los cuatro tipos de uso de hábitat, en secas, los roedores utilizaron el hábitat para buscar recursos, mientras que en lluvias, los roedores sólo buscaron refugio y escaparon de los depredadores. Las especies arborícolas presentaron uso diferencial del hábitat tanto por selvas como por temporadas y aprovecharon los recursos disponibles para poder sobrevivir dando una repartición de recursos y una selección espacial del hábitat para la coexistencia de las especies.

**Palabras clave:** Uso de hábitat, polvos fluorescentes, roedores, Chamela, Jalisco.

**Abstract:** The tropical dry forests are structurally complex sites that allow the establishment of a high diversity of species. We evaluated the habitat use of arboreal rodents in Chamela, Jalisco. The sampling was realized in two seasons and in both forests (the tropical semideciduous forest and the tropical dry forest). There was in use the fluorescent powders for the use of habitat, likewise there was realized a follow-up of the track and a map of the crossed area. I captured 149 individuals of *Osgoodomys banderanus*, *Nyctomys sumichrasti*, *Peromyscus perfulvus* and *Xenomys nelsoni*, obtaining 136 trails. During dry season in tropical dry forest, there were more trails in the ground than in the trees and during the rainfall there were more trails in the trees than in the ground. In the tropical semideciduous forest the trails were the same, during two seasons in ground and trees. In dry season, the habitat use was the same and the rainfall season they searched refuges and escaped. In Chamela by its characteristic

allowed that arboreal species presented differential use of the habitat both for forests and for seasons and took advantage of the available resources to be able to survive giving a distribution of resources and a spatial selection of the habitat for the coexistence of the species.

**Key words:** Habitat use, fluorescent powders, rodents, Chamela, Jalisco.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales secos son hábitats estructuralmente complejos que albergan una alta diversidad de roedores, los cuales ocupan diferentes estratos del bosque: desde el suelo hasta la parte alta de los árboles (Adler *et al.*, 1999; August, 1983; Cunha y Vieira, 2002; Graipel, 2003; Viveiros, 2003; Vieira y Monteiro-Filho, 2003). Esta estratificación del hábitat y el uso diferencial de otros recursos como el alimento son aparentemente responsables de la coexistencia de muchas especies de roedores en las selvas tropicales (Meserve, 1977; Passamani, 1995; Rarder y Krockenberger, 2006<sup>a</sup> y 2006<sup>b</sup>). De la misma manera, los roedores terrestres o semiarborícolas usan preferentemente el suelo o el estrato más bajo de la selva (Gallardo-Santis *et al.*, 2005; Gentile y Cerqueira, 1995; Wells *et al.*, 2004). De esta manera, la composición, estructura y diversidad de la comunidad de roedores es el resultado de la estratificación vertical en el uso del hábitat (Cunha y Vieira, 2002; Gillesberg y Carey, 1991; Harney y Dueser, 1987; Viveiros, 2003).

Existe escasa información sobre la actividad arborícola de roedores tropicales, lo que puede generar una representación errónea acerca de sus densidades poblacionales y sus patrones de actividad (Delany, 1971). El empleo de las observaciones directas y de la captura de los individuos en diferentes niveles o estratos permite aproximarse a la descripción de los patrones de movimientos verticales de las especies de pequeños roedores (Malcolm, 1991; Vieira, 1998). Esta estratificación vertical, se ha estudiado en cierto grado en los bosques tropicales lluviosos en donde se puede establecer una correlación entre complejidad estructural del bosque y la diversidad de pequeños roedores que lo habitan (Pardini, 2004; Pardini *et al.*, 2005; Santos-Moreno *et al.*, 2007). Sin embargo, poco se conoce sobre el uso de hábitat de roedores en las selvas tropicales secas y la información disponible se basa apenas en muestreos con trampas Sherman. En este trabajo, evaluamos el uso de un muestreo alternativo (i.e. polvos fluorescentes) para estimar el uso de hábitat de cuatro especies de pequeños roedores con hábitos contrastantes en la selva seca estacional de Chamela-Cuixmala, México. Específicamente, tratamos de caracterizar la variación espacio-temporal en el uso de diferentes estratos verticales del bosque seco tropical por especies de pequeños roedores arborícolas, terrestres y semiarborícolas.

## MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en la Estación de Biología Chamela (19° 30' N y 105° 03' O), que forma parte de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en el Estado de Jalisco (Figura 1). La estación tiene un área de 3,370 hectáreas, la altitud en la zona varía de 20 a 500 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), la topografía se caracteriza por la presencia de laderas y valles con cursos de agua temporales (Bullock, 1986; Ceballos y Miranda, 2000; Lott *et al.*, 1987). El clima se caracteriza por una marcada estacionalidad y a lo largo del año se presentan dos temporadas: lluvias (julio a

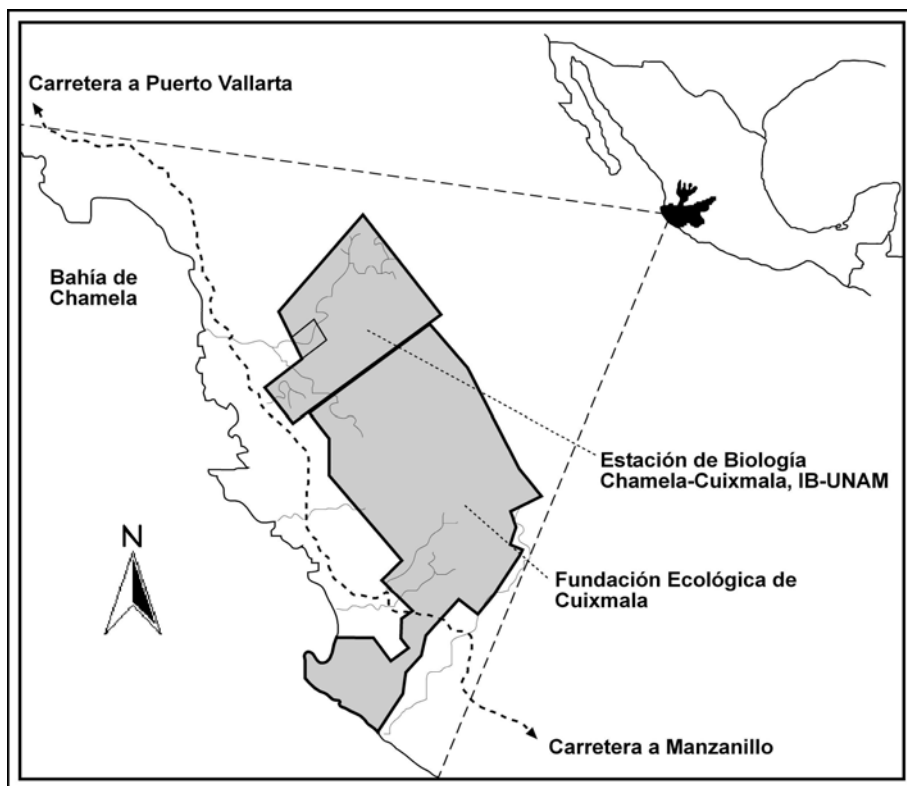


Figura 1. Área de estudio en la Estación de Biología Chamela, en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.

octubre) y secas (marzo a junio), y la temperatura anual promedio es de 24.9° C con una precipitación promedio mensual de 748 mm (Bullock, 1986; Castellanos *et al.*, 1989; Ceballos *et al.*, 1999). Los tipos de vegetación dominante son la selva baja caducifolia y la selva mediana subperennifolia (Bullock y Solís Magallanes, 1990). La selva baja se encuentra distribuida en lomeríos y presenta un estrato arbóreo que alcanza alturas entre los 4 y 15 m, un estrato arbustivo que se presenta sobre todo en las laderas y un estrato herbáceo que se desarrolla solamente durante la temporada de lluvias (Bullock, 1986). La selva mediana se encuentra en las cercanías de los arroyos permanentes y temporales, y presenta dos estratos arbóreos, uno de hasta 15 m y otro entre 25 y 40 m (Ceballos y Miranda, 1986, 2000; Lott *et al.*, 1987; Martínez-Yrizar *et al.*, 1996). Además la selva mediana cuenta con estratos arbustivo, herbáceo y enredaderas leñosas que difieren en composición de los presentes en la selva baja (Lott, 1985; Bullock y Solís-Magallanes, 1990).

