

COMUNIDAD DE PEQUEÑOS ROEDORES EN DOS AGROECOSISTEMAS DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

JOSÉ A. CIMÉ-POOL, SILVIA F. HERNÁNDEZ-BETANCOURT
Y JUAN B. CHABLÉ-SANTOS

*Departamento de Zoología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad
Autónoma de Yucatán.*

*Carr. Mérida-Xmatkuil km. 15.5, Apdo. Postal 4-116 Itzimná, Mérida, Yucatán, México.
correo electrónico: cimepool@gmail.com*

Abstract. A small rodent species was studied in two agroecosystems from Yucatan: (1) a traditional cornfield and (2) an induced grassland. A total of 87 individuals of six species in two families (Heteromyidae y Cricetidae) were captured rendering an effort of 2,544 nights/trap. *Heteromys gaumeri* and *Peromyscus yucatanicus* were the most abundant species with 57.5% and 17.2% of total captures, respectively. Highest captures were recorded in the traditional cornfield and the highest species richness was obtained in the grassland. No significant differences in diversity were found between sites ($p > 0.05$). It seems that the cornfield plays an important role on both the diversity and population dynamics of small rodents because it presents the highest values in captures, density, recruitment, and in reproductive individuals. This may be related to a greater variety of cultivated plant species in this agroecosystem.

Key words: Small mammals, rodents, Cornfield, Grassland, Yucatan, Mexico.

Palabras clave: Pequeños mamíferos, roedores, milpa, pastizal, Yucatán, México.

La selva baja caducifolia cubre 19, 839 km² de la superficie de la Península de Yucatán y es el tipo de vegetación con mayor distribución en el estado de Yucatán (Flores y Espejel, 1994). Una de las actividades productivas que eliminó la mayor superficie de selvas durante el siglo XIX fue el monocultivo del henequén (*Agave fourcroydes*) (Ceccon *et al.*, 2002) y en los últimos años la extensión de la selva continúa disminuyendo debido a la ganadería extensiva y la agricultura. Tras la decadencia del monocultivo del henequén, grandes áreas de tierra han sido abandonadas, convirtiendo al estado en una región dominada por las selvas en diferentes estados sucesionales en las que se sigue manejando de manera importante los cultivos tradicionales de temporal, principalmente de maíz y hortalizas.

El cambio del uso del suelo ha traído consecuencias para la diversidad biológica por lo que se ha incrementado el interés sobre el papel que juegan los agroecosistemas y paisajes manejados en la preservación de la biodiversidad y para ello se requiere conocer cuales especies se mantienen en estos hábitats y tratar de

entender como sobreviven en ellos. Algunos autores han documentado que la diversidad de pequeños roedores está influenciada por la heterogeneidad del hábitat y por las prácticas propias del agroecosistema (Horváth *et al.*, 2001; Mellink, 1985; Riojas-López, 2006). En México existen pocos trabajos sobre la ecología de roedores en sistemas agrícolas tradicionales (Reichhardt *et al.*, 1994). Por ejemplo, la agricultura indígena a pequeña escala que se desarrolla en el Desierto de Sonora incrementa la diversidad de plantas así como la diversidad de pequeños roedores (Mellink, 1985). En cuanto a agroecosistemas tropicales, los cafetales han sido los más estudiados y han demostrado tener un papel importante en la conservación de la diversidad de mamíferos (Cruz-Lara *et al.*, 2004; Gallina *et al.*, 1996). En Monte Bello, Chiapas se reportó una menor diversidad de roedores en sitios cultivados que en sitios de bosque y esta diversidad estuvo relacionada con la heterogeneidad del hábitat (Horváth *et al.*, 2001).

Barrera (2004), trabajó en milpas de la Reserva Ecológica Cuxtal, Mérida, Yucatán y registró cuatro especies de ratones: *Peromyscus yucatanicus*, seguida por *Mus musculus*, y por último *Sigmodon hispidus* y *Heteromys gaumeri*. En el norte del estado de Yucatán, los pequeños roedores pueden funcionar como indicadores de perturbación (Cimé-Pool, 2006). Debido a que la información de pequeños roedores en agroecosistemas de Yucatán es escasa, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la comunidad de pequeños roedores en dos sistemas productivos: milpa tradicional y pastizal inducido de la zona centro-norte del estado de Yucatán.

