



EFFECTO DEL PASTOREO EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD Y USO DEL HÁBITAT DE UNA COMUNIDAD DE HETERÓMIDOS EN EL MATORRAL SARCOCAULE DE BAJA CALIFORNIA SUR

Ana Lilia Trujano-Álvarez¹, Hortensia Santillán-Ortiz² y Sergio Ticul Álvarez-Castañeda²

¹ Museum of Vertebrate Zoology, 3101 Life Science Building, University of California, Berkeley, CA 94720. CE: analiliata@berkeley.edu (ALTA)

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC, Mar Bermejo # 195, A. P. 128. La Paz, Baja California Sur, CP 23090, México. CE: sticul@cibnor.mx (STAC)

Resumen: Es inminente la alteración del matorral sarcocaula debido al pastoreo, por lo que es necesario conocer el efecto de esta actividad en la fauna nativa, por esta razón se llevó a cabo una evaluación del área de actividad, uso de hábitat y densidad poblacional de tres especies de heterómidos que se encuentran asociadas a este tipo de vegetación *Chaetodipus arenarius*, *C. rudinoris*, y *Dipodomys merriami*. Se consideraron dos zonas con diferente grado de alteración: El Comitán (no alterado) y Brisamar (alterado), durante un periodo de dos años de septiembre de 1995 a septiembre de 1997. Para la estimación del área de actividad se utilizaron dos métodos, el centro de actividad y el área mínima. Se estimó las frecuencias de captura por especie y sitio. Con la finalidad de inferir el efecto del pastoreo en la flora y fauna del matorral sarcocaula se determinó la densidad de las plantas presentes. Se capturaron un total de 4,008 roedores. No se observaron diferencias significativas en el área de actividad de machos y hembras de la misma especie; sin embargo, se registran mayores áreas de actividad en la zona alterada que en la no alterada. La densidad poblacional de roedores fue mayor en el sitio alterado en donde se presentó menor cobertura vegetal permitiendo el desplazamiento de especies bípedas como *D. merriami*. La existencia de gramíneas en el sitio no alterado proporcionó a los heterómidos mayor disponibilidad de recursos que el no alterado. Se observó que la zona pastoreada tiene un efecto positivo para la especies de heterómidos.

Palabras clave: área de actividad, Baja California Sur, Heterómidos, pastoreo, uso de hábitat.

Abstract: Destruction of the Sarcocaula bush habitat due to the cattle activity is imminent. It is for this reason that the effect of this activity on native fauna should be evaluated pursuant to this, we evaluated the home range, use of habitat and population density of three native heteromyids species which associate with sarcocaula bush vegetation: *Chaetodipus arenarius*, *C. rudinoris*, and *Dipodomys merriami*. We selected two areas based on their degree of alteration: The Comitán (not altered) and Brisamar (altered by cattle activity). To evaluate home range size, two measures were used, the center of activity and second the minimal area. The capture frequencies were estimated by species and site, and we determined vegetation coverage and abundance of plants for both areas. A total of 4,008 rodents were captured between September 1995 and September 1997.



Females and males of same species did not differ significantly in the size of the home range, home ranges of both sexes was larger at Brisamar (altered) than Comitán (not altered). Population density of rodents was increased at Brisamar despite the fact that vegetation cover was reduced. We believe that it is the reduction in amount of plant coverage at Brisamar that allows the displacement of bipedal species like *D. merriami*. The presences of different graminea species are an important food resource for heteromyids at Brisamar. We observed that cattle activity might have a positive effect for the heteromyids species.

Keywords: Baja California Sur, cattle, habitat use, Heteromyids, Home range.

INTRODUCCIÓN

Los modelos espaciales en las especies son determinados por las interacciones entre individuos y el ambiente (Lima y Zollner, 1996; Weigand *et al.*, 1999; Turchin, 1998; Matthiopolus, 2003), mientras que la dinámica de los movimientos en los animales presenta una relación con los factores ecológicos (Whitehead y Rendell, 2004; Hebblewhite *et al.*, 2005).

Muchos animales frecuentan y utilizan las mismas áreas en un tiempo determinado (Darwin, 1861), cuando los movimientos en esas áreas son repetidos se utiliza el término de área de actividad, el cual es caracterizado por su tamaño, forma y estructura (Kenward, 2001). La forma más común de conocer cuánto se desplaza un organismo en su hábitat es evaluando el ámbito hogareño o área de actividad; la que se define como: el área recorrida por un individuo en sus actividades naturales de colecta, almacenamiento de alimento, apareamiento y cuidado de los críos en un tiempo determinado (Burt, 1943; Hayne, 1949). El área de actividad se afecta por diversos factores como densidad de población (O' Farrell, 1980), condición reproductiva del individuo (Canela y Sánchez-Cordero, 1984), disponibilidad de alimento (Quintero y Sánchez-Cordero, 1989) y depredación (Braun, 1985), de igual forma, el área de actividad puede variar de acuerdo con las perturbaciones del ambiente (Jorgensen *et al.*, 1982).

Los roedores seleccionan el hábitat con base en las características de la textura del suelo, profundidad, estructura de la vegetación, densidad, cobertura vegetal, presencia o ausencia de rocas y abundancia de recursos (Rozenweig y Wilnakur, 1969; M' Closkey y Fielwick, 1975; Bowers, 1988; Price y Longland, 1989). A esta selección se le ha denominado microhábitat y se refiere a la localización de organismos en su ambiente, del cual obtienen refugio y alimento.