### Uso de hábitat

El muestreo se llevó a cabo en el año de 2004, en las temporadas de secas y lluvias, durante la fase de luna nueva (periodo de menor luminosidad) por un espacio de 10 días en cada temporada. Se utilizaron dos cuadrantes de una hectárea en cada uno de los dos principales tipos vegetacionales (selva mediana y selva baja) totalizando cuatro periodos de muestreo para el año. Se utilizaron 100 trampas tipo Sherman® de 3x3.5x9", por cuadrante (1 ha) dispuestas en un arreglo de 10 hileras x 10 filas, con 10 metros de separación entre trampas. Se colocaron 155 trampas en árboles, a una altura entre 1.0 y 2.5 m sobre el nivel del suelo (ver Ceballos, 1989, 1990; García, 2000; Holbrook, 1979a, 1979b), también en 50 arbustos, 70 troncos caídos y 125 en suelo. Como cebo se empleó una mezcla de avena, crema de cacahuete y vainilla. Para cada animal capturado se tomó: fecha, sitio de captura, especie, peso y sexo y fueron marcados con un número exclusivo. Las hembras se clasificaron como preñadas o lactantes y en los machos se anotó la presencia de testículos semiescrotados o escrotados.

Para estimar el uso de hábitat de cada individuo, se empleó la técnica de marcación con auxilio de polvos fluorescentes (ver Kaufman, 1989; Lemen y Freeman, 1985). Cada individuo capturado fue colocado en una bolsa de plástico que contenía 3.5 gramos de polvo (Radiant Color Company). Los ratones fueron liberados después de la colecta y a partir de las 3:00 A.M. se realizaron los seguimientos de los rastros dejados por cada individuo, con una lámpara de luz ultravioleta LM-49 «Blakray» (Mineralogical Research Co.) con la cual resaltaba el polvo fluorescente. Se colocaron numerosas señales en el suelo, indicando la dirección del recorrido y cuando era perceptible el cambio de dirección en el trayecto. Al término del seguimiento se realizó un mapa del área recorrida por cada ratón (Lemen y Freeman, 1985; McCay, 2000;

Mullican, 1988), evidenciando el rastro de cada ratón en la vegetación herbácea, arbustiva o arbórea, para definir el uso de hábitat y refugio (Holbrook, 1979a, 1979b).

Las trayectorias de los ratones se clasificaron en cuatro tipos: 1) Forrajeo: cuando hay evidencia de que el ratón en su trayectoria o al final de esta había presencia de alimento (frutos, semillas o restos de ambos). 2) Refugio: cuando su trayectoria finaliza en una madriguera o un sitio de resguardo, 3) Escape: la trayectoria tiene forma lineal o zigzagueante. 4) Indeterminadas: trayectoria que no se podía seguir más de pocos metros (de 1 a 3 metros).

Mediante análisis de varianza (ANOVA) comparamos los recorridos promedios entre especies. Los contrastes entre las distancias promedio de recorrido por especie entre: 1) hábitats (selva seca vs. selva mediana), temporada (lluvia vs. seca) y sexo fueron hechos mediante pruebas de  $t$  de Student (Sokal y Rohlf, 1995). Los datos de distancia de recorrido fueron  $\log(x+1)$  transformados para reducir la varianza de los datos. Además la frecuencia de los 4 tipos de recorridos por temporada fue analizada para todas las especies en conjunto (debido a la baja frecuencia por especie) mediante una prueba de  $G$ .

## RESULTADOS

### Movimientos

Se capturaron 149 individuos de cuatro especies de roedores (*Osgoodomys banderanus*, *Nyctomys sumichrati*, *Peromyscus perfulvus* y *Xenomys nelsoni*) de los cuales se obtuvieron 136 rastros. De acuerdo a estos registros las especies más abundantes fueron *Osgoodomys banderanus* y *Peromyscus perfulvus*. Las distancias de movimiento de los roedores estudiados variaron muy poco entre especies, promediando entre 12 y 19 m con mucha variación entre individuos de la misma especie ( $f_{3,132} = 1.1123$ ;  $P = 0.3466$ ; Cuadro 1). Tampoco detectamos diferencias significativas para el sexo en la distancia promedio de movimiento de los individuos capturados (valores de  $P > 0.1$  para todas las especies). *Osgoodomys banderanus* fue la única especie que cuya distancia recorrida en selva baja fue significativamente mayor que en selva mediana ( $t = -2.777$ ; g.l. = 34;  $P = 0.0142$ ; Cuadro 2). Asimismo, *Osgoodomys banderanus* fue la única especie que también respondió a los cambios en el régimen de lluvia en Chamela, recorriendo una distancia promedio de  $15.2 \pm 11.9$  m en la temporada seca contra apenas  $7.02 \pm 5.3$  en la temporada lluviosa ( $t = 2.9551$ ; g.l. = 37;  $P = 0.0201$ ; Cuadro 2). Todas las especies estudiadas utilizan más el suelo que el estrato arbóreo (Figura 2). Sin embargo encontramos que hubo diferencias en la proporción de uso de cada estrato del bosque entre las especies. Mientras *Nyctomys sumichrasti* y *Peromyscus perfulvus* utilizan proporciones similares de suelo y estrato arbóreo, *Osgoodomys banderanus* presentó una preferencia por el suelo significativamente