El Sitio 1 es un pastizal inducido abandonado de 8 ha ubicado en la zona norte del estado (21° 21' 54.6" N, 88° 53' 59.6" W), 3 km de Dzilam de Bravo, Yucatán. En el sitio no existe pastoreo de ganado bovino desde hace un año y medio. Presenta estratos herbáceo y arbustivo (1.03 y 1.81 m de altura) y está rodeado por acahual de selva baja caducifolia de aproximadamente cinco años de edad. Las especies vegetales predominantes son: *Leptochloa fascicularis*, *Hibiscus tubiflorus*, *Pithecellobium keyense*, *Sporobolus spicatus*, *Paspalum langei*, *Commelina difusa*, *Ruellia nidiflora*, *Asclepias curassavica*. Durante el período de estudio se efectuó un control de herbáceas y arbustivas a través del corte con la finalidad de que el pasto se desarrollara.

El Sitio 2 es una milpa de 0.6 ha localizada a 2 km al oeste de la comunidad de Nolo, Tixkokob en el centro del estado de Yucatán, México (21° 00' 50.2" N y 89° 26' 22.6" W) y se implementó dentro de una zona de cultivo de henequén. Esta práctica se desarrolla en la región porque el cultivo de henequén requiere de seis años para comenzar a ser cosechado, aprovechando los terrenos para sembrar cultivos de crecimiento más rápido como el maíz (*Zea mays*), ibes (*Phaseolus lunatus*), xpelon (*Vigna unguiculata*), calabaza (*Cucurbita* sp.) y camote (*Ipomea batata*). La milpa limitó al oeste y sur con un acahual de selva baja caducifolia en recuperación de aproximadamente 10 años. Hacia el norte con una milpa similar y al este con un terreno con pastizal inducido de *Paspalum nostatium* y *Cynodon dactylon*.

Los muestreos se realizaron mensualmente, de mayo de 2005 a abril de 2006 en el pastizal y de agosto de 2005 a agosto de 2006 (excepto enero de 2006). Las capturas se realizaron durante dos noches consecutivas en cada ocasión. En el pastizal, se empleó una cuadrilla de cinco columnas y 10 filas con 50 trampas Sherman cubriendo un área de .36 ha. En la milpa, el cuadrante consistió de siete columnas y ocho filas con 56 trampas con un área cubierta fue de 0.42 ha (70% de la milpa). En ambos sitios la distancia entre trampas fue de 10 m. Para disminuir el efecto de borde, el cuadrante se colocó en el centro de la milpa y se utilizó semillas de girasol como cebo. Se empleó el método de captura-marcaje-recaptura y los individuos fueron marcados por ectomización de falanges. Este tipo metodología permite evaluar diversidad, composición, riqueza y abundancia de pequeños mamíferos (Pacheco *et al.*, 1999-2000).

Para obtener el número estimado de especies se emplearon los estimadores no paramétricos de Chao 1 y Jackknife de primer orden (Colwell y Coddington, 1994). Estos estimadores se recomiendan cuando se tiene un esfuerzo de captura pequeño, datos de incidencia (presencia-ausencia) y para estudios a pequeña escala (Hortal *et al.*, 2006). Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') con logaritmo natural y se aplicó la prueba t modificada por Hutchenson (Zar, 1999) para probar diferencias de los valores de H' entre épocas de secas y de lluvias. La densidad poblacional se calculó para la especies más abundantes en todo el estudio (*Peromyscus yucatanicus* y *Heteromys gaumeri*) por medio del método de Número Mínimo de Individuos Vivos (NMIV). Sólo se consideraron como individuos residentes a aquellos individuos con tres o más recapturas.

Para el sitio 1, el esfuerzo realizado fue de 1,200 noches/trampa y 1,344 noches/trampa para el sitio 2 (2,544 noches/trampa totales). El éxito de captura promedio fue de 0.14 (± 0.0656) en el pastizal y de 0.20 (± 0.0640) en la milpa. En total se capturaron 87 individuos de seis especies de las Familias Muridae y Heteromyidae con 303 recapturas (Cuadro 1). Estas especies representan el 29% de los pequeños roedores reportados para la Península de Yucatán y el 55% para el estado de Yucatán. El 57.5% de los individuos capturados correspondió a *P. yucatanicus* y el 17.2% a *H. gaumeri*, ambas especies endémicas a la Península de Yucatán. Las especies restantes fueron: la rata arborícola *Ototylomys phyllotis* con el 9%, los ratones *Mus musculus* y *Reithrodontomys gracilis* ambas con el 7% y la rata *Sigmodon hispidus* con el 2.3%.

