

ÁREA DE ACTIVIDAD DE *Heteromys gaumeri* EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA DE YUCATÁN

JOSÉ ADRIÁN CIMÉ POOL¹, SILVIA F. HERNÁNDEZ BETANCOURT¹ Y SALVADOR MEDINA PERALTA^{1, 2}

¹Departamento de Zoología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. 15. 5 Carretera Mérida Xmatkuil, Mérida Yucatán, México.

Apdo. Postal 4-116 Itzimmá, jacime@hotmail.com, hbetanc@tunku.uady.mx

²Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán. Calle 8 x 21 s/n Col. María Luisa, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97199, mperalta@tunku.uady.mx

Resumen. Se estudió el área de actividad (AA) de *Heteromys gaumeri* en una selva mediana subcaducifolia en el Rancho Hobonil, Tzucacab al sur del estado de Yucatán, México. Se trabajó con el 30 % (n = 78) de la población total (n = 270); 53 % fueron hembras y 47 %, machos. Las hembras permanecieron en el área de estudio en promedio 7.6 meses y los machos 6.6 meses. La permanencia entre sexos no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$). Los machos presentaron mayor AA promedio (555 m²) que las hembras (465 m²). El AA de individuos reproductivos (540 m²) y no reproductivos (439 m²) fue similar para ambos sexos ($p > 0.05$). No se observó una correlación entre el AA y el peso corporal en ninguno de los sexos ($p > 0.05$ para ambos sexos). La distancia máxima recorrida (DMR) no fue influenciada por la interacción de los factores sexo y época ($p > 0.05$). El AA de los machos mostró un promedio de 86 % de sobreposición y las hembras de 75 %; sin embargo, no fue significativa ($p > 0.05$). El tamaño y la alta sobreposición del AA y la distribución de las hembras, sugiere que esta especie es polígama y su sistema de pareja promiscuo, con un alto grado de tolerancia social intra e intersexual.

Abstract. The home range (HR) of *Heteromys gaumeri* was studied in a subdeciduous tropical rainforest located at Rancho Hobonil, Tzucacab, Yucatan, Mexico. Thirty percent (n = 78) of the total population (n = 270) were residents, being 53 % females and 47 % males. The mean was 7.6 months for females, and 6.6 months for males. Average HR was 555 m² for males and 465 m² for females. Nevertheless, males and females did not differ significantly in the size of their HR ($p > 0.05$). The reproductive condition of individuals did not influence their HR and movement patterns. For both sexes, reproductive individuals showed the same HR than non-reproductive individuals ($p > 0.05$). HR was not correlated with individual weight of males and females in this population ($p > 0.05$). Neither season (dry and wet) nor sex (male and female) influenced maximum distance moved (MDM) ($p > 0.05$). Males and females had HR that overlapped the HR of multiple females and males intrasexually ($p > 0.05$). Based on HR size, high degree of HR overlap and female distribution, we concluded that mating system of *H. gaumeri* in rainforest of Yucatan is probably promiscuous with a high degree of intra and intersexual tolerance.

Palabras clave: Área de actividad, *Heteromys gaumeri*, Rodentia, selva mediana subcaducifolia, Yucatán.

INTRODUCCIÓN

El análisis y descripción del área de actividad de los individuos es uno de los puntos centrales para entender la ecología de poblaciones de mamíferos (Moorcroft *et al.*, 1999). La distribución espacial es el resultado de las interacciones inter e intra específicas de las especies que, a su vez, repercuten en la dinámica de la población, así como en la utilización de los recursos presentes en el hábitat. El estudio del área de actividad ofrece información acerca de la utilización del espacio de un área determinada, tipo de organización social y aspectos sobre competencia con otras especies que comparten el mismo hábitat (Moorcroft *et al.*, 1999; Quintero y Sánchez-Cordero, 1989). El grupo de los heterómidos es uno de los más estudiados en cuanto a su biología, ecología y áreas de actividad particularmente de aquellas especies que se distribuyen en las regiones templadas y desiertos de Norteamérica (Williams *et al.*, 1993). En contraste son pocos los estudios desarrollados con especies de selvas tropicales (Quintero y Sánchez-Cordero, 1989; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993) que incluyan el área de actividad y comportamiento social (Eisenberg, 1963; Fleming, 1974b; Sánchez-Rojas *et al.*, 1994).