El patrón del uso de hábitat es dinámico, por lo que el proceso de elección es continuo y puede variar en respuesta a las presiones competitivas, depredación y al grado de perturbación ambiental (M' Closkey y Fieldwick, 1975; Price, 1978; Rojas, 1984; Bowers *et al.*, 1987; Brown y Heske, 1990).

La degradación del hábitat en zonas desérticas y semidesérticas por causa de la ganadería y la agricultura influyen directa e indirectamente en la fauna nativa. En Baja California Sur, el pastoreo extensivo se ha realizado desde hace varios años como una de las principales actividades económicas en la región, por lo que se ha observado la alteración de las áreas naturales. Estas actividades han



afectado a las poblaciones de mamíferos, lo que produce variaciones positivas o negativas en las diferentes especies de roedores (Ortega-Rubio *et al.*, 1993; Cortés-Calva, 1997).

El efecto de la ganadería se puede observar directamente en la destrucción de las madrigueras por el pisoteo del ganado, la compactación del suelo y la competencia directa por el recurso alimenticio e indirectamente en la alteración de la estructura y composición de especies vegetales, que a su vez influye en la selección del hábitat (Santillán, 2000).

En el matorral sarcocaula de Baja California Sur, habitan cuatro especies de roedores heterómidos: *Chaetodipus arenarius*, *C. rudinoris*, *C. spinatus* y *Dipodomys merriami*, cada una de ellas con diferente biomasa y asociada a un microhábitat específico. Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el área de actividad, la densidad poblacional y el uso del hábitat de tres especies de heterómidos en dos sitios con diferentes condiciones: 1) con influencia del pastoreo o considerada como alterada y 2) no alterada. Este es uno de los primeros estudios que permiten conocer el efecto directo de la ganadería en la ecología de los heterómidos en el matorral sarcocaula.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó de octubre de 1995 a septiembre de 1997 en dos sitios al Norte de La Paz, Baja California Sur. El primero denominado como: "El Comitán", se localiza a 24° 04' N y 110° 25' W; pertenece al campo experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y se considera como una zona no alterada. El segundo fue denominado como "Brisamar", se localiza a 24° 11' N y 110° 30' W, actualmente esta área es utilizada como zona de pastoreo, ambas localidades están ubicadas en el municipio de La Paz (Fig. 1).

Fisiografía. Los dos sitios de estudio se localizan en una llanura aluvial formada en el Pleistoceno por acumulación de material derivado de roca granítica, proveniente principalmente de la actividad erosiva de la Sierra de la Laguna, ubicada a 50 km de La Paz (Hammond, 1954). Estas áreas pertenecen marginalmente a un amplio valle denominado La Paz-El Carrizal, que se caracteriza por la abundancia de arroyos superficiales que sólo conducen agua después de lluvias copiosas y es una zona de lomeríos de poca elevación. Los suelos en El Comitán están considerados como xerosoles y yermosoles, la coloración predominante del suelo es de colores claros con texturas gruesas (INEGI, 1995).

Vegetación. En las dos zonas de estudio la vegetación corresponde al matorral sarcocaula, caracterizado por la presencia de especies de tallo carnoso, grueso y generalmente retorcido y algunos con corteza papirácea, arbustos que llevan hojas micrófilas y plantas anuales que sólo crecen en temporada de lluvias. En el matorral sarcocaula existen 136 especies de plantas vasculares agrupadas según su forma de crecimiento en árboles, pastos, herbáceas anuales, suculentas, trepadoras y parásitas (Leon de la Luz *et al.*, 1996). Las familias más representativas son las Euforbiaceae, Cactaceae y Fabaceae. La comunidad vegetal está conformada principalmente por *Pachocereus pringlei* (cardón), *Stenocereus gommus* (pitaya agria), *Cercidium praecox* (palo verde), *Olneya teosota* (palo fierro), *Fouquieria diguetii* (palo adán), *Bursera microphylla* (torote),

