

Relación espacial entre nopales y madrigueras de rata magueyera *Neotoma leucodon* en Mapimí, México

Sergio De Haro-Guijarro^{1*} & P. Guadalupe Martínez-Gutiérrez²

1. Agrupación de Voluntariado Ambiental de Santa Fe-AUCA, C/ Rosa de Luxemburgo 30, 18320 Santa Fe, Granada, España.
2. Departamento de Biología de la Conservación, Estación Biológica de Doñana (CSIC), Avda Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla, España.

* Autor para la correspondencia: hylabombina@yahoo.es

Resumen

Para la rata magueyera (*Neotoma leucodon* Merriam, 1894), una distancia corta entre la madriguera y la fuente de alimento (nopales del género *Opuntia*), y amplia con sus competidores (madrigueras vecinas), permitiría invertir menos tiempo en alimentarse óptimamente y más dedicación a mejorar su adecuación. Esta relación de distancias entre madrigueras de rata magueyera y nopales podría influir en la selección de sitios de construcción u ocupación de una madriguera, pero dependería de la densidad de nopales. En este estudio se describe y cuantifica por primera vez la relación de distancias entre nopales y madrigueras de rata magueyera en Mapimí, México. Se compararon las distancias madriguera-nopal y madriguera-madriguera en dos zonas con distinta densidad de nopales (Nopalera-densidad alta, Playa-densidad baja). Encontramos que ambas distancias no estuvieron correlacionadas, fueron menores en Nopalera, y las distancias a nopal fueron menores que a madrigueras vecinas en las dos zonas. Confirmamos que: a) hay una relación de distancias entre madrigueras de rata magueyera y nopales afectada por la densidad de nopal, b) ambas distancias madriguera-nopal y madriguera-madriguera son independientes entre sí, y c) probablemente, la distancia madriguera-nopal es más importante que la de madriguera-madriguera como variable de selección de sitios para construir una madriguera nueva u ocupar una antigua. Las ratas magueyeras de Nopalera podrían invertir más tiempo en actividades de mejoran de adecuación comparado con las de Playa, pero esto debe ser confirmado en campo. Finalmente, se discuten otros aspectos de la ecología de la rata magueyera en Mapimí.

Palabras clave: desierto chihuahuense, distancia madriguera-madriguera, distancia madriguera-nopal, forrajeo óptimo, Muridae, Nopalera, Playa.

Abstract

For White-toothed Woodrat (*Neotoma leucodon* Merriam, 1894), a short distance between burrows and food source (prickly pear cacti *Opuntia* spp.), and long between competitors (neighbour burrows), would allow spend less time to feed by decreasing of linked costs of the predation and intraspecific competition, and more time to improve fitness. That distance relation might affect site selection to build or inhabiting a burrow, but it would rely on prickly pear cacti density. In this study, we describe and quantify, for the first time, the distance relations between Prickly-pears and White-toothed Woodrat burrows in Mapimí, Mexico. We compared burrow-prickly pear cactus and burrow-burrow distances in two places with different prickly pear cacti density (Nopalera-higher density, Playa-lower density). We found no correlation between these two distances, they were shorter in Nopalera, and burrow-prickly pear cactus distances were shorter than burrow-burrow distances in both sites. We confirm that: a) there is a relation of distances between White-toothed Woodrat burrows and prickly –pear cacti affected by prickly pear cacti density, b) both burrow-prickly pear cactus and burrow-burrow distances are independent between themselves, and c) probably, burrow-prickly pear cactus distance is a more important selection place variable than burrow-burrow to build a new burrow or inhabiting an old one. White-toothed Woodrats of Nopalera could spend more time to improve fitness than these one of Playa, but it should be confirmed by field work. In addition, we discuss other points of the White-toothed Woodrats ecology in Mapimí.

Keywords: burrow-burrow distance, burrow-prickly pear cactus distance, Chihuahuan desert, Muridae, Nopalera, Playa, optimal foraging.