Heteromys gaumeri Allen y Chapman, 1897 es una especie endémica de la provincia de la Península de Yucatán (Jones *et al.*, 1974). Esta especie juega un papel importante en la regeneración de las selvas por ser postdispersor de frutos y semillas (Castillo, 2002; Euán *et al.*, 2000; Sánchez-Cordero y Martínez-Gallardo, 1998). La información básica sobre esta especie es en torno a su sistemática, distribución y biología general (Jones *et al.*, 1974; Schmidt *et al.*, 1989), recientemente se ha estudiado su ecología poblacional (Hernández-Betancourt y Sosa-Escalante, 1998), las especies de plantas que utiliza y dispersa (Castillo, 2002; Casillo y Hernández, 1997) y su movimientos y organización social (Hernández-Betancourt *et al.*, en prensa). El presente estudio tiene como objetivo determinar el área de actividad de *H. gaumeri* en la selva del sur de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho Hobonil, municipio de Tzucacab, Yucatán. El Rancho se ubica a 20°00'06'' de latitud Norte y 89°02'30'' longitud Oeste. El clima es húmedo Aw, (X') AwO (X') y se caracteriza por presentar lluvias en verano y una larga temporada de secas (INEGI, 1988). El promedio anual de precipitación fluctúa de 800 a 1,200 mm, siendo los meses de junio a septiembre donde se presenta el período máximo de lluvias. La temperatura es cálida, con una fluctuación anual entre

22 y 26 °C (INEGI, 1989). La época de secas incluye los meses de noviembre a abril y la de lluvias de mayo a octubre (Duch, 1988).

La vegetación del área de estudio es selva mediana subcaducifolia (SMSC). Es una comunidad densa cerrada con árboles cuyas alturas varían de 15 a 40 m, y con diámetros entre 20 y 80 cm (Flores y Espejel, 1994; Rzedowski, 1987). Las especies dominantes son *Acacia pennatula*, *Caesalpinia gaumeri*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Pithecelobium albicans*, *Vitex gaumeri*, *Diospyros veraecrucis*, *Manilkara achras*, *Ficus tecolutensis*, *Brosimum alicastrum*, *Lysiloma latisiliquum*, *Cordia dodecandra* (Navarro-Collí, 2001). El estudio se realizó de abril de 1996 a marzo de 1998. El área utilizada comprendió tres cuadrantes de 2,700 m² cada uno. En cada cuadrante se colocaron 40 trampas tipo Sherman plegadizas (8x9x23 cm) en cuatro líneas paralelas, separadas entre sí por 10 m; el cebo utilizado fueron semillas de girasol. Se usó el método de captura-recaptura (Krebs, 1985), registrando, trapeos por cinco noches consecutivas de cada mes. Los animales se marcaron por medio del método de ectomización de falanges (DeBlase y Martin, 1974). Para cada animal capturado se tomaron los siguientes datos: posición de la trampa, peso, sexo, condición reproductiva, edad (juvenil, subadulto, adulto (Fleming, 1974b)). Para el estado reproductivo de los machos adultos, se consideró la posición de los testículos y el desarrollo de los sacos epididimales y, para las hembras adultas, se consideró el desarrollo mamario y condición de la vagina, así como la presencia de embriones.

Para determinar el área de actividad (AA) se utilizaron los individuos residentes definidos como aquellos que permanecieron tres meses o más (Sánchez-Cordero, 1993). El AA se obtuvo utilizando el método de polígonos convexos (Anderson, 1982) por medio del programa McPaal. Como complemento se usó el método de la distancia máxima recorrida (DMR) (Fleming, 1974b; Jonsson *et al.*, 2000). La DMR es el desplazamiento más largo recorrido por un individuo entre dos capturas consecutivas en un período de captura (por mes). La sobreposición del AA intrasexuales para ambos sexos se calculó por medio de porcentajes (Chambers *et al.*, 2000), tomando como 100 % el AA de un primer individuo y calculando sobre esta el AA sobrepuesta de otro u otros individuos.

Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney (Mendenhall *et al.*, 1994; Zar, 1999), para determinar diferencias en: (1) la permanencia y el AA de machos y hembras sin considerar la condición reproductiva, (2) si el AA y la DMR de adultos reproductivos es mayor que la de los individuos no reproductivos, y (3) la sobreposición del AA entre individuos reproductivos de ambos sexos. Para probar si había correlación entre el peso y el AA en ambos sexos se usó el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (Mendenhall *et al.*, 1994). Para determinar el efecto de época y sexo sobre la DMR, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para un diseño bifactorial (Montgomery, 1991; Zar, 1999). La prueba de Ji-cuadrada se usó para determinar la proporción de sexos (Montgomery, 1991; Zar, 1999).

El nivel de significancia de todas las pruebas fue $\alpha=0.05$.

RESULTADOS

Se marcaron un total de 270 individuos de *Heteromys gaumeri* con 666 recapturas; el esfuerzo de captura fue 14,400 noches/trampa. El 30 % del total de individuos capturados ($n = 78$) fue residente. El análisis del AA incluyó una muestra de 62 individuos (23 %), los restantes ($n = 16$) aunque fueron residentes, realizaron recorridos lineales y, por lo tanto, su actividad se determinó a través de las DMR. El porcentaje de sexos en la muestra ($n = 62$) fue de 53 % hembras y 47 % machos. Durante el estudio la proporción de sexos se mantuvo 1:1 ($\chi^2=0.2051$, $g.l.=1$, $p > 0.50$).