Cuadro 1. Número total de individuos, individuos sin rastros, con rastros, distancias mínimas y máximas y promedio separadas por hembras y machos de las especies de roedores arborícolas en la región de Chamela, Jalisco.

Especie	Hembras	Machos	Totales
<i>Nyctomys sumichrasti</i>			
Individuos	10	13	23
s/rastro	5	1	6
c/rastro	5	12	17
dist min-max	7.23 - 49.5	5.24 - 29.43	
dist prom	18.13	15.5	16.45
<i>Osgoodomys banderanus</i>			
Individuos	32	25	57
s/rastro	12	6	18
c/rastro	20	19	39
dist min-max	1.54 - 33	2.48 - 45	
dist prom	9.95	14.74	12.3
<i>Peromyscus perfulvus</i>			
Individuos	40	83	123
s/rastro	12	34	46
c/rastro	28	49	77
dist min-max	4 - 37.95	2.15 - 38	
dist prom	15.3	10.9	12.66
<i>Xenomys nelsoni</i>			
Individuos	2	1	3
s/rastro	0	0	
c/rastro	2	1	3
dist min-max	16.5 - 30	10.75	
dist prom	23.25		19.08

Cuadro 2. Distancias promedio con sus desviaciones estándar para cada una de las especies en cada una de las temporadas y en cada una de las dos selvas.

Especie	Temporada		Hábitat	
	Secas	Lluvias	Selva Baja	Selva Mediana
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	17.7 ± 11.5	9.5 ± 5.7	18.8 ± 13.7	13.4 ± 7
<i>Osgoodomys banderanus</i>	15.2 ± 12 <sup>a</sup>	7.0 ± 5.3 <sup>b</sup>	19.7 ± 13.7 <sup>a</sup>	8.6 ± 6.5 <sup>b</sup>
<i>Peromyscus perfulvus</i>	13.7 ± 10.6	11.8 ± 8.0	16.9 ± 8.1	12.2 ± 9.1
<i>Xenomys nelsoni</i>	23.2 ± 9.5		13.6 ± 4.0	

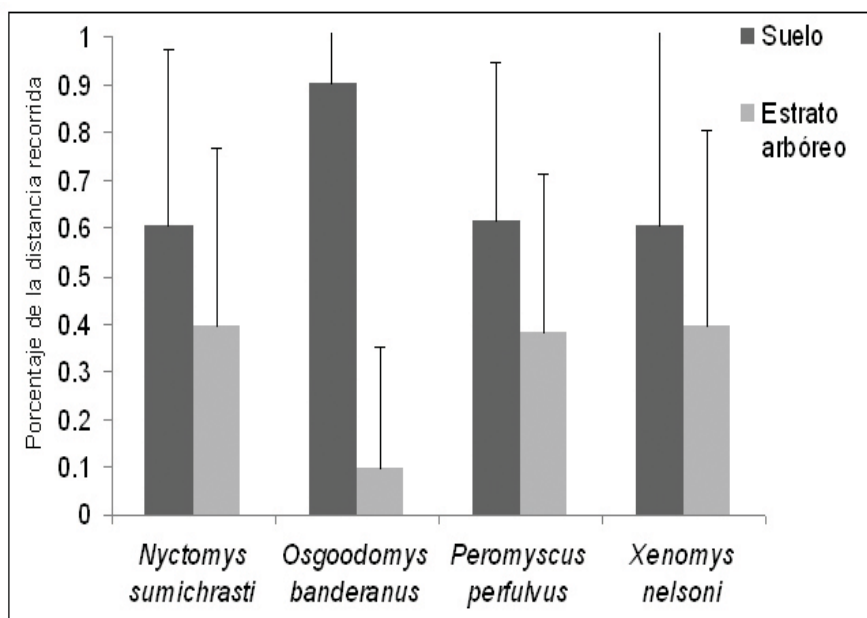


Figura 2. Porcentaje de la distancia recorrida por cada una de las especies en el suelo y en el estrato arbóreo.