Introducción

La rata magueyera *Neotoma leucodon* (Merriam, 1894) es una rata grande, de color marrón grisácea, de cola desnuda y bicolor, patas blancas y orejas y ojos grandes. Los pelos de la garganta, en su base, son de color blanco, al igual que *N. albigula* de la que se diferencia por características genéticas y distribución alopátrica. La rata magueyera es una especie nocturna, solitaria y muy agresiva que llega incluso a provocar la muerte de sus congéneres para defender su territorio, especialmente cerca de la madriguera (Vorhies & Taylor 1940, Macêdo & Mares 1988, Márquez-Olivas 2002). Las hembras se muestran agresivas incluso durante el celo y sólo aceptan al macho con el que van a copular (Márquez-Olivas 2002). La reproducción se concentra en los periodos de primavera y verano-otoño (Rangel & Mellink 1993, Ceballos & Mellink 2005), aunque puede ocurrir a lo largo de todo el año (Márquez-Olivas 2002). Se ha descrito una proporción de sexos para esta especie de 1:1 (Vorhies & Taylor 1940).

Las ratas magueyeras son territoriales, aunque ratas vecinas pueden solapar ampliamente sus territorios (Macêdo & Mares 1988). Esta rata utiliza grietas en rocas o excava madrigueras subterráneas, cubriendo su entrada con restos de vegetación y otros elementos disponibles en el área (piedras, ramas, heces de otros animales, etc) formando montículos. También ocupa madrigueras vacías de otras ratas magueyeras en las que sigue acumulando material nuevo. Así mismo, suele ubicar su madriguera debajo de un arbusto que le sirve de protección y, en algunos casos (e.g. *Opuntia*), también como fuente de alimento (Vorhies & Taylor 1940). En cada madriguera se establece un solo individuo, salvo en el caso de hembras con crías lactantes (Vorhies & Taylor 1940).

La rata magueyera es el único representante del género *Neotoma* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM), y su distribución mundial comprende el área al sur del río Bravo y al este del río Conchos, desde el sureste de Estados Unidos y norte de México hasta el altiplano mexicano en Aguas Calientes (Ceballos & Mellink 2005). Es una presa importante en la dieta de muchos depredadores, incluido humanos (Vorhies & Taylor 1940, Rangel & Mellink 1993). Se encuentra asociada estrechamente a los nopales (*Opuntia* spp.), de los que obtiene agua y alimento (Olsen 1976, Rangel & Mellink 1993, Ceballos & Mellink 2005).

El tiempo de forrajeo óptimo de la rata magueyera se define como el tiempo invertido en alimentarse hasta obtener la energía requerida por su organismo. Esta inversión de tiempo lleva asociada una diversidad de costes (Abrams 1982, Sih 1984) que incluyen la exposición a los depredadores y la pérdida de la oportunidad de desempeñar otras actividades alternativas para mejorar la adecuación del individuo. Si el tiempo invertido en el forrajeo es grande, los costes aumentan. Por esta causa, la rata nopalera se vería beneficiada si el tiempo invertido en el forrajeo óptimo es el menor posible, es decir, si “minimiza el tiempo de forrajeo óptimo” (Schoener 1971). El tiempo dedicado al forrajeo puede variar debido a cambios en la abundancia del recurso y a la competencia intra-específica, como se ha indicado para otras especies de roedores de ambientes áridos (Mitchell *et al.* 1990). Estos autores probaron experimentalmente que la competencia intra-específica de las especies *Gerbillus allenbyi* y *G. pyramidum* supusieron un coste importante en el esfuerzo invertido en alimentarse.

En relación con lo anterior, al construir una madriguera o al ocupar una antigua, la rata magueyera podría estar seleccionando sitios cercanos a un nopal, para reducir la exposición a los depredadores y alejados, en la medida de lo posible, de otra madriguera activa, para minimizar las interacciones antagónicas intra-específicas, como ocurre con otros roedores de desierto (e.g., Mitchell *et al.* 1990). En consecuencia, podría incrementar el tiempo dedicado a las actividades que afectan positivamente a su adecuación (e.g., forrajear, acarrear alimento a la madriguera, escapar de depredadores, cuidar de la prole o actividades reproductivas). Pero las distancias madriguera-nopal y madriguera-madriguera podrían verse afectadas por la disponibilidad de nopales.