Las hembras presentaron un promedio de 7.6 meses de permanencia (3 a 22 meses); sólo una hembra permaneció por 22 meses. Los machos tuvieron un promedio de 6.6 meses de permanencia (3 a 15 meses; Fig. 1). No se observaron diferencias significativas en la permanencia entre sexos ($U = 428.5$, $p > 0.05$). Las ausencias entre muestreos de hembras fluctuaron de uno a seis meses; sólo una tuvo una ausencia de seis meses pero, en general, fueron de uno a dos meses. Las ausencias de los machos fluctuaron de uno a siete meses pero, en general, fueron de tres.

Los machos mostraron promedios mayores de AA que las hembras (555 m² vs 465 m²; mín- máx = 50 m² a 1,650 m² vs 50 m² a 1,100 m² respectivamente, aunque no se observaron diferencias significativas ($U = 314.0$, $p > 0.05$). Es interesante mencionar que sólo una hembra ocupó 2,050 m² en 17 meses de permanencia, en contraste, con otra hembra que permaneció durante 22 meses, en una AA de 250 m² (Fig. 2). Los machos con mayor permanencia (15 y 13 meses) ocuparon AA de 350 m² y 400 m² respectivamente (Fig. 2). En contraste, el macho que presentó mayor AA (1,650 m²) tuvo seis meses de permanencia. Los machos reproductivos ($n = 23$) presentaron, en promedio, mayores AA (540 m²) que los no reproductivos ($n = 9$), (439 m²); sin embargo, no fue significativa esta diferencia ($U = 76.5$, $p > 0.05$). Las hembras reproductivas ($n = 13$) presentaron AA promedio menores que las no reproductivas ($n = 17$), 407 m² y 503 m², respectivamente, aunque la diferencia no fue significativa ($U = 124.5$, $p > 0.05$).

La correlación entre el peso y el AA para machos y hembras no fue significativa (machos $r_s = 0.0964$, $p > 0.05$; hembras $r_s = -0.0509$, $p > 0.05$). Los pesos de los machos fluctuaron entre 47 y 85 g. Los pesos de las hembras adultas fluctuaron de 44 a 65 g. Tres hembras preñadas con pesos entre 61 a 63 g, presentaron AA pequeñas, entre 100 m² y 150 m².

El análisis de las DMR se realizó con el 23 % ($n = 62$) de la población total, de los cuales el 53 % fueron hembras y, el 47 % machos. Las DMR de los machos se presentaron entre los 10 m y 80 m y, las de las hembras, entre 10 y 59 m (Fig. 3).

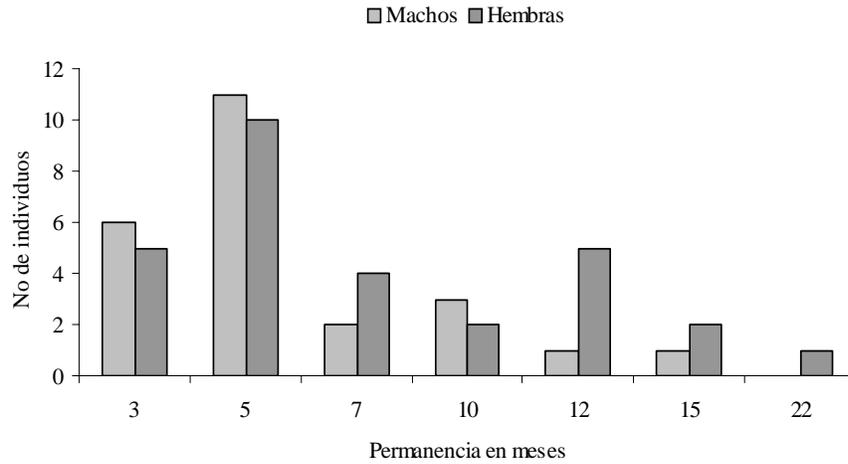


Figura 1. Permanencia de machos y hembras de *Heteromys gaumeri* en la selva mediana subcaducifolia de Hobonil, Tzucacab, Yucatán.