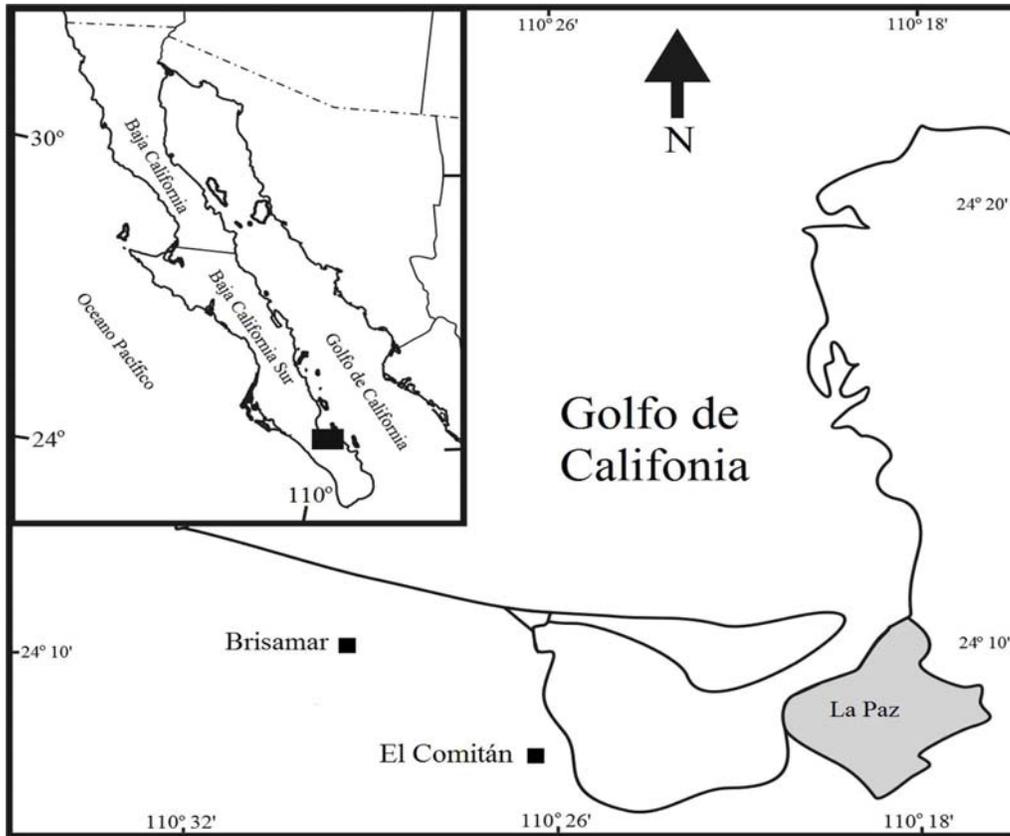


Figura 1. Ubicación de las dos zonas de estudio, Brisamar y El Comitán, en Baja California Sur.

Prosopis articulata (mezquite), *Larrea divaricata* (gobernadora), *Agave datilyo* (lechuguilla) y *Jatropha cinerea* (lomboy; León de la Luz *et al.*, 1996).

Clima. De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1981), el clima de ambas zonas de estudio es muy seco cálido y extremoso (Bw (h´) hw (e)). La oscilación térmica fluctúa de 7 a 14 °C siendo el mes de enero el más frío con una temperatura mínima de 17.9 °C; y los meses de julio-septiembre los más calurosos con una temperatura máxima de 45 °C. La precipitación ocurre en dos periodos, el mayor volumen durante el verano y la otra durante el invierno, con un promedio total del mes más lluvioso (septiembre) de 59.9 mm y el mes más seco (mayo) de 0.2 mm, y con una precipitación anual total de 185 mm, y temperatura media anual de 23.8 °C (Fig. 2). Sin embargo, con base en el patrón anual de lluvia para todo el estado se han definido tres épocas: de secas (marzo a junio), de lluvias de verano-otoño (julio a octubre) y de lluvias en invierno-primavera (noviembre-febrero), las precipitaciones invernales son conocidas localmente como “equipatas” (Salinas *et al.*, 1990).

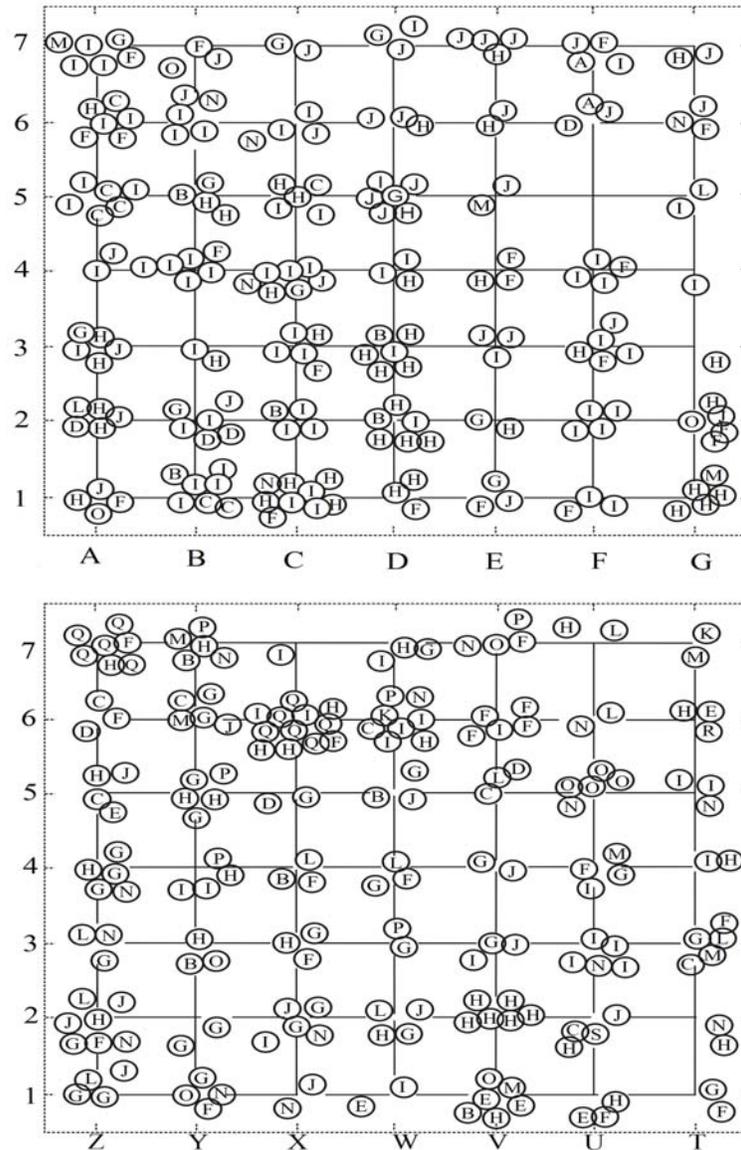


Figura 2. Disposición de la vegetación en los dos sitios de muestreo. La gráfica superior corresponde a la localidad de Brisamar y la inferior a El Comitán. Las letras corresponden a las especies vegetales A) *Larrea divaricata*, B) *Krameria parvifolia*, C) *Ruellia peninsularis*, D) *Pedianthus macrocarpus*, E) *Condalia globosa*, F) *Jatropha cuneata*, G) *Jatropha cinerea*, H) *Opuntia cholla*, I) *Stenocereus gummosus*, J) *Fouquieria diguetii*, K) *Stenocereus thurberi*, L) *Cryptocarpa edulis*, M) *Bursera microphylla*, N) *Prosopis articulata*, O) *Pachocereus pringlei*, P) *Mammillaria dioica*. Q) *Agave datilyo*, R) *Olneya teosota*, y S) *Yucca valida*.