mayor que las otras especies (Figura 2). Las especies difirieron significativamente en los tipos de recorridos realizados. En la temporada de secas, el número de recorridos de forrajeo fue significativamente mayor que en temporada de lluvias en la cual los recorridos de escape fueron los más frecuentes ( $G = 13.7778$ ; g.l. = 3;  $P = 0.0049$ ; Figura 3a y 3b).

## DISCUSIÓN

De las cuatro especies capturadas, *Osgoodomys banderanus* y *Peromyscus perfulvus* fueron las especies más abundantes en las dos selvas. Cabe resaltar que *Osgoodomys banderanus* fue la única especie que respondió a los cambios de temporadas siendo mayor en secas que en lluvias. Esta especie fue la menos arborícola de todas y sus recorridos variaron bastante con la estación (secas vs. lluvias) y tipo de selva. Por otro lado, *Nyctomys sumichrasti* y *Peromyscus perfulvus* usaban proporciones similares entre sí de los estratos arbóreo y terrestre. *O. banderanus* es una especie semiarborícola, es decir, se puede encontrar tanto en el estrato arbóreo o a nivel del suelo, sin embargo en nuestro estudio hemos comprobado que se encontró la mayor parte del tiempo en el suelo. *N. sumichrasti* y *P. perfulvus* son especies con hábitos más arborícolas pero a pesar de ello se observó que usan la selva tanto a nivel del suelo como en la parte alta de los árboles (Arroyo-Cabrales, 2005; Ceballos y Miranda, 2000). Otro patrón de uso del hábitat que cambió significativamente por temporada del año fueron los tipos de recorridos. Las especies aumentaron su frecuencia de recorridos de forrajeo en temporada secas, mientras que en temporada de lluvias se registró un mayor número de trayectorias de escape y refugio.

La estación biológica de Chamela-Cuixmala, está sometida a una marcada estacionalidad dada por el régimen de lluvia por lo que las especies de roedores tienden a presentar diferentes patrones de uso de hábitat en cada temporada. En la temporada seca las especies parecen dedicar una gran proporción de sus movimientos en buscar alimento mientras que en temporadas lluviosas parecen buscar más refugios (Bakker y Kelt, 2000; Leite *et al.*, 1996; Vieira y Monteiro-Filho, 2003). Además las diferencias estructurales en el tipo de vegetación de la selva baja y la selva mediana deben, teóricamente, influir en la distribución, la abundancia y la estratificación de las especies (Bullock, 1988; Ceballos y Miranda, 2000; Murphy y Lugo, 1986). Sin embargo encontramos que dos de las cuatro especies capturadas (*N. sumichrasti* y *P. perfulvus*) presentan patrones extremadamente similares de estratificación del uso del hábitat y variaciones pequeñas entre temporadas de precipitación. La estratificación vertical, permite que las especies tengan una repartición de recursos y puedan coexistir en el hábitat para así poder evitar la competencia (Barry *et al.*, 1984; Gentile y Cerqueira, 1995; Meserve, 1977; Passamani, 1995) sin embargo *N. sumichrasti* y *P. perfulvus* utilizaban los dos estratos de igual manera en las dos selvas.