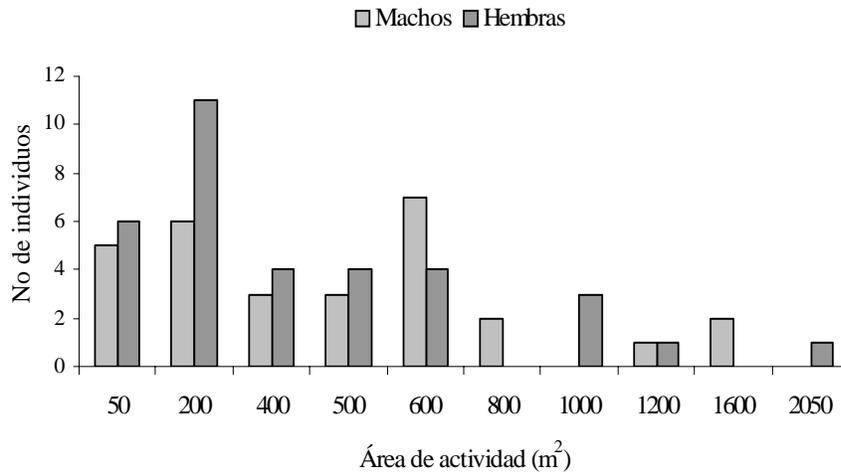


Figura 2. Área de actividad de machos y hembras de *Heteromys gaumeri* en la selva mediana subcaducifolia de Hobonil, Tzucacab, Yucatán.

Los machos reproductivos ($n = 29$) presentaron una DMR promedio de 21.14 m (10 a 50 m) y los no reproductivos ($n = 11$) de 21.34 m (10 a 80 m). Las hembras reproductivas ($n = 20$), presentaron DMR promedio de 16.06 m (10 a 26 m) y las no reproductivas ($n = 22$) un promedio de 18.42 m (10 y 55m), para ninguno de los sexos considerando el estado reproductivo, se encontraron diferencias significativas en las DMR (machos $U = 134$, $p > 0.05$; hembras $U = 237$, $p > 0.05$).

Las hembras receptivas (vagina perforada) tuvieron DMR que fluctuaron entre 10 y 30 m, las preñadas y lactantes entre 10 y 21 m, y las postlactantes entre 10 y 24 m.

Durante las épocas de lluvias y secas los machos presentan mayores DMR promedio siendo de: 21.24 y 27.0 m, respectivamente y las hembras de 17.84 y 16.0 m respectivamente. El ANOVA no determinó un efecto significativo de los factores principales sexo ($F = 4.07$, $g.l. = 1$, $p > 0.05$), y época ($F = 0.30$, $g.l. = 1$, $p > 0.05$), ni para la interacción de época y sexo ($F = 1.13$, $g.l. = 1$, $p > 0.05$). No se observó ningún patrón en cuanto a la DMR para ninguno de los sexos ni para las épocas de lluvias y secas de 1996 y 1997. Tampoco se observó que las DMR fueran mayores antes ó durante la época reproductiva (agosto a diciembre de 1996 y agosto a octubre de 1997).

La sobreposición de las AA intrasexuales para la muestra total ($n = 62$) fue alta. Todos los machos ($n = 30$) tuvieron algún porcentaje de sobreposición, cuyo promedio fue de 86 % (Fig. 4). Las hembras ($n = 32$) presentaron un promedio de sobreposición de 75 %. Catorce hembras presentaron sobreposición del AA del 100 % y sólo las AA de dos no se sobrepusieron. No se presentaron diferencias significativas en cuanto a la sobreposición intrasexual entre sexos ($U = 544.5$, $p > 0.05$).

Los machos reproductivos ($n = 21$) presentaron un promedio de sobreposición del AA de 86.26 % y los no reproductivos ($n = 8$) de 84.54 %. Las hembras reproductivas ($n = 13$) presentaron un promedio de 63.66 % (0 % a 100 %) y las hembras no reproductivas ($n = 16$) un promedio de 81.83 % (33.33 % a 100 %). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los estados reproductivos de ambos sexos (machos $U = 72.0$, $p > 0.05$; hembras $U = 126.0$, $p > 0.05$; Fig. 5).

DISCUSIÓN

La similitud de permanencias de los machos y hembras de *Heteromys gaumeri* probablemente pudo deberse a que los refugios en la zona de estudio son abundantes por la gran cantidad de oquedades que hay en suelo, y considerando el comportamiento de almacenaje de esta especie, quizá el alimento haya sido suficiente para lograr su sobrevivencia. Por otra parte, en el área de estudio existe abundancia de frutos y semillas durante todo el año (Castillo y Hernández-Betancourt 1997; Euán *et al.*, 2000), por lo que las hembras no necesitan salir en búsqueda de alimento fuera de sus AA.