Muestreo de pequeños roedores. Los muestreos se realizaron simultáneamente de octubre de 1995 a septiembre de 1997 en los dos sitios El Comitán (no alterada) y Brisamar (alterada), durante un periodo de 25 meses. En cada zona se delimitó un área cuadrangular de 4,900 m² donde se colocaron siete transectos paralelos y siete transversales, separados cada uno por 10 metros de distancia, ubicando 49 estaciones de muestreo. En cada estación se colocó una trampa Sherman (78 x 89 x 23 mm). Los siete transectos de Brisamar fueron etiquetados con las letras de la A a la G, y los de El Comitán de la T a la Z. En ambas zonas, a los transectos transversales se les asignó un número consecutivo. La clave para cada estación quedó constituida por una letra y un número. El cebo empleado consistió en hojuelas de avena (Delany, 1980).

Los muestreos se realizaron mensualmente durante cinco noches consecutivas, colocándose trampas antes del crepúsculo vespertino y revisándose a partir de las 7:00 a.m. del día siguiente. Para cada uno de los organismos colectados se tomaron los siguientes datos: estación de colecta, especie, medidas somáticas convencionales como: longitud total, longitud cola, longitud pata, longitud oreja y peso (Hall, 1962). Además se registró la edad relativa (según la condición reproductiva y cambio de muda en el pelaje se identificaron adultos, subadultos y crías), sexo y condición reproductiva (clasificada como lactantes, preñadas o con vulva inflamada en el caso de las hembras, para el caso de los machos se consideró la posición de los testículos-inguinales o escrotados). Para la identificación individual, los ratones se marcaron utilizando el método de ectomización de falanges y se usaron números progresivos (DeBlase y Martin, 1981).

Análisis de datos. Para el área de actividad se consideraron únicamente a los roedores que fueron capturados más de tres veces en diferente trampa. Se utilizaron dos técnicas: el primer método es el área mínima (Anderson, 1982) y está clasificado dentro del grupo de los métodos poligonales (Stickel, 1954), que se obtiene uniendo los puntos de captura mediante líneas, calculándose la superficie. El segundo método, el centro de actividad (Hayne, 1949), se basa en los radios de recaptura (DeBlase y Martin, 1981), y se calcula considerando el promedio de las distancias de los puntos de captura, donde este valor constituye el diámetro de una circunferencia la cual es denominada: "área de actividad". Para ambos métodos, se empleó un sistema de coordenadas para ubicar las estaciones, el registro de cada organismo se ubicó en este sistema y de esta manera se aplicaron los métodos descritos.

La densidad poblacional se obtuvo utilizando el método de Número Mínimo de Individuos VIVOS (NMIV) (Krebs, 1966). La fórmula es:

$$N_i = n_i + z_i$$

Donde: N_i = El tamaño poblacional; n_i = El número de ejemplares colectados al tiempo i ; z_i = El número de ejemplares capturados antes y después del tiempo i , pero no en la muestra de dicho tiempo; $i = 1, \dots, K$, donde K es el número de muestreos.

Uso de hábitat. Para determinar la cobertura vegetal, se empleó una modificación al método de línea de Canfield (Bowers y Zar, 1981). La técnica mide la proporción de plantas que son interceptadas por una línea y es muy utilizada para estimar la cobertura de las mismas, este método consiste en usar una línea o transecto. La cobertura interceptada de cada planta se midió y se identificó la especie, para este estudio se trazaron dos líneas o transectos de 50 m haciendo un

total de 100 m. Asimismo, para evaluar la cobertura para cada estación, y determinar las áreas abiertas y cerradas, se trazó una circunferencia de 4 m de diámetro, el vértice o punto de muestreo se utilizó como centro de la circunferencia. El área total se consideró como el cien por ciento de la cobertura vegetal, la de cada especie presente dentro de la circunferencia se multiplicó por 100 y se dividió entre el área total de la circunferencia (12.56 m²), también se consideraron las zonas donde no existía vegetación y se realizó un mapa (Fig. 2).

Para conocer la preferencia del hábitat por los individuos, por estación de trapeo se registró la captura de cada individuo como un dato independiente, de tal forma que si un individuo se capturaba dos veces, se registraba como si se tratara de dos eventos diferentes.

Para determinar el uso de microhábitat se consideró el porcentaje de cobertura vegetal por estación de muestreo; las zonas con un porcentaje mayor a 60% se consideraron como zonas cerradas, mientras que las áreas con cobertura vegetal menor a 60% como abierta.

Análisis estadísticos. Para determinar si existen diferencias significativas en el ámbito hogareño entre sexos, localidades y periodos, se realizó la prueba de diferencia de medias *t*-student, el valor de significancia fue $P < 0.05$. El uso de estas áreas se determinó cuantificando el número de capturas promedio por especie en cada una de las estaciones. Para determinar si hay una diferencia significativa entre las zonas abiertas y cerradas por especie, entre áreas de estudio, por estación de trapeo e interanual, se empleó la prueba de *t*-student ($\alpha = 0.05$). Asimismo, se determinó la distribución de las especies en cada una de las zonas de estudio a partir del índice de Morisita, el cual no es afectado por la densidad ni por el tamaño de la muestra. Este índice fluctúa entre 1 y -1, con límites de confianza (95%) entre 0.5 y -0.5 (Krebs, 1989). Los grados de libertad se determinaron mediante la tabla (Bowers y Zar, 1981; Krebs, 1985).