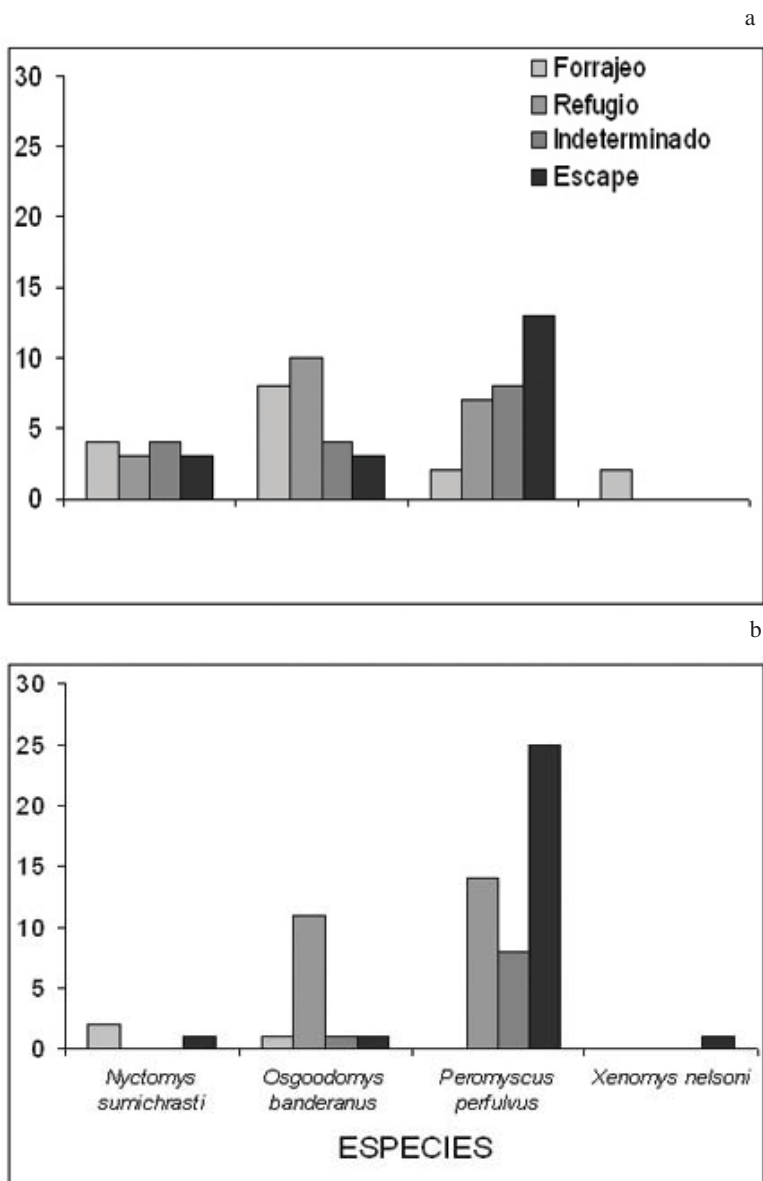


Figura 3a y b. Número de recorridos realizados por las cuatro especies de roedores arborícolas en las dos temporadas (a: secas y b: lluvias).

Aparentemente es común que especies similares compartan gradientes de recurso igualmente similares. Este patrón ha sido observado en otros ambientes tropicales donde los roedores coexisten y a la vez compiten como *P. leucopus* y *P. maniculatus* que durante el día utilizan los árboles para refugiarse o buscaron alimento y durante la noche, se refugian en sus madrigueras en el suelo o en las raíces de los árboles (Barry *et al.*, 1984; Manville *et al.*, 1992).

Tanto las especies arborícolas como semiarborícolas presentaron cierta actividad en el suelo y así pueden obtener una mayor cantidad de frutos que llevan a sus madrigueras. La selva, a pesar de representar un ambiente más diverso estructuralmente y más rico en recursos durante la temporada seca, puede funcionar como refugio para un gran número de especies, permitiendo así su coexistencia (Dalmagro y Vieira, 2005; Laakkonen, 2003; Wells *et al.*, 2004).

En Chamela, la abundancia y la riqueza de especies son mayores en la selva mediana (Ceballos, 1989; Zarza, 2000; Morales, 2002). Además los estudios sustentan que es un sitio con alta productividad y que refleja una amplia variedad de recursos (Bullock y Solís-Magallanes, 1990), ya que los recursos alimenticios más empleados por las especies incluyen frutos, semillas, hojas e insectos.

Asimismo, por ser un sitio que esta sometido a una gran estacionalidad, la cual no sólo afecta a las especies animales sino también a las especies de plantas y trae como consecuencia cambios en la disponibilidad de alimento. Por ello, el uso del hábitat de las especies puede cambiar durante secas, utilizando más este estrato para buscar alimento como frutos secos o semillas (Mendoza, 1997) o, en algunos casos, recorren estos sitios para buscar refugios tanto a nivel del suelo como en las parte altas de los árboles (Bakker y Kelt, 2000; Barry *et al.*, 1984; McCay, 2000). Mientras que en la temporada de lluvias las especies buscan frutos y vegetación fresca en las partes altas de los árboles y en la mayoría de los casos hacen sus nidos en las ramas intermedias de los mismos (Gillesberg y Carey, 1991; Wells *et al.*, 2004).