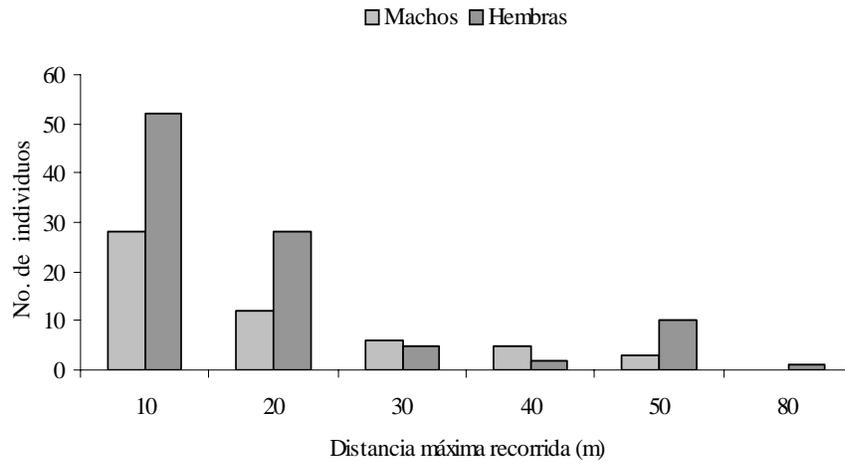


Figura 3. Distancia máxima recorrida por machos y hembras de *Heteromys gaumeri* en la selva mediana subcaducifolia de Hobonil, Tzucacab, Yucatán.

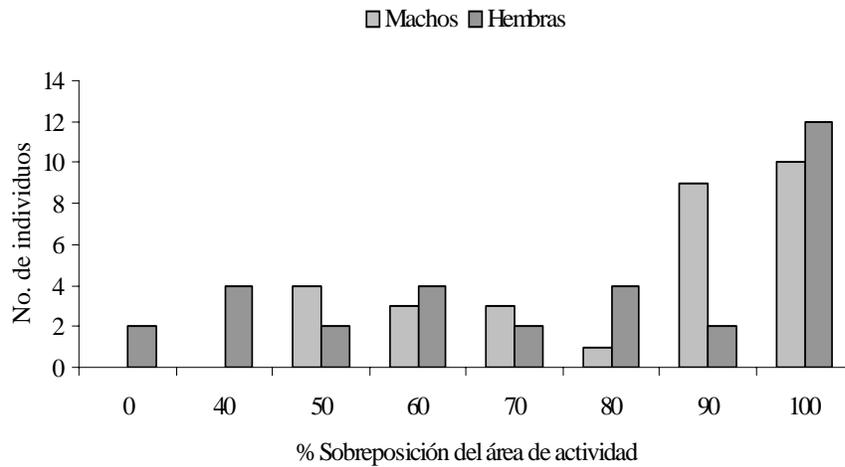


Figura 4. Sobreposición del área de actividad de machos y hembras de *Heteromys gaumeri* en la selva mediana subcaducifolia de Hobonil, Tzucacab, Yucatán.

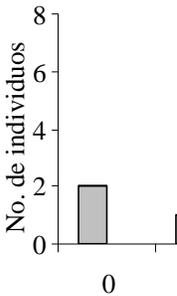
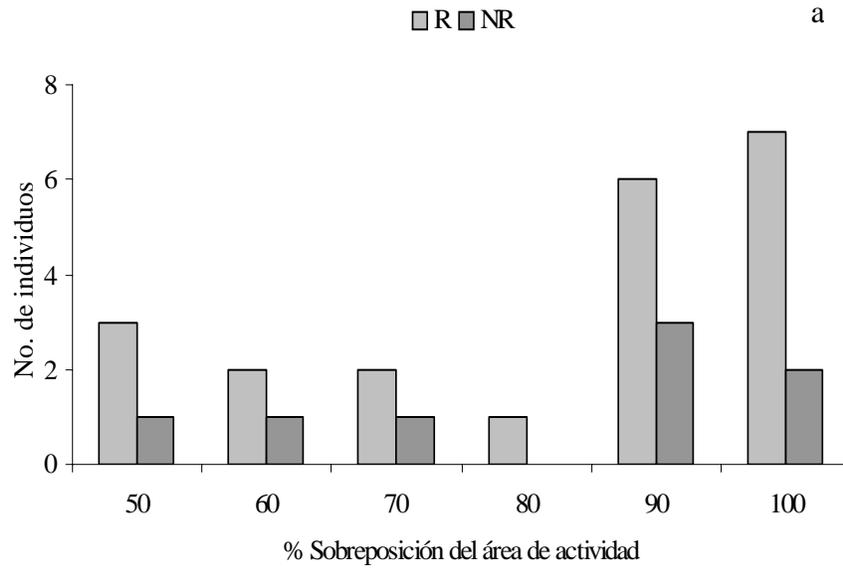


Figura 5. Porcentaje de sobreposición de individuos reproductivos (R) y no reproductivos (NR) de *Heteromys gaumeri* (a) machos, (b) hembras.