El objetivo de este trabajo ha sido describir y cuantificar por primera vez la relación de distancias entre madrigueras activas de rata magueyera y nopales en la RBM, considerando que: a) una menor distancia de la madriguera al nopal minimizaría el tiempo de desplazamiento al alimento y b) una mayor distancia entre madrigueras minimizaría el costo de la competencia intra-específica, siendo así que en ambos casos se minimizaría el tiempo de forrajeo óptimo y aumentaría la adecuación. Bajo estas consideraciones, se esperaría encontrar la siguiente relación de distancias: 1) menor distancia entre madrigueras y nopales que entre madrigueras vecinas, independientemente de la disponibilidad

de nopales; 2) mayor número de madrigueras construidas bajo nopal en áreas con mayor disponibilidad de nopales; y 3) menores distancias madriguera-nopal y madriguera-madriguera con mayor disponibilidad de nopales. También se esperaba que las distancias madriguera-nopal y madriguera-madriguera fuesen independientes si la rata magueyera seleccionase sitios en función del alimento y de la presencia de otras ratas.

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo durante marzo de 2004 en las cercanías del Laboratorio del Desierto (26°43'-26°37' N y 103°44'-133°47' O), dentro de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM) (1.000-1.480 msnm, temperatura media anual de 20°C, 271 mm precipitación media anual), en el altiplano mexicano de Durango. El estudio se realizó en dos diferentes hábitats caracterizados por Montaña & Breimer (1988) y con diferentes densidades de nopal: a) la Nopalera, compuesta principalmente por nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) en altas densidades (ca. 4.100 nopales/ha, Mandujano *et al.* 2001) y gobernadora (*Larrea tridentata*); y b) la Playa, con vegetación dominante de pastizales de sabaneta (*Pleraphis mutica*) en la que aparecen puntualmente algunos mezquites (*Prosopis glandulosa*), gobernadoras y nopales (*O. rastrera*,

O. violacea y *O. microdasys*) en bajas densidades (ca. 170 nopales/ha, Mandujano *et al.* 2001). Para localizar madrigueras independientes se utilizó una brújula y se siguió el protocolo que se muestra en la Fig- 1. Debido a la disposición irregular del hábitat, se realizó un recorrido en zig-zag para minimizar el esfuerzo de búsqueda de madrigueras y sólo se buscó activamente madrigueras en los transectos norte-sur y sur-norte, para evitar medir dos veces el mismo par de madrigueras vecinas o una de ellas con dos vecinos distintos. De este modo, se intentó minimizar en lo posible los efectos que podrían derivarse del parentesco entre vecinos. A 40 madrigueras en Nopalera y 40 en Playa se les midieron, con cinta métrica de 100 m, dos variables: 1) la distancia mínima entre el centro de la madriguera y la base del tronco del nopal más cercano hasta que lo toca la cinta métrica (DN), y 2) la distancia mínima al centro de la madriguera más cercana (DM). Únicamente se tuvieron en cuenta aquellas madrigueras con claros signos de ocupación por rata magueyera (excrementos frescos y observación directa de individuos) para evitar considerar madrigueras que podrían responder a antiguas distribuciones de los recursos. Los transectos y las medidas DN y DM fueron ejecutados por la misma persona para minimizar errores. Mediante STATISTICA 7.1, se calcularon los estadísticos descriptivos de DN y DM para