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Statistica ver. 6.0. Se calcularon las frecuencias de captura por individuo para elaborar gráficas de frecuencia de captura para cada una de las zonas de estudio e inferir la permanencia de las poblaciones en el cuadrante.

RESULTADOS

Se colectó un total de 4,028 roedores en 5,880 noches/trampa. Los siguientes resultados se basan en los datos obtenidos para las especies *C. arenarius*, *C. ruginoris* y *D. merriami*, debido a que la especie *C. spinatus* fue poco colectada y los datos no fueron suficientes para evaluar sus poblaciones.

Área de actividad. La condición de captura considerada para estimar el área de actividad fue cumplida por 62 individuos; de los cuales 75.8% de ellos se capturó en Brisamar (51% machos y 49% hembras); el otro 24.2% en El Comitán (53% machos y 47% hembras). Para comprender mejor los resultados obtenidos del área de actividad de la comunidad de roedores en el matorral, se separan en poblaciones de acuerdo con la especie estudiada.

En Brisamar el análisis del área de actividad con el método de área mínima y centro de actividad mostraron resultados similares para las tres especies. En *C. arenarius* los machos tuvieron menores recorridos en comparación de las hembras. En contraste para *C. ruginoris* y *D. merriami*

los recorridos fueron más amplios para los machos. En El Comitán los dos métodos para las dos especies de *Chaetodipus* demuestran que los machos presentaron mayores recorridos (Cuadro 1).

De manera general los resultados muestran que los machos registran mayores movimientos que las hembras en ambas localidades, a excepción de las hembras de *C. arenarius* de la localidad de Brisamar; por otro lado, las poblaciones que se encuentran en esta comunidad presentan una mayor área de actividad que los individuos que se encuentran en El Comitán. En todos los casos no se observó que la misma área de actividad fuera ocupada por dos o más individuos de la misma especie. El análisis entre los dos métodos el área de actividad demuestra diferencias significativas ($P < 0.05$) entre machos y hembras de *C. arenarius* en El Comitán y no para todas las demás poblaciones de las otras dos especies.

Densidad. Para inferir la densidad poblacional en Brisamar se utilizaron los datos de las tres especies y para El Comitán se consideraron datos de las dos primeras especies mencionadas. Mediante la utilización del método del MNIV en las tres especies presentes en Brisamar se observó que variaron independientemente de los meses del año, pero se observa que en general las tres presentan sus valores mínimos en los meses de enero a marzo de los tres años.

La especie que en promedio presentó los valores más altos de densidad a través de los tres años de muestreo es *C. arenarius*, en contraparte, *D. merriami* presenta los valores más bajos. En el caso de *C. rudinoris* se obtienen las variaciones más notorias, siendo la única especie que se encontró ausente en alguno de los meses de colecta (Fig. 3a).

Cuadro 1. Área de actividad recorrida por las tres especies de heterómidos en los dos sitios de estudio. Se muestra el valor promedio y su desviación estándar para cada una de las especies. H = hembra, M = macho, n = número total de individuos.

Especie	Sexo	n	Área mínima (m ²)	Centro de actividad (m ²)
Brisamar				
<i>C. arenarius</i>	H	5	188.60 ± 140.41	384.00 ± 347.94
	M	3	129.00 ± 50.23	228.67 ± 21.94
<i>C. rudinoris</i>	H	4	246.25 ± 133.75	440.50 ± 277.11
	M	13	367.62 ± 300.92	726.69 ± 562.43
<i>D. merriami</i>	H	14	378.85 ± 319.77	1076.92 ± 1159.57
	M	8	536.00 ± 458.65	1158.57 ± 713.70
El Comitán				
<i>C. arenarius</i>	H	4	62.50 ± 25.0	108.75 ± 61.50
	M	3	129.00 ± 50.23	228.67 ± 21.94
<i>C. rudinoris</i>	H	4	160.00 ± 84.85	326.50 ± 177.48
	M	4	470.00 ± 523.26	990.00 ± 1151.17

En El Comitán sólo las dos especies del género *Chaetodipus* fueron colectadas y no presentan el patrón de disminución de la población general de roedores en los meses de enero a marzo como fue observado para el sitio de Brisamar. *C. arenarius* es la especie que en promedio presenta las densidades más altas durante el periodo de estudio, con fuertes variaciones intermensuales. *C. rudinoris* presenta en promedio densidades más bajas y sus fluctuaciones intermensuales son de menor amplitud (Fig. 3b). El tipo de distribución por cuadrante según el índice de Morisita fue amontonado con los siguientes valores para Brisamar: *C. arenarius* (1.02), *C. rudinoris* (1.00), *D. merrimi* (1.08). En el Comitán: *C. arenarius* (1.00) y *C. rudinoris* (1.06).