A pesar de la similitud de las permanencias, algunos machos se ausentaron hasta siete meses entre recapturas, lo cual podría indicar que salen de sus AA en busca de hembras o de nuevos sitios. En contraste, las hembras se ausentan por lo general de uno a dos meses, lo cual indica que tienden a ser territoriales, esto probablemente por el cuidado de las crías. En Panamá un estudio reportó la ausencia de un macho de *H. desmarestianus* durante 10 meses, recapturándolo nuevamente a 75 m de distancia de su ubicación original (Fleming, 1970). En la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco, las hembras de *Liomys pictus* presentaron una mayor permanencias que los machos (Briones, 1991); algo similar se observó en *Heteromys desmarestianus* en Los Tuxtlas, Veracruz (Sánchez-Cordero, 1993). Estos resultados difieren con lo observado para *H. gaumeri* en este estudio. Para *L. pictus* Romero (1993), obtuvo en Chamela resultados similares a los del presente estudio.

Teóricamente, se señala que el tamaño del AA de los machos está relacionada con la disponibilidad de las hembras y éstas a su vez, con la disponibilidad de alimento (Bond y Wolff, 1999; Ostfeld, 1986). La similitud entre las AA de *H. gaumeri* para ambos sexos probablemente se deba a la disponibilidad de alimento, de pareja y de refugios, por lo que los individuos no realizan mayores desplazamientos. Este patrón es semejante al de *L. pictus* en Chamela (Sánchez-Rojas *et al.*, 1994). En Monteverde, Costa Rica, las hembras y machos de *H. desmarestianus* presentaron el mismo patrón (Sánchez-Cordero y Fleming, 1993). En contraste, los machos de *H. desmarestianus* y *L. salvini*, en la selva alta de Veracruz y en la selva baja caducifolia de Costa Rica presentaron mayor AA que las hembras (Fleming, 1974a; Quintero y Sánchez-Cordero, 1993). La similitud en el tamaño de las AA para ambos sexos de *H. gaumeri* (35 - 74 g), y *L. pictus* (20 - 60 g) probablemente se deba a que estas especies presentan pesos y tallas semejantes comparados con *H. desmarestianus* (46 - 87 g; Reid, 1997).

Las AA observadas entre individuos reproductivos y no reproductivos de ambos sexos de *H. gaumeri* difieren de otras especies de zonas templadas donde los machos reproductivos presentan mayor AA que los no reproductivos, y las hembras reproductivas menores AA que las no reproductivas, este comportamiento está relacionado a la disponibilidad de parejas entre los machos y a disponibilidad de alimento entre las hembras (Canela y Sánchez-Cordero, 1984; Rible y Stanley, 1998). El hecho de que las AA de las hembras de *H. gaumeri* sean similares probablemente se deba a la alta disponibilidad de alimento, ya que se ha observado que esta especie usa por lo menos 48 especies de semillas diferentes (Euán *et al.*, 2000), de los cuales 12 especies tienen producción de 3 a 12 meses del año, por lo que probablemente no tenga dificultad para obtener alimento. Por lo tanto las hembras reproductivas con alta demanda energética (Jonsson *et al.*, 2000; Kitchen *et al.*, 2000) pueden satisfacer sus requerimientos en esta etapa. Las AA de las hembras reproductivas y no reproductivas de *H. gaumeri* difieren de las observadas en *H. desmarestianus* en Los Tuxtlas, donde

éstas fueron pequeñas y con alta disponibilidad de alimento (microhábitats) presentando comportamiento territorial (Quintero y Sánchez-Cordero, 1989). En contraste, las hembras reproductivas de *H. gaumeri* en este estudio no fueron territoriales o en su caso “selectivamente territoriales”; sin embargo en otro estudio realizado en la misma selva en cuadrantes de 2.5 ha se observó que las hembras son territoriales (Hernández-Betancourt *et. al.*, 2003).

En mamíferos, los individuos de mayor peso presentan mayores AA debido al requerimiento energético que se necesita al tener un peso corporal elevado (Geffen *et al.*, 1992). Sin embargo, el peso de los individuos de ambos sexos de *H. gaumeri* no afectó el AA, esto probablemente debido a que intra e intersexualmente el peso no presenta grandes variaciones y aparentemente en el sitio hay suficientes recursos. *H. desmarestianus* en Los Tuxtlas tampoco presentó esta correlación, sin embargo, se observó que los machos más pesados tendieron a presentar AA mayores que los machos menos pesados (Quintero y Sánchez-Cordero, 1989).

Las DMR en general fueron pequeñas y similares para machos y hembras independientemente de la condición reproductiva, esto probablemente se deba a una adaptación para evitar la pérdida de agua (French, 1993), ya que al haber poco desplazamiento probablemente se pierde menos agua, sin embargo, esto debe comprobarse. Los factores época y sexo no afectaron la DMR para ambos sexos probablemente debido a que en el área de estudio, no se presenta una estacionalidad marcada como sucede en la selva baja caducifolia. Además, durante todo el año se presentaron individuos reproductivos de ambos sexos aunque durante la última parte del período de lluvias y principio de secas (de octubre a diciembre) se presentaron las mayores densidades de reproductores (Hernández-Betancourt y Sosa-Escalante, 1998). Los datos observados en *H. gaumeri* difieren a lo encontrado en *H. desmarestianus* en Los Tuxtlas, donde los machos presentaron mayores desplazamientos en la época de lluvias, mientras que las hembras se desplazaron más en la época de secas (Quintero y Sánchez-Cordero, 1989; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993).