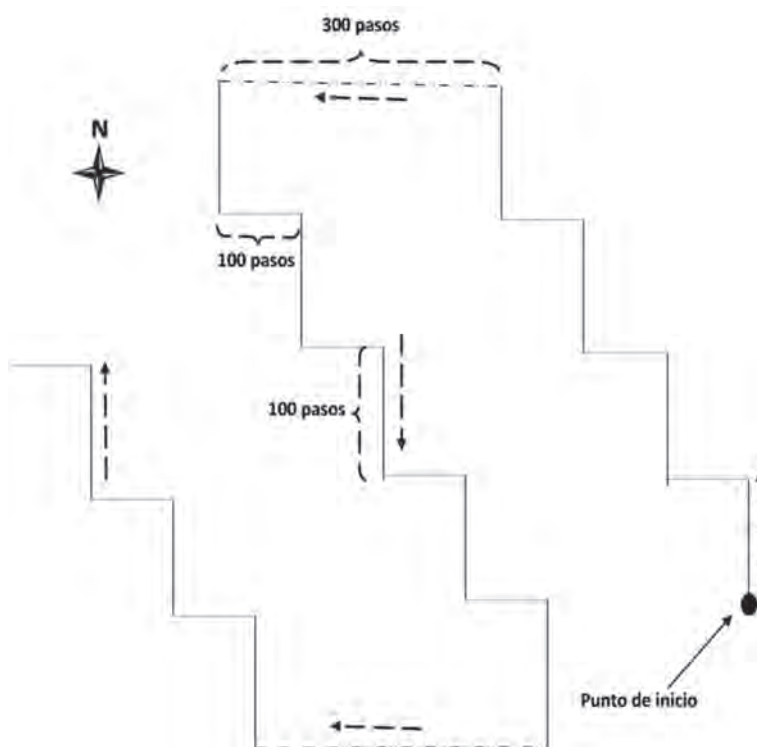


Figura 1. Protocolo de búsqueda de madrigueras independientes. Las líneas continuas en zig-zag (100 pasos por cada lado) indican el recorrido efectuado, norte-oeste o sur-este, buscando activamente madrigueras de rata magueyera desde un punto de inicio establecido al azar (círculo relleno) hasta encontrar una madriguera activa. Las líneas discontinuas hacen referencia a la distancia recorrida (300 pasos dirección oeste) después de medir las distancias DN y DM, desde la madriguera activa y durante la que se ignoró cualquier otra hasta un nuevo punto de inicio. Las flechas discontinuas indican el sentido del recorrido. Cada paso correspondió a una distancia de 85 cm medida con cinta métrica.

Nopalera, Playa y la RBM como suma de los dos hábitats. Con el mismo programa estadístico se llevó a cabo un índice de correlación de Pearson para comprobar si existe relación lineal entre las variables DN y DM, se aplicó una prueba *t*-Student para comparar cada variable entre ambas zonas de estudio y se analizó mediante ANCOVA la variación de DN utilizando el tipo de hábitat como factor y DM como covariable. Para la prueba de ANCOVA se llevó a cabo una transformación logarítmica del tipo log + 1 de las variables DN y DM. Se utilizó $\alpha = 0,05$ en todas las pruebas.

= 80, $r = 0,17$, $P = 0,12$). Las DN fueron menores que las DM en ambas zonas (Nopalera: $n = 40$, $t = -10,85$, g.l. = 39, $P < 0,001$; Playa: $n = 40$, $t = -8,37$, g.l. = 39, $P < 0,001$) y en el total del área estudiada de la RBM ($n = 80$, $t = -13,01$, g.l. = 79, $P < 0,001$). El porcentaje de madrigueras bajo nopal fue de 72,50 % en Nopalera ($n = 29$), de 42,50 % en Playa ($n = 17$) y de 57,50 % ($n = 46$, Fig. 2) para el total del área estudiada dentro de la RBM. Los resultados del análisis de covarianza confirmaron la independencia de las variables DN y DM ($n = 80$, $F_{1,77} = 0,05$, $P = 0,82$).