Los únicos individuos de *S. hispidus* se capturaron en la época seca en el borde del cuadrante junto a vegetación densa de selva baja caducifolia en regeneración. Ocasionalmente se le ha observado dentro de los cultivos de henequén y probablemente se alimente de las hojas tiernas de los vástagos, ya que éstas se ven roídas (obs. pers.).

Cuadro 1. Abundancia relativa y composición de la población de las especies de pequeños roedores en una milpa y un pastizal abandonado de Yucatán, México.

	No. de recapturas		No. de individuos				Total	♂♂ : ♀♀
	♂♂ Ad	♀♀ Ad	Jo	Total	♂♂ Ad	♀♀ Ad		
Milpa								
Familia Muridae								
<i>Mus musculus</i>	2	0	1	3	2	0	1	3
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	64	65	27	156	13	15	10	38
<i>Sigmodon hispidus</i>	0	1	0	1	0	1	0	1
Familia Heteromyidae								
<i>Heteromys gaumeri</i>	5	11	5	21	5	7	3	15
TOTAL				181				57
Pastizal								
Familia Muridae								
<i>Mus musculus</i>	1	1	1	3	1	1	1	3
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	43	49	0	92	8	4	0	12
<i>Ototylomys phyllotis</i>	14	3	1	18	5	3	0	8
<i>Reithrodontomys gracilis</i>	3	5	0	8	3	3	0	6
<i>Sigmodon hispidus</i>	0	1	0	1	0	1	0	1
TOTAL				122				30

Ad= Adultos, Jo= Jóvenes

De acuerdo con los estimadores utilizados se capturó el 80% (Jackknife 1) y el 100% (Chao 1) de las especies potenciales para la milpa y el 83% (Jackknife 1) y el 100% (Chao 1) para el pastizal. En el pastizal la asíntota se alcanzó con un esfuerzo de 1,100 noches/trampa que fue similar al observado en la milpa con 1,120 noches/trampa. Debido a que el número de especies reportado para la zona en otros estudios fluctúa de 1 – 6 consideramos que el esfuerzo empleado fue adecuado (Figura 1). Del análisis de diversidad arrojó un valor total de $H' = 1.296$. El pastizal presentó mayor diversidad ($H' = 1.385$) que la milpa ($H' = 0.848$), sin embargo, estos dos agroecosistemas no se presentaron diferencias significativas ($t = 3.4$, $g. l. = 61$, $p > 0.05$). De manera similar, en el pastizal no se observaron diferencias significativas entre épocas (lluvias $H' = 1.01$, secas $H' = 1.36$; $t = 1.34$, $g. l. = 56.9$, $p > 0.05$). En contraste, en la milpa la diversidad fue mayor en la época de lluvias ($H' = 0.837$) que en la de secas ($H' = 0.775$; $t = 0.257$, $g. l. = 3.62$, $p < 0.05$).

En el pastizal, el 75% ($n = 9$) de la población total de *P. yucatanicus* fue residente mientras que en la milpa se observó el 47% ($n = 18$). El 45% de los organismos residentes del pastizal fueron hembras con un promedio de residencia de ocho meses (± 4.42) y el 55% machos con un promedio de 6.7 meses (± 3.32). En contraste, en la milpa el 56% fueron hembras con un promedio de residencia de 6.4 meses (± 2.9) y el 44% fueron machos con un promedio de 5.6 meses (± 2.8). En el pastizal se presentó una densidad promedio más baja (17 ind/ha ± 4.4) que en la milpa (26 ind/ha ± 8.084). En el pastizal, la densidad mínima en el primer sitio se observó en abril de 2006 con 4 ind/ha y la máxima entre octubre de 2005 a enero de 2006 con 19 – 22 ind/ha (Figura 2). En contraste, en la milpa la densidad mínima se observó en agosto de 2006 con 10 ind/ha y la máxima entre febrero y abril de 2006 con 33 - 36 ind/ha (Figura 3).