El elevado grado de sobreposición de las AA fue similar entre sexos, independientemente de la condición reproductiva; probablemente esto se deba a que los requerimientos básicos, como son alimento, disponibilidad de parejas y refugio fueron suficientes, en el hábitat. En cuanto a organización social se ha sugerido para los heterómidos que el comportamiento agonístico está en función al ambiente en que habitan (Eisenberg, 1963). En la SMSC de Yucatán, no existe una marcada estacionalidad, y se presentan algunas lluvias aun en los períodos secos, lo cual mantiene la productividad, en contraste en la selva baja caducifolia, las fluctuaciones estacionales, ocasionan que la productividad no sea continua por lo que el comportamiento agonístico como el de *Liomys* (Eisenberg, 1963), sea mayor que el de *H. gaumeri* en la SMSC, esto se refleja en el alto porcentaje de sobreposición encontrado.

Por otra parte, siempre estuvieron presentes individuos de todas las edades, incluso de otras especies de roedores como *Ototylomys phyllotis* y *Peromyscus yucatanicus* en las mismas ubicaciones de trapeo. La extensa sobreposición del AA de *H. gaumeri* es similar a la de *H. desmarestianus* en Costa Rica pero difiere a lo observado en Los Tuxtlas (Fleming, 1974b; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993). En la misma selva pero en cuadrantes mayores, se observó una sobreposición muy baja de *H. gaumeri*, para ambos sexos (Hernández-Betancourt *et al.*, 2003), por lo tanto el tamaño de los cuadrantes influye en la determinación de las AA.

Por todas las observaciones realizadas durante el estudio, se infiere que la disposición espacial de las hembras es uniforme, por lo que probablemente el sistema de pareja sea promiscuo y la especie polígama, tal como lo describe Fleming (1974a) para *H. desmarestianus* en Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a V. Parra Tabla y S. Guillén Hernández del Departamento de Ecología y a J. Chablé Santos del Departamento de Zoología por sus comentarios que enriquecieron el manuscrito. Este trabajo fue financiado por el sistema de becas PROMEP y por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Por el apoyo logístico en el Rancho Hobonil, Tzucacab a J. Erales, Sra. Rosita y Sr. Catín.

LITERATURA CITADA

- Anderson, J. 1982. The home range: A new nonparametric estimation technique. *Ecology*, 3: 103-112.
- Bond, M. L. y J. O. Wolff. 1999. Does acces to female or competition among males limit male home-range size in a promiscuous rodent? *Journal of Mammalogy*, 80:1243-1250.
- Briones, M. A. 1991. *Patrón demográfico y reproductivo de Liomys pictus (Rodentia: Heteromyidae) en un bosque tropical caducifolio*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias-UNAM. México, D. F.
- Canela, M. y V. Sánchez-Cordero. 1984. Patrón del área de actividad de *Neotomodon alstoni alstoni* (Rodentia: Cricetinae). *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, (2): 285-306.
- Castillo, L. 2002. *Remoción y postdispersión de frutos y semillas por mamíferos terrestres en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Castillo, L. y S. F. Hernández-Betancourt. 1997. Contribución al conocimiento de las semillas removidas por el ratón de abazones *Heteromys gaumeri* en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, México. en: *Memorias del XV Simposio sobre fauna silvestre*. Universidad Nacional Autónoma de México. FMVZ. México.