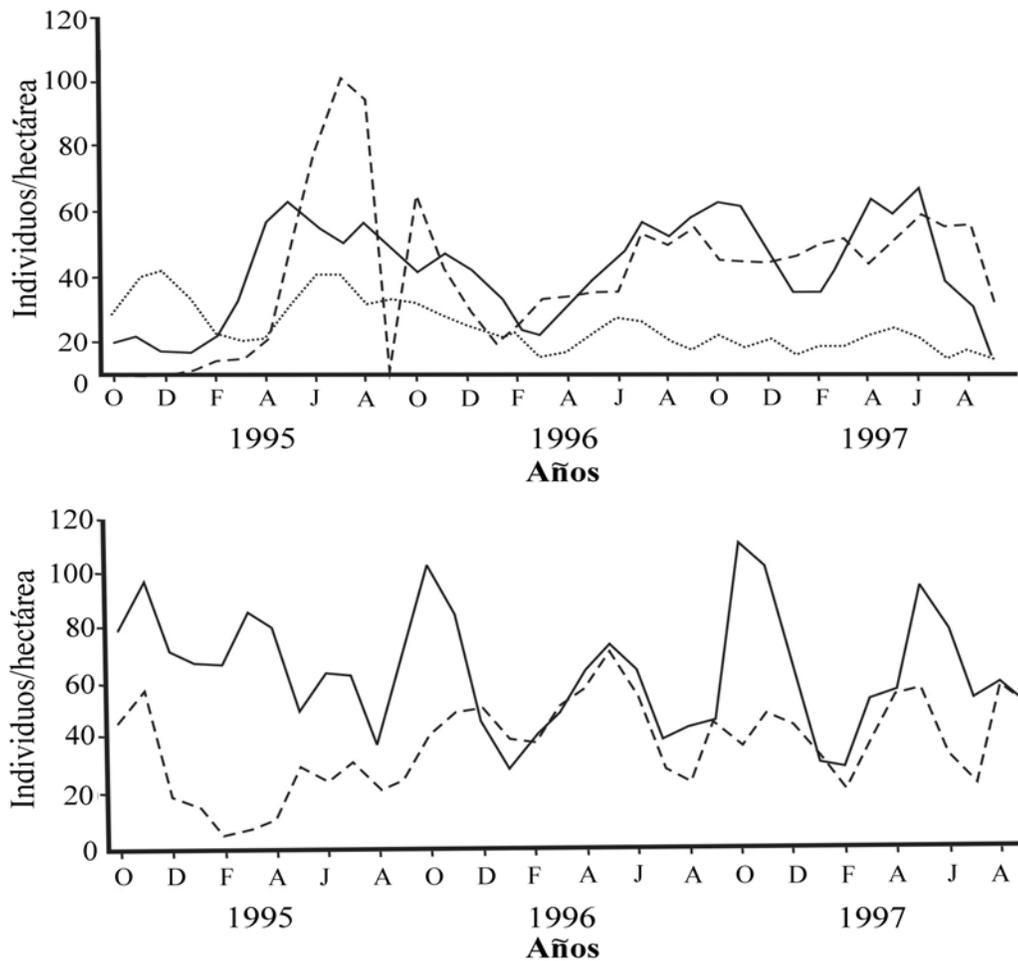


Figura 3. Densidad poblacional calculada con el MNIV para las tres especies de heterómidos en los dos sitios de muestreo. Gráfica superior corresponde a la localidad de Brisamar y la inferior a El Comitán. *C. arenarius* (línea continua) *C. rudinoris* (línea discontinua), y *D. merrimi* (línea punteada).

Uso de hábitat. En Brisamar se midieron un total de 195 plantas de 13 especies con una densidad de 2,962 ind./ha, mientras que para El Comitán un total de 204 plantas de 17 especies con una densidad de 3,400 ind./ha. La especie más abundante en El Comitán fue *Stenocereus gummosus* (pitaya agria) con 955 ind./ha (Cuadro 2), y en Brisamar *Opuntia cholla* con 502 ind./ha. Con referencia al porcentaje de cobertura vegetal, en El Comitán fue de 72%, mientras que en Brisamar de 44.9% (Cuadro 3).

Al analizar el uso de áreas abiertas y cerradas de Brisamar, se observó que *C. arenarius* proporcionalmente utiliza las áreas abiertas en menor frecuencia que *C. rudinoris*. Ninguna de las

Cuadro 2. Frecuencia y abundancia de especies vegetales presentes en Brisamar y El Comitán

Especies vegetales	Brisamar	Comitán	Nombre Común
	Ind./ha	Ind./ha	
<i>Opuntia cholla</i>	502.0	728.9	Cholla
<i>Jatropha cinerea</i>	453.5	162.0	Lomboy
<i>Stenocereus gummosus</i>	340.0	955.6	Pitaya Agria
<i>Jatropha cuneata</i>	275.3	291.5	Torote
<i>Agave datilyo</i>	0	242.9	Lechuguilla
<i>Prosopis articulata</i>	242.9	16.2	Mezquite
<i>Fouquieria diguetii</i>	194.3	502.1	Palo Adán
<i>Cryptocarpa edulis</i>	178.2	32.3	Ciruelo
<i>Ruellia peninsularis</i>	161.1	113.3	Chamizo
<i>Pachocereus pringlei</i>	145.7	32.4	Cardón
<i>Bursera microphylla</i>	113.4	145.7	Torote
<i>Mammillaria dioica</i>	97.2	0	Mamilaria
<i>Condalia globosa</i>	81.0	0	Palo negrito
<i>Krameria parvifolia</i>	81.0	32.3	Mesquitillo
<i>Pedianthus macrocarpus</i>	48.6	113.3	Candelilla
<i>Stenocereus thurberi</i>	0	32.3	Pitaya dulce
<i>Yuca valida</i>	16.0	0	Yuca
<i>Larrea divaricata</i>	32.2	0	Gobernadora
TOTAL	2962.4	3400.8	

Cuadro 3. Cobertura de las especies vegetales más abundantes presentes en las zonas de estudio. Cb = Cobertura total (m²), X = Media; SE = Desviación estándar; T = *t*-student; P = Probabilidad.