En el pastizal el reclutamiento fue bajo y se observó en los meses de mayo, septiembre y octubre de 2005 y enero de 2006 con una fluctuación entre 1-6 individuos y únicamente se capturaron individuos adultos. En tanto que, en la milpa durante todo el estudio se observaron individuos reclutas en un rango de 1 a 8 individuos, siendo los adultos el componente principal con el 73%. En la milpa se presentaron hembras reproductivas durante todo el año mientras que en el pastizal estuvieron ausentes durante cuatro meses; en cuanto a machos reproductivos, en el pastizal se presentaron los mayores porcentajes de individuos reproductivos (Figura 4).

Con respecto a *H. gaumeri* de milpa, tres hembras fueron residentes con promedio de 5.6 meses (± 2.87), esta especie presentó densidades bajas con un promedio de 5 ind/ha (± 4.3), la densidad máxima fue de 12 ind/ha en la primera mitad de la época seca (octubre y diciembre de 2005) y la mínima de febrero a agosto del 2006 (2 ind/ha; Figura 3). En julio de 2006 cuando la época de lluvia ya se estaba establecida se observó una densidad de 7 ind/ha (Figura 3). El reclutamiento mensual fue bajo (1- 4 individuos), durante cinco meses no se observó reclutamiento (noviembre de 2005, febrero a abril y agosto de 2006).

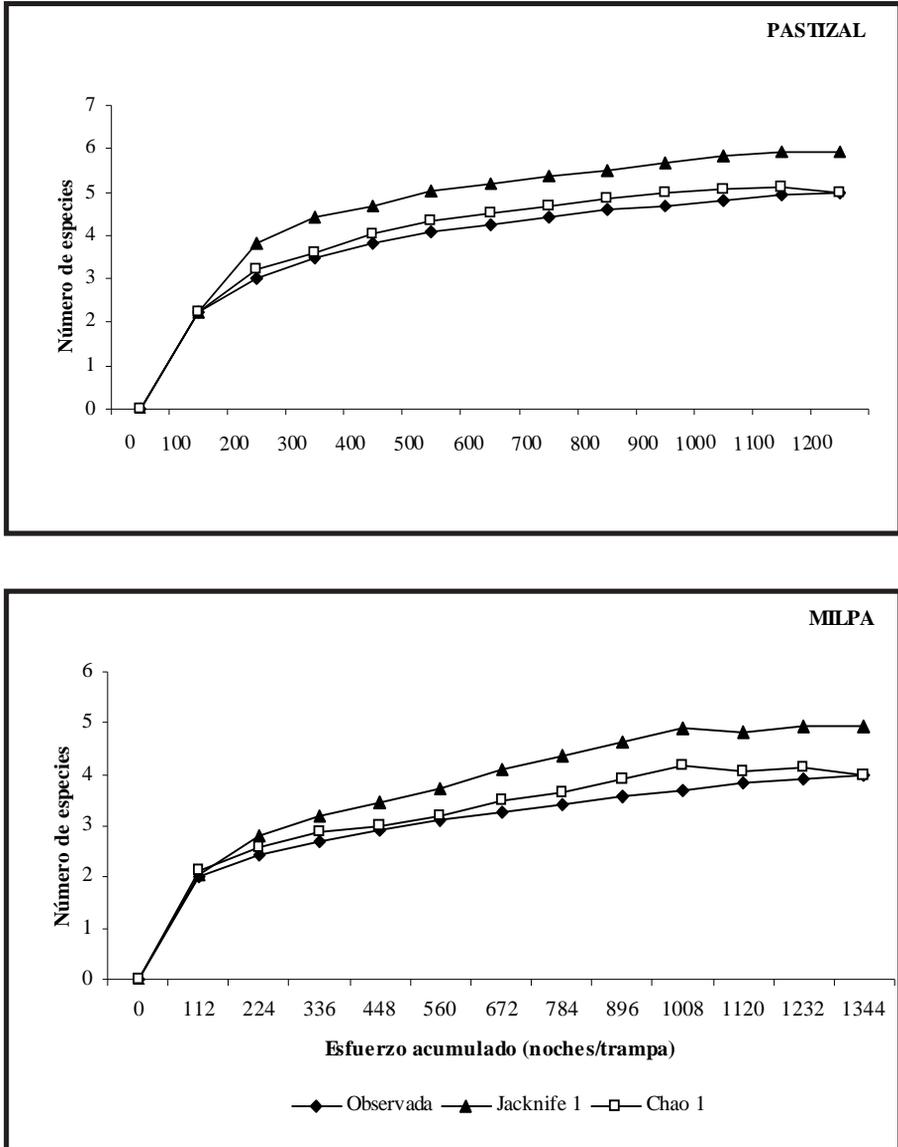


Figura 1. Curva de acumulación de especies de pequeños roedores para una milpa y un pastizal abandonado de Yucatán, México.