Finalmente este estudio pudo concluir que las especies de roedores arborícolas utilizan de manera muy similar su hábitat tanto en los dos tipos de selvas como en las dos temporadas. Sin embargo, cabe aclarar que *Osgoodomys* responde de forma distinta en las dos temporadas y se encuentra más a nivel del suelo. Sin embargo *Nyctomys* y *Peromyscus* comparten las mismas proporciones de hábitat aunque eso permita su coexistencia. Las diferencias en el uso del hábitat por las especies y por sexos, esta dada por sus características morfológicas y de comportamiento ya que pueden coexistir en el sitio y limitar su competencia.

#### LITERATURA CITADA

- Adler, G.H., S.A. Mangan y V. Suntsov. 1999. Richness, abundance, and habitat relations of rodents in the lang bian mountains of Southern Viet Nam. *Journal of Mammalogy*, 80:891-898.

- Arroyo-Cabrales, J. 2005. *Osgoodomys banderanus*. Pp. 717-718, en: *Los mamíferos silvestres de México*. (Ceballos, G. y G. Oliva, coords.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO.
- August, P.V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammals communities. *Ecology*, 64: 1495-1507.
- Barry, R.E., Jr., M.A. Botje y L.B. Grantham. 1984. Vertical stratification *Peromyscus leucopus* and *Peromyscus maniculatus* in Southwestern Virginia. *Journal of Mammalogy*, 65:145-148.
- Bakker, V.J. y D.A. Kelt. 2000. Scale – dependent patterns in body size distribution of neotropical mammals. *Ecology*, 81:3530-3547.
- Bullock, S.H. 1986. Climate of the Chamela Jalisco and trends in south coastal region of Mexico. *Arch. Met. Geoph. Biocl., Ser. B*, 36:297-316.
- Bullock, S.H. y J. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 22:22-35.
- Ceballos, G. 1989. *Population and community ecology of small mammal from tropical deciduous and arroyo forest in western Mexico*. Unpublished Ph. D. Thesis, University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Ceballos, G. 1990. Comparative natural history of small mammals from tropical forest in western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 71:263-266.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. *Los Mamíferos de Chamela, Jalisco*. Instituto de Ecología, UNAM.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. *Guía de campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México*. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Ecología e Instituto de Biología, UNAM. México.
- Ceballos, G., A. Zsekeli, A. García, P. Rodríguez y F. Noguera. 1999. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala*. Instituto de Ecología, SEMARNAP, México, D.F.
- Cunha, A.A. y M.V. Vieira. 2002. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic forest of Brazil. *Journal Zoology of London*, 258:419-426.
- Dalmagro, A.D. y E.M. Vieira. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecology*, 30:353-362.
- Delany, M.J. 1971. The biology of small rodents in Mayanja Forest, Uganda. *Journal Zoology of London*, 165:85-129.
- Gallardo-Santis, A., J.A. Simonetti y R.A. Vásquez. 2005. Influence of tree diameter on climbing ability of small mammals. *Journal of Mammalogy*, 86:969-973.
- García, R.G. 2000. Mamíferos silvestres de la región noroccidental del estado de Colima, México. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala, UNAM. 122 pp.
- Gentile R. y R. Cerqueira. 1995. Movements patterns of five species of small mammals in a Brazilian restinga. *Journal of Tropical Ecology*, 11:671-677.
- Gillesberg, A.M. y A.B. Carey. 1991. Arboreal nests of *Phenacomys longicaudus* in Oregon. *Journal of Mammalogy*, 72:784-787.
- Graipel, M.E. 2003. A simple ground-based method for trapping small mammals in the forest canopy. *Mastozoología Neotropical*, 10: 177-181.