Resultados

Los valores de la media y la mediana de DN y DM fueron significativamente menores en la Nopalera al compararlos con la Playa (DN: $t = -5,15$, g.l. = 39, $P < 0,001$; DM: $t = -3,15$, g.l. = 39, $P = 0,002$; Tabla 1), y no hubo correlación entre ambas variables por zonas (Nopalera: $n = 40$, $r = -0,19$, $P = 0,24$; Playa: $n = 40$, $r = 0,07$, $P = 0,65$) ni en el total del área estudiada de la RBM (n

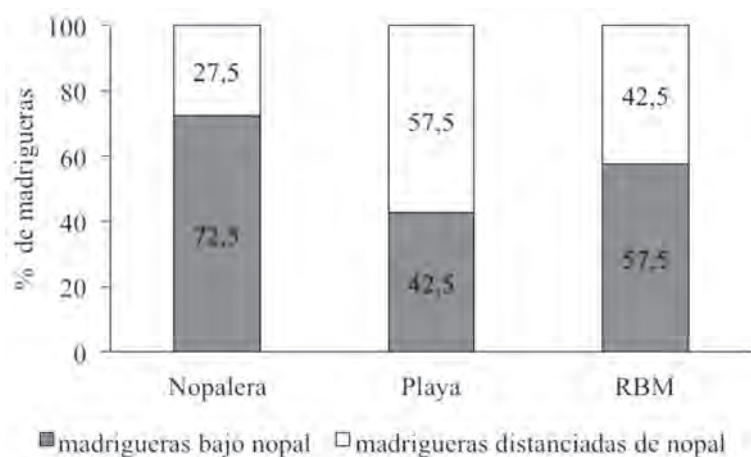
Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la asociación de la rata magueyera con nopales en la Reserva de la Biosfera de Mapimí RBM, como sucede en otras localidades áridas del Altiplano Mexicano (Rangel & Mellink 1993, Ceballos & Mellink 2005). Así mismo, se encontró una relación de distancias entre madrigueras y nopales en la que la rata magueyera estableció su

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las distancias DN (madriguera-nopal) y DM (madriguera-madriguera) en Nopalera, Playa y en el conjunto del área estudiada de la RBM. No.MenN: número de madrigueras construidas bajo nopal (distancia 0 m).

		n	Media \pm SD	Mediana	Mínimo (m)	Máximo (m)	No.MenN
Nopalera	DN	40	0,57 \pm 1,16	0	0	4,18	29
	DM	40	21,10 \pm 11,69	20,35	4,30	52,18	-
Playa	DN	40	6,20 \pm 7,56	4,75	0	30,60	17
	DM	40	29,89 \pm 16,78	26,65	3,80	65,30	-
RBM	DN	80	3,39 \pm 6,08	0	0	30,60	46
	DM	80	25,50 \pm 15,04	22,69	3,80	65,30	-

Figura 2. Porcentaje de madrigueras de rata magueyera (*Neotoma leucodon*) localizadas debajo de nopal (*Opuntia* spp.) en la Nopalera (sitio de alta densidad de nopales, $n = 40$), la Playa (sitio de baja densidad de nopales, $n = 40$) y la RBM (calculada como el conjunto de ambos sitios de muestreo, $n = 80$). Se muestran los valores porcentuales dentro de las secciones de cada barra.



madriguera significativamente más cerca de un nopal que de otra madriguera vecina, independientemente de la densidad de nopales. En la Nopalera, casi tres cuartas partes de las madrigueras analizadas se encontraron bajo nopal debido a su mayor disponibilidad comparado con la Playa, aunque en éste último hábitat, más del 40 % de las madrigueras se situaron bajo nopal. En ambos hábitats, tanto los nopales con madriguera debajo, como los cercanos a una madriguera, presentaron rastros de mordeduras de rata, heces recientes y, en algunos casos, se observaron individuos alimentándose (obs. pers.), lo que indica que las ratas accedieron a esta fuente de alimento durante el estudio.