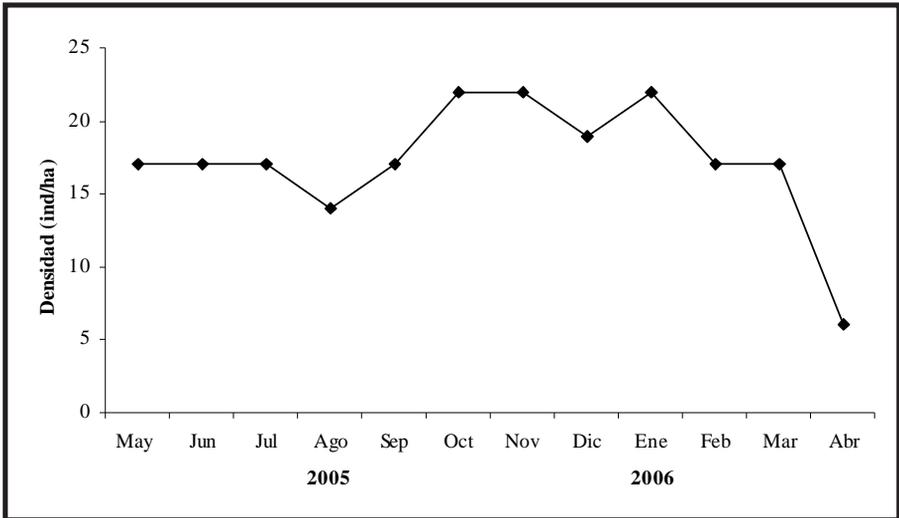


Figura 2. Densidad poblacional de *Peromyscus yucatanicus* en un pastizal abandonado de Yucatán, México.

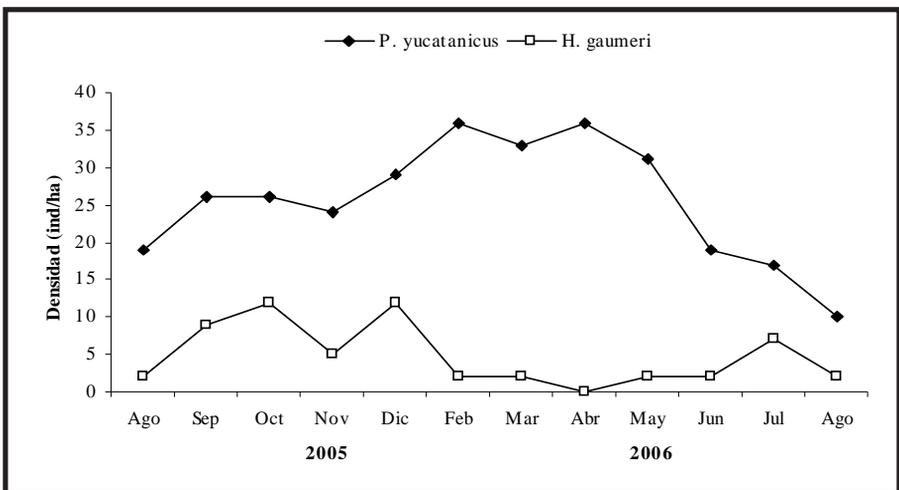


Figura 3. Densidad poblacional de *Peromyscus yucatanicus* y *Heteromys gaumeri* en una milpa de Yucatán, México.