Especie	El Comitán			Brisamar			T	P
	Cb	X	SE	Cb	X	SE		
<i>O. cholla</i>	30.66	0.68	0.36	29.41	0.95	0.66	-2.265	0.026
<i>S. gummosus</i>	79.04	1.32	0.83	32.94	1.57	1.33	-1.005	0.434
<i>J. cinerea</i>	19.87	1.1	0.58	184	1.08	0.79	0.086	0.930
<i>J. cuneata</i>	16.83	1.68	0.89	31.59	1.14	0.96	1.55	0.130
<i>F. diguetii</i>	51.13	1.65	0.56	25.2	2.1	0.93	-1.98	0.147

dos especies presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ambos microhábitats. En contraparte *D. merriami* prácticamente sólo se colectó en áreas abiertas (Fig. 4). En El Comitán para las tres especies las hembras fueron capturadas con más frecuencia que los machos, a excepción de *D. merriami* en Brisamar (Fig. 5). Las especies más colectadas en ambas localidades son las de género *Chaetodipus*. En Brisamar el número máximo de individuos colectado por estación de trapeo es de 31-36, mientras que el menor número fue de 1-5 individuos. En El Comitán el número máximo de individuos registrados fue de 26-30 y el menor de 1-5 individuos (Fig. 6).

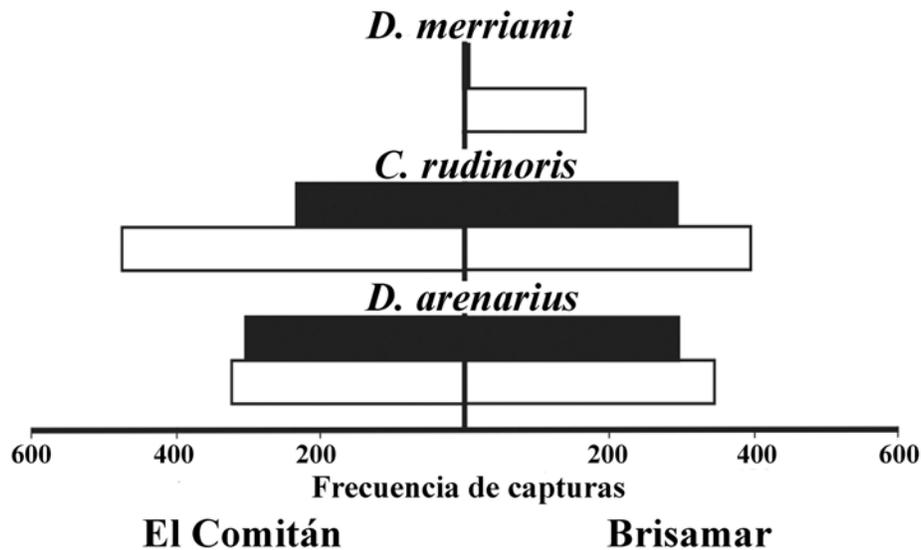


Figura 4. Frecuencia de capturas por microhábitat. Las barras claras representan a las áreas abiertas y las barras oscuras representan a las áreas cerradas. A) Brisamar y B) El Comitán.

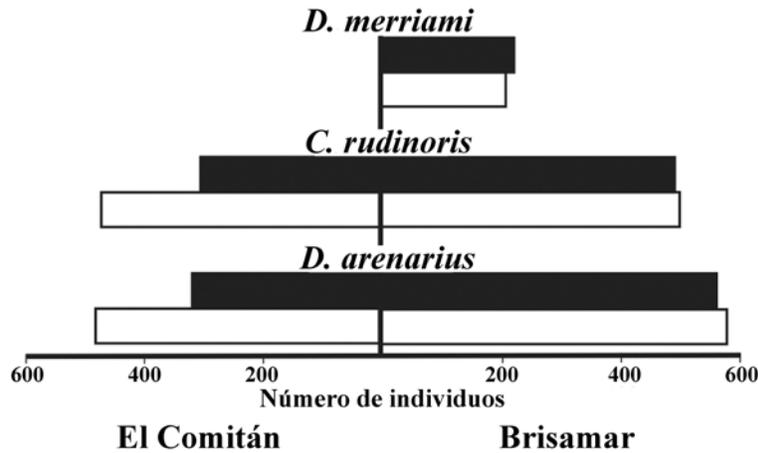


Figura 5. Número de individuos colectados por especie. Hembras (barras claras), y machos (barras oscuras). A) Brisamar y B) El Comitán.

Distribución. En Brisamar la distribución de los individuos de las tres especies es amontonada. Para la especie *C. arenarius* la frecuencia de captura se incrementa en asociación con las especies *Stenocereus gummosus* (pitaya agria) y *Cyrtocarpa edulis* (ciruelo), con una cobertura vegetal entre 50% y 17%. En *C. rudinoris* se incrementa en las áreas abiertas y en *D. merriami* los individuos se concentraron en zonas con un relieve regular plano, y abierto. Las dos especies de *Chaetodipus* presentes en El Comitán tienen una distribución agregada. *C. arenarius* se capturó con mayor frecuencia en las estaciones donde se encontraban presentes las especies vegetales *Condalia globosa* (palo negro) y *Agave datilyo* (lechuguilla; Cuadro 3). Para el caso de *C. rudinoris*, el número mayor de capturas fue en las estaciones donde *Stenocereus gummosus* (pitaya agria) ocupa más de 28% de la cobertura vegetal, asimismo los individuos de *C. rudinoris* se relacionan con *Condalia globosa* y *Agave datilillo* (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

Área de actividad. Se observaron que los movimientos obtenidos por los métodos de área mínima y centro de actividad, demostraron que los machos tienen mayores desplazamientos que las hembras. Se ha registrado que la extensión del área de actividad de machos y hembras esta relacionada con la actividad reproductiva (O' Farrell, 1980; Braun, 1985), que las hembras preñadas-lactantes presentan una disminución en el área de actividad debido al aumento de peso en este estado reproductivo, favoreciendo un menor gasto de energía y uso de fuentes locales de alimentación (Madison, 1978).