En este trabajo no se midió la densidad de madrigueras de rata magueyera en cada hábitat, pero numerosos estudios desarrollados dentro de la RBM, en los mismos sitios, documentan que la rata magueyera es más abundante en Nopalera que en Playa (Serrano 1987, Mandujano *et al.* 1998, Hernández *et al.* 2011, Rizo-Aguilar com. pers.). Además, se han asociado mayores densidades de madrigueras con la densidad de nopales en otras zonas de México (Rangel & Mellink 1993). A partir de los estudios citados anteriormente y de nuestros resultados (menores DM), se podría suponer que hay mayor densidad de madrigueras de rata magueyera en Nopalera, pero se sugiere corroborarlo con trabajo de campo.

La mayor abundancia de nopales en Nopalera permitiría a cada individuo monopolizar un nopal con mayor frecuencia que en Playa. De este modo, podrían estar defendiendo territorios más pequeños y/o tener mayor tolerancia a las ratas vecinas, lo que explicaría las menores DM y el mayor número de madrigueras bajo nopal encontradas en Nopalera respecto de Playa. Vorhies & Taylor (1940) sugieren que la distancia entre madrigueras es posiblemente indicativa del límite máximo de extensión de un territorio, asumiendo que cada madriguera es habitada por un individuo. Al contrario, los territorios de las ratas en Playa serían mayores para contener nopales, traduciéndose en mayores DM. La tolerancia entre ratas vecinas sería, probablemente, menor por la escasez del recurso, como pasa con otras especies de roedores (Myllymäki 1977, Ostfeld 1985). Así mismo, sería más difícil seleccionar sitios cercanos a nopal sin el riesgo de compartir la misma planta con otras ratas. Por ello, mayores DN y DM serían consecuencia de la escasez de nopal en Playa.

Por otro lado, las DM medidas en este estudio podrían estar afectadas por un posible parentesco

entre ratas vecinas y porque se muestreó durante la época de reproducción. Sin embargo, estas variables no afectarían a las diferencias entre hábitats, suponiendo que estos efectos sobre DM ocurran al mismo tiempo en todo el área de distribución de la rata, dentro de la RBM. Además, las hembras son agresivas durante el celo, lo que podría limitar (aunque no descartar) el efecto asociado a la época de reproducción. También, la poligamia facilitaría DM pequeñas, debido a que unos individuos solaparían sus territorios con el de varios vecinos tolerando la presencia de otras ratas de distinto sexo. En este sentido, falta información sobre el comportamiento de emparejamiento de la rata magueyera. A pesar de que se diseñó el método para minimizar posibles sesgos por parentesco entre vecinos, éste no pudo ser totalmente controlado. Por estas razones, no descartamos que la época de muestreo y el parentesco contribuyan a explicar la variabilidad de DM encontrada en ambos hábitats. En este sentido, urge realizar estudios de comportamiento reproductor y de genética de ratas magueyeras vecinas para conocer mejor cómo influyen la reproducción y el parentesco en la distribución espacial de las madrigueras, en la RBM.

Así mismo, las menores DN y la mayor densidad de nopales en Nopalera estarían permitiendo a las ratas magueyeras disminuir el tiempo óptimo de forrajeo si lo comparamos con Playa, al invertir menos tiempo en acceder a la fuente de alimento (el nopal) y alimentarse. En consecuencia, las ratas de Nopalera se estarían exponiendo menos a los depredadores y tendrían menos probabilidad de encuentros directos con otras ratas (o tolerarían más su presencia) que las de Playa. Considerando los aspectos discutidos anteriormente, se esperaría que en la Nopalera la rata magueyera dedicara más tiempo a otras actividades de mejora de su adecuación, reflejándose en un mayor éxito reproductivo y/o en una mejor condición física frente a las ratas de la Playa. En esta línea, Rangel & Mellink (1993) encontraron ratas magueyeras más pesadas en zonas con mayor abundancia de nopal y alta densidad de ratas magueyeras en el altiplano Potosino-Zacatecano, en México. Por ello se sugiere que futuras investigaciones estudien la adecuación de la rata magueyera en estos hábitats, teniendo en cuenta la presión de la depredación y la competencia intra-específica dentro de la RBM.