Los adultos fueron el componente principal de la población con el 80%. Sólo se observaron tres individuos jóvenes (20%) durante el estudio (dos en septiembre y uno en diciembre de 2005). Al parecer, los máximos valores observados en la milpa (densidad, reclutamiento y reproducción) probablemente se debe a que este agroecosistema produce el alimento necesario (de los propios cultivos, de especies herbáceas y enredaderas pioneras) para satisfacer los requerimientos de las especies, principalmente de aquellas granívoras como *H. gaumeri*. En un cultivo abandonado de sandía dentro de la Reserva Cuxtal, Mérida, Yucatán se ha observado que esta especie remueve semillas de enredaderas pioneras (obs. pers.). En contraste, el pastizal es un sistema inducido dominado principalmente por pasto y algunas herbáceas y debido a que durante el estudio se realizó el control de herbáceas probablemente la oferta de alimento haya sido menor. Por las capturas ocasionales de *S. hispidus* y *M. musculus*, éstas especies se pueden considerar como especies turistas (Halfter y Moreno, 2005) en ambos sitios.

De manera coincidente, en una milpa rodeada de selva baja caducifolia en la Reserva Cuxtal *P. yucatanicus* (67% de las capturas) fue también la especie más abundante seguida por *M. musculus* (Barrera, 2004). En contraste, en un estudio justificativo de fauna silvestre en el sur del estado se observó que en una milpa rodeada por selva mediana subcaducifolia fue *S. hispidus* la especie más abundante (65% de las capturas totales) mientras que *M. musculus*, *P. yucatanicus* y *H. gaumeri* estuvieron representados con el 6, 5 y 4% respectivamente (obs. pers.). Adicionalmente, en un sistema productivo de sandía abandonado en la Reserva Cuxtal se ha observado que *M. musculus* fue la especie más abundante seguida por *H. gaumeri* (obs. pers.). *Mus musculus* está asociado a las actividades del hombre ya sea cultivos de maíz, sandías o pastizales (Barrera, 2004; Cimé-Pool, 2006). En una asociación de selva mediana secundaria-milpa en La Libertad, Campeche, la riqueza fue de siete especies, siendo *S. hispidus* la más abundante (31.4% de las capturas), seguida por *P. yucatanicus* (27.3%) (Chablé-Santos *et al.*, 1995). Otros estudios han reportado que las abundancias de *S. hispidus* están asociadas con una cobertura densa de las herbáceas (Mellink, 1995; Riojas-López, 2006), tal y como se observó en el presente estudio.

Las mayores abundancias de *H. gaumeri* en la época de lluvias probablemente se deban a una mayor disponibilidad de alimento dentro de la milpa, por la presencia de maíz maduro, así como de frutos y semillas de las enredaderas pioneras establecidas sobre las cañas de maíz que aseguran alimento disponible para esta especie. En contraste, las máximas abundancias de *P. yucatanicus* al principio (pastizal) y a finales de la época seca (milpa) probablemente se deba a que la mayoría de las especies de leguminosas se encuentran produciendo semillas.

En cuanto a la milpa, después de la cosecha de maíz (diciembre-enero), ésta queda descubierta, en parte por la cosecha y en parte por el pastoreo de ganado bovino, quedando en el suelo restos de rastrojo y herbáceas secas. Esto ocasiona que los roedores sean más visibles a depredadores, por lo que éstos pueden abandonar el sitio y moverse hacia otros con mayor cobertura vegetal para evitar la depredación. Así, *H. gaumeri* disminuyó sus densidades, probablemente por la compactación del suelo y la pérdida de cobertura vegetal (Figura 3). Algunas especies de mamíferos medianos observados en los sitios de estudio y que pueden funcionar como depredadores son el: zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), zorrilla gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y mapache (*Procyon lotor*).

En una selva baja caducifolia espinosa de la Reserva Estatal de Dzilam, Yucatán también se observaron las máximas abundancias de *P. yucatanicus* a finales de la época seca (Cimé-Pool, 2006). Otros estudios similares realizados en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún y la Reserva Cuxtal, demostraron que, *P. yucatanicus* fue el roedor más abundante (Barrera, 2004; Cimé-Pool, 2006; Cimé *et al.*, 2006). En contraste, en el Rancho Hobonil ubicado al sur del Estado de Yucatán donde la vegetación corresponde a la de una selva mediana (una de la más conservada del estado) fue una de las especies menos frecuentes (Hernández-Betancourt, 2003; Figura 4).