- Chambers, L., G. R. Singleton, y C. J. Krebs. 2000. Movements and social organization of wild house mice (*Mus domesticus*) in the wheatlands of northwestern Victoria, Australia. *Journal of Mammalogy*, 81:59-69.
- DeBlase, F. A. y R. E. Martin. 1974. *A manual of mammalogy*. WM. C. Brown Company Publisher.
- Duch, G. L. 1988. *La conformación territorial del Estado de Yucatán. Los componentes del medio físico*. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Eisenberg, J. F. 1963. The behaviour of heteromyid rodents. *University of California, Publications in Zoology*, 69:1-100.
- Euán, C. M., S. F. Hernández-Betancourt, y R. Barrientos. 2000. Uso de semillas por el ratón de abazones *Heteromys gaumeri* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán, México. *Resúmenes del Quinto Congreso Nacional de Mastozoología*. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.
- Fleming, T. H. 1970. Notes on the rodent faunas of two Panamian forest. *Journal of Mammalogy*, 51:473-490.
- Fleming, T. H. 1974a. Social organization in two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 55:543-561.
- Fleming, T. H. 1974b. The population ecology of two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Ecology*, 55(3): 493-510.
- Flores, J. S. y I. Espejel. 1994. *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- French, A. R. 1993. Physiological ecology of the Heteromyidae: Economics of energy and water utilization. Pp. 509-538, en: *Biology of the Heteromyidae* (H. H. Genoways, y J. H. Brown, eds.). Special Publication, 10, American Society of Mammalogists, Lawrence, Kansas.
- Geffen, E., R. Hefner, D. W. Macdonald, y M. Ucko. 1992. Habitat selection and home range in the blandford's fox, *Vulpes cana*: compatibility with the resource dispersion hypothesis. *Oecologia*, 91: 75-81.
- Hernández-Betancourt, S. F. y J. Sosa-Escalante. 1998. Ecología poblacional de *Heteromys gaumeri* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán, México. *Resúmenes del Cuarto Congreso Nacional de Mastozoología*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Xalapa, Veracruz.
- Hernández-Betancourt, S. F., R. López-Wilchis, J. A. Cimé y S. Medina. en prensa. Movimientos y organización social de *Heteromys gaumeri* Allen y Chapman, 1897 (Rodentia: Heteromyidae) en la selva mediana subcaducifolia de Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*. No 90.
- INEGI. 1988. *Carta de vegetación y uso de suelo. Escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F.
- INEGI. 1989. *Carta climática. Escala 1:1,000,000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F.



- Jones, J. K., H. H. Genoways, y T. E. Lawlor. 1974. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, México. II. Rodentia. *Occasional Papers of The Museum, Texas Tech University*, 2: 1-23.
- Jonsson, P., E. Koskela, y T. Mappes. 2000. Does risk of predators affect the spacing behaviour of rodents?. Two large-scale experiments. *Oecologia*, 122: 487-492.
- Kitchen, A. M., E. M. Gese, y E. R. Schauster. 2000. Long-term spatial stability of coyote (*Canis latrans*) home ranges in southeastern Colorado. *Canadian Journal of Zoology*, 78: 458-464.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología. Estudio de distribución y la abundancia*. 2ª Edición, Editorial Harla, México, D. F.
- Mendenhall, W., D. D. Wackerly, y R. L. Scheaffer. 1994. *Estadística matemática con aplicaciones*. 2ª Edición. Editorial Iberoamérica, México, D. F.
- Montgomery, D. C. 1991. *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Iberoamérica, México, D. F.
- Moorcroft, P. R., M. A. Lewis, y R. L. Crabtree. 1999. Home range analysis using a mechanistic home range model. *Ecology*, 80:1656-1665.
- Navarro-Collí, V. M. 2001. *Estudio florístico de la vegetación de la Sierrita de Ticul en el Rancho Hobonil, Municipio: Tzucacab, Yucatán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.
- Ostfeld, R. S. 1986. Territoriality and mating system of californian voles. *Journal of Animal Ecology*, 55:691-706.
- Quintero, G. y V. Sánchez-Cordero. 1989. Estudio del área de actividad de *Heteromys desmarestianus* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva alta perennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 60(2): 223-240.
- Reid, A. F. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico*. Oxford University Press. New York.
- Rible, D. O. y S. Stanley. 1998. Home range and social organization of syntopic *Peromyscus boylii* and *P. truei*. *Journal of Mammalogy*, 79:932-941.
- Romero, M. 1993. *Biología de Liomys pictus*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Rzedowski, J. 1987. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D. F.
- Sánchez-Cordero, V. 1993. Estudio poblacional de la rata espinosa *Heteromys desmarestianus* en una selva húmeda en Veracruz, México. Pp. 301-316, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. Medellín, y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, 1.
- Sánchez-Cordero, V. y T. H. Fleming. 1993. Ecology of tropical Heteromyidae. Pp. 596-617, en: *Biology of the Heteromyidae* (H. H. Genoways, y J. H. Brown, eds.). Special Publication, 10, American Society of Mammalogists, Lawrence, Kansas.
- Sánchez-Cordero, V. y R. Martínez-Gallardo. 1998. Postdispersal fruit and seed removal by forest-dwelling rodents in a lowland rainforest in Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 14:139-151.





- Sánchez-Rojas, G., M. Briones, y V. Sánchez-Cordero. 1994. Área de actividad del ratón de abazones (*Liomys pictus*) en un bosque tropical caducifolio. *Resúmenes del Segundo Congreso Nacional de Mastozoología*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- Schmidt, C. A., M. D. Engstrom, y H. H. Genoways. 1989. *Heteromys gaumeri*. *Mammalian Species*, 345: 1-4.
- Williams, D. F., H. H. Genoways, y J. K. Braun. 1993. Taxonomy. Pp. 38-196, en: *Biology of the Heteromyidae* (H. H. Genoways, y J. H. Brown, eds.). Special Publication, 10, American Society of Mammalogists, Lawrence, Kansas.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ª Edición. Editorial Prentice-Hall. New Jersey, USA.