Finalmente, aunque las DN resultaron menores que DM en ambos hábitats analizados

por separado y en conjunto, ambas distancias fueron independientes. Por todo ello concluimos que: a) la DN es la variable de mayor peso sobre el comportamiento de selección de sitios de construcción de madrigueras nuevas (o de ocupación de antiguas), b) DN y DM son menores cuando la densidad de nopales es mayor, y c) DM no depende de los valores de DN, para las ratas magueyeras de la RBM.

Agradecimientos

Los autores muestran su agradecimiento a los doctores M.G. Hidalgo-Mihart, L. Cantú-Salazar, S. Gallina, A. González-Romero, V.J. Sosa, M. Ordano y V. Arroyo por la ayuda prestada, y a todos ellos y a tres revisores anónimos los comentarios realizados al trabajo. Al Instituto de Ecología, A.C. por las facilidades prestadas en el Laboratorio del Desierto de Mapimí. Este trabajo se llevó a cabo como actividad del curso “Técnicas para el Estudio de la Fauna Silvestre”, de la Maestría en Ciencias “Manejo de Fauna Silvestre”, financiado mediante la beca UAC-III-615719 de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México.

Referencias

- Abrams P.A. 1982. Functional responses of optimal foragers. *The American Naturalist*, 120: 382-390.
- Ceballos G. & Mellink E. 2005. *Neotoma leucodon* Merriam, 1984. Pp 690-691. En: G. Ceballos & G. Oliva (eds). *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO, Fondo de Cultura Económica, México D. F., México.
- Hernández L., Landré J.W., González-Romero A., López-Portillo J. & Grajales K.M. 2011. Tale of two metrics: density and biomass in a desert rodent community. *Journal of Mammalogy*, 92: 840-851. DOI: 10.1644/10-MAMM-A-175.1
- Macêdo R.H. & Mares M.A. 1988. *Neotoma albigula*. *Mammalian Species*, 310: 1-7.
- Mandujano M.C., Montaña C., Franco M., Golubov J. & Flores-Martínez A. 2001. Integration of demographic annual variability in a clonal desert cactus. *Ecology*, 82: 344-359.
- Mandujano M.C., Montaña C., Méndez I. & Golubov J. 1998. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan Desert. *Journal of Ecology*, 86: 911-921.
- Márquez-Olivas M. 2002. Características reproductivas de la rata magueyera (*Neotoma albigula*) en cautiverio. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 86: 139-144.
- Mitchell W.A., Abramsky Z., Kotler B.P., Pinshow B. & Brown J.S. 1990. The effect of competition on foraging activity in desert rodents: theory and experiments. *Ecology*, 71: 844-854.
- Montaña C. & Breimer R. F. 1988. Major Vegetation and Environment Units. Pp 99-114. En: C. Montaña (ed). *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí*. Instituto de Ecología, A. C., México D. F., México.
- Myllymäki A. 1977. Intraspecific competition and home range dynamics in the field vole *Microtus agrestis*. *Oikos*, 29: 553-569.
- Olsen R.W. 1976. Water: a limiting factor for a population of woodrats. *The Southwestern Naturalist*, 21:391-398.
- Ostfeld R.S. 1985. Limiting resources and territoriality in microtine rodents. *The American Naturalist*, 126: 1-15.
- Rangel M.G. & Mellink E. 1993. Historia natural de la rata magueyera (*Neotoma albigula*) in el altiplano mexicano. Pp 173-183. En: R. Medellín & G. Ceballos (eds). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Volumen 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., Ciudad de México, México.
- Serrano V. 1987. Las comunidades de roedores desertícolas del Bolsón de Mapimí, Durango. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 20: 1-22.
- Schoener T.W. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 2: 369-404.
- Sih A. 1984. Optimal behaviour and density-dependent predation. *The American Naturalist*, 123: 314-326.
- Vorhies C.T. & Taylor W.P. 1940. *Life history and ecology of the White-throated wood rat, Neotoma albigula Hartley, in relation to grazing in Arizona*. Technical Bulletin 86. University of Arizona, Tucson. 74 pp.

Associate editor was Ignasi Torre