Las bajas densidades del ratón de abazones *H. gaumeri* en la milpa probablemente se debieron a que esta especie es de alimentación frugívora-granívora y necesita áreas con un estrato arbóreo bien desarrollado que le provea de alimento (Hernández-Betancourt, 2003) y aunque se ha observado que la presencia de esta especie en sitios perturbados (Barrera, 2004; Cimé-Pool, 2006), sus densidades y patrón reproductivo se ven afectados tal como se observó en este estudio donde la presencia de juveniles fue casi nula.

Al parecer, el agroecosistema milpa juega un papel importante en el mantenimiento de la diversidad y la dinámica poblacional de pequeños roedores, ya que fue en este sitio donde se presentaron los mayores valores de capturas, densidad, reclutamiento e individuos reproductivos, como resultado de la diversidad de especies cultivadas en este agroecosistema. *Peromyscus yucatanicus* y *H. gaumeri* fueron las especies más abundantes. La densidad de *H. gaumeri* parece estar correlacionado con la cobertura vegetal debido a que sus valores fueron mayores cuando ésta estuvo presente en el agroecosistema milpa. *Peromyscus yucatanicus* tiene su máxima abundancia a finales de la época seca mientras que *H. gaumeri* a finales de la época de lluvias.

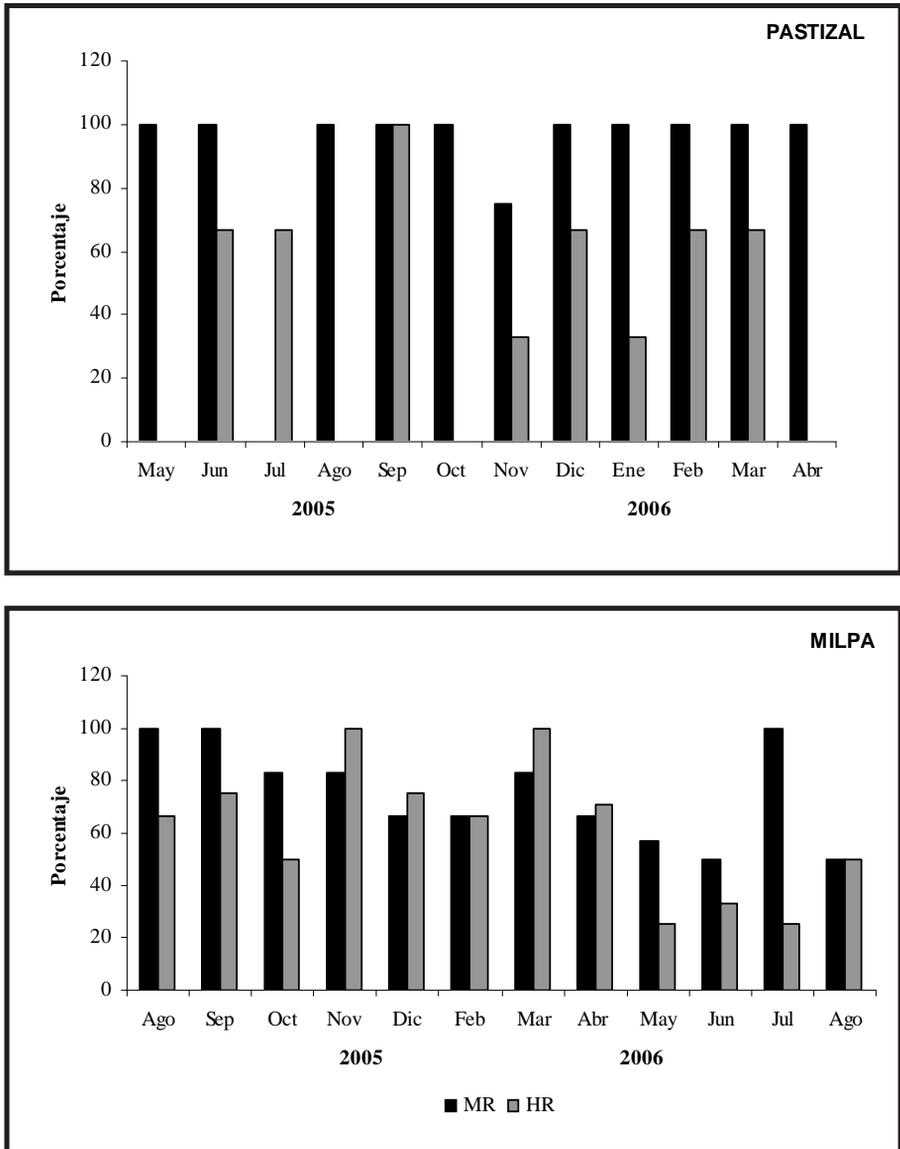


Figura 4. Individuos reproductivos de *Peromyscus yucatanicus* en una milpa y un pastizal abandonado de Yucatán, México. MR= Machos reproductivos, HR= Hembras reproductivas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Departamento de Zoología del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias -UADY por las facilidades brindadas durante la realización del presente trabajo. La Dra. Azucena Canto y el M en C. Roberto Barrientos del Cuerpo Académico de Ecología Tropical del CCBA-UADY proporcionaron valiosos comentarios al manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Barrera, R.V. 2004. *Estructura de la comunidad de pequeños roedores en tres sitios con vegetación en diferentes etapas de desarrollo en la Reserva de Cuxtal, Yucatán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ceccon, E., I. Olmsted, C. Vázquez-Yanes y J. Campo-Alves. 2002. Vegetation and soil properties in two tropical rainforest of differing regeneration status in Yucatan. *Agrociencia*, 36:621-631.
- Chablé-Santos, J.B., N. Van Wynsberghe, S. Canto-Lara y F. Andrade. 1995. Isolation of *Leishmania (L.) mexicana* from wild rodents and their possible role on the transmission of localized cutaneous leishmaniasis in the state of Campeche, Mexico. *American Journal of Tropical Medicine Hygiene*, 53:141-145.