- Harney, B.A. y R.D. Dueser. 1987. Vertical stratification of activity of two *Peromyscus* species: An experimental analysis. *Ecology*, 68:1084-1091.
- Holbrook, S.J. 1979a. Vegetational affinities, arboreal activity, and coexistence on three species of rodents. *Journal of Mammalogy*, 60:528-542.
- Holbrook, S.J. 1979b. Habitat utilization, competitive interactions, and coexistence of three species of cricetine rodents in east-central Arizona. *Ecology*, 60:758-769.
- Kaufman, G. 1989. Use of fluorescent pigments to study social interactions in a small nocturnal rodents, *Peromyscus maniculatus*. *Journal of Mammalogy*, 70:171-174.
- Laakkonen, J. 2003. Effect of arboreal activity on species composition and abundance estimates of rodents in a chaparral habitat in Southern California. *The American Midland Naturalist*, 150:348-351.
- Leite, Y. L.R., L.P. Costa y J.R. Stallings. 1996. Diet and vertical space use of trees sympatric opossums in a Brazilian Atlantic forest reserve. *Journal of Tropical Ecology*, 12:435-440.
- Lemen, C.A. y P.W. Freeman, 1985. Tracking mammals with fluorescent pigments: A new technique. *Journal of Mammalogy*. 66:134-136.
- Lott, E. J., S.H. Bullock y A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of Coastal Jalisco. *Biotropica*, 19:228-235.
- Malcolm, J.R. 1991. Comparative abundances of neotropical small mammals by trap height. *Journal of Mammalogy*, 72:188-192.
- Manville, C.J., S.A. Barnum y J.R. Tester. 1992. Influence of bait on arboreal behavior of *Peromyscus leucopus*. *Journal of Mammalogy*, 73:335-336.
- Martínez-Yrizar, A., J.M. Mass, L.A. Pérez-Jiménez y J. Sarukhán. 1996. Net productivity of a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 12:169-175.
- McCay, T.S. 2000. Use of woody debris by cotton mice (*Peromyscus gossypinus*) in a Southeastern forest. *Journal of Mammalogy*, 81:527-535.
- Mendoza D.M.A. 1997. *Efecto de la adición de alimento en la dinámica de poblaciones y estructura de comunidades de pequeños mamíferos en un bosque caducifolio*. Facultad de ciencias. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, UNAM.
- Meserve, P.L. 1977. Three dimensional home ranges of cricetid rodents. *Journal of Mammalogy*, 58: 549-558.
- Morales P.L. 2002. *Efectos de la modificación sobre la avifauna terrestre de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y sus alrededores*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM.
- Mullican, T.R. 1988. Radio telemetry and fluorescent pigments: a comparison of techniques. *Journal of Wildlife Management*, 52:627-631.
- Murphy, P.G. y A.E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review Ecology and Systematics*, 17:67-88.
- Pardini, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape, *Biodiversity and Conservation*, 13: 2567-2586.
- Pardini, R., S. Marques de Sousa, R. Braga-Neto y J.P. Metzger. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation*, 124:253-266.

- Passamani, M. 1995. Vertical stratification of small mammals in Atlantic Hill forest. *Mammalia*, 59:276-279.
- Rader, R. y A. Krockenberger. 2006. Three-dimensional use of space by a tropical rainforest rodent, *Melomys cervinipes*, and its implications for foraging and home-range size. *Wildlife Research*, 33:577-582.
- Rader, R. y A. Krockenberger. 2006. Does resource availability govern vertical stratification of small mammals in an Australian lowland tropical rainforest? *Wildlife Research*, 33:571-576.
- Santos-Moreno, A., Briones-Salas, M.A. y R. López-Wilchis. 2007. Diferencias en algunos parámetros demográficos de *Oryzomys chapmani* (Rodentia: Muridae) asociadas a tres estados sucesionales de bosque mesófilo de montaña en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 23:123-137.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd edition. W. H. Freeman and Co. New York.
- Vieira, E.M. 1998. A technique for trapping small mammals in the forest canopy. *Mammalia*, 62:306-310.
- Vieira, E.M. y E.L.A. Monteiro-Filho. 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 19:501-507.
- Viveiros, C.E. 2003. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic Forest, Southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38:81-85.
- Wells, K., M. Pfeiffer, M.B. Lakim y K.E. Linsenmair. 2004. Use arboreal and terrestrial space by a small mammal community in a tropical rain forest in Borneo, Malaysia. *Journal of Biogeography*, 31:641-652.
- Zarza, H.V. 2001. *Estructura de las comunidades de pequeños mamíferos en diversos hábitats en la selva Lacandona, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala, UNAM.