- Cimé-Pool, J.A. 2006. *Ecología de comunidades de pequeños roedores en un gradiente de perturbación de selva baja caducifolia espinosa de la Reserva Estatal de Dzilam, Yucatán, México*. Tesis de Maestría. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Cimé-Pool, J.A., J. Chablé-Santos, J.E. Sosa-Escalante y S.F. Hernández-Betancourt. 2006. Quirópteros y pequeños roedores de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 22:127-131.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transaction: Biological Science*, 345:101-118.
- Cruz-Lara, L.E., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo y N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las Cañadas de La Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 20:63-81.
- Flores, J.S. e I. Espejel. 1994. *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Gallina, S., S. Mandujano y A. González-Romero. 1996. Conservation of mammalian diversity in coffee plantations of central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*, 33:13-27.
- Halfpfter, G. y C. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gama. Pp. 5-18, en: *Sobre la diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gama*. (G. Halfpfter, J. Soberon, P. Koleff y A. Meliá, eds.). Monografías Tercer Milenio, Vol. 4. S. E. A., CONABIO, CONACYT, DIVERSITAS. Zaragoza, España.

- Hernández-Betancourt, S. 2003. *Dinámica poblacional de Heteromys gaumeri, Allen y Chapman, 1897, en una selva mediana del Sur de Yucatán, México*. Tesis Doctoral. UAM-Iztapalapa.
- Hortal, J., P.A.V. Borges y J.H.D. Gaspar. 2006. Evaluating the performance of species richness estimators sensitivity to simple grain size. *Journal of Animal Ecology*, 75:274-287.
- Horvath, A., I.J. March y J.H.D. Wolf. 2001. Rodent diversity and land use in Monte Bello, Chiapas, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36:169-176.
- Mellink, E. 1985. Agricultural disturbance and rodents: three farming systems in the Sonoran Desert. *Journal of Arid Environments*, 8: 207-222.
- Mellink, E. 1995. Uso del hábitat, dinámica poblacional y estacionalidad reproductiva de roedores en el Altiplano Potosino, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:1-8.
- Pacheco, J., Ceballos G. y R. List. 1999-2000. Los mamíferos de la región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 4:71-85.
- Reichhardt, K.L., E. Mellink, G.P. Nabhan y A. Rea. 1994. Habitat heterogeneity and biodiversity associated with indigenous agriculture in the Sonoran Desert. *Etnoecológica*, 2:21-34.
- Riojas-López, M.E. 2006. Rodent communities in two natural and one cultivated "nopaleras" (*Opuntia* spp.) in north-eastern Jalisco, México. *Journal of Arid Environments*, 67:428-435.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall. New Jersey, USA.