Para el caso de los machos, al abarcar mayor área de actividad, las posibilidades de encontrar más hembras y aparearse aumentan (Faibrain, 1977). Sin embargo, las hembras de *C. arenarius*

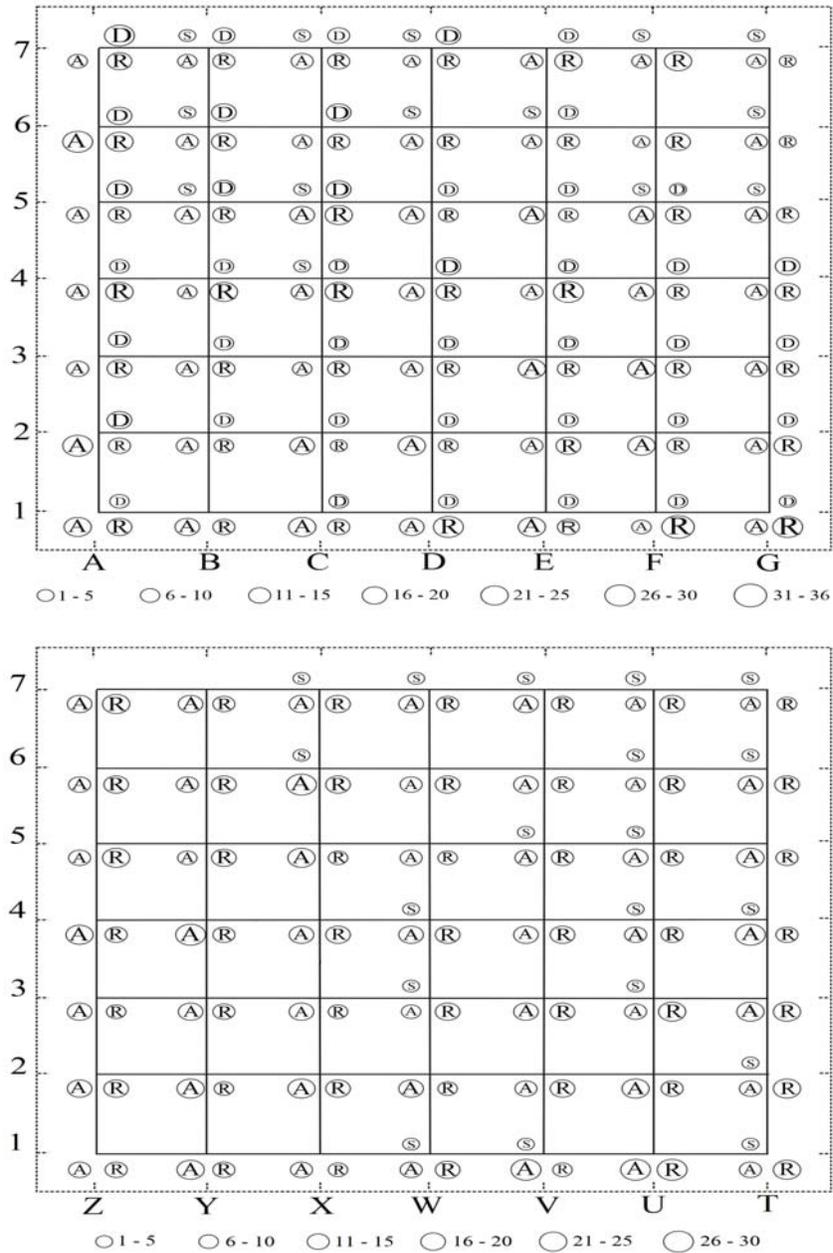


Figura 6. Número de individuos capturados por estación en los dos sitios de muestreo. Gráfica superior corresponde a la localidad de Brisamar y la inferior a El Comitán. Las letras corresponden a *C. arenarius* (A), *C. rudinoris* (R), *C. spinatus* (S) *D. merrimi* (D). Los círculos en la parte posterior indican el número de organismos colectados por estación.

en El Comitán presentan mayor área de actividad que los machos, esto quizá se debió a que la captura de machos es menor, presentando menor densidad (Cuadro 1). A pesar de que el número de capturas y recapturas fue considerable, la condición planteada en el método fue cumplida por pocos organismos, representando una posible causa de que los resultados obtenidos demuestren que los machos poseen menores áreas de actividad que las hembras. En otras especies de heterómidos (*Heteromys*) los machos presentan ámbitos mayores que las hembras, atribuyendo este comportamiento al estado reproductivo (Quintero y Sánchez-Cordero, 1989).

Entre las especies de heterómidos se considera que el uso del hábitat está muy relacionado con el tipo de locomoción (Price, 1978). Las especies cuadrúpedas (*Chaetodipus* y *Perognathus*) se asocian preferentemente a los microhábitat con mayor cobertura vegetal; mientras que para las bípedas (*D. merriami* y *D. ordii*) a las áreas abiertas; por otro lado *D. merriami* es una especie beneficiada por la alteración del hábitat, como se observa en Brisamar. Las especies de mayor tamaño requieren más energía, en términos absolutos, para mantener su metabolismo (Kotler, 1985), y muchas veces existe una relación positiva entre tamaño corporal y área de acción (Shenbrot *et al.*, 1999; Kelt y Van Vuren, 2001; Haskell *et al.*, 2002; Jetz *et al.*, 2004), lo que concuerda con el hecho de que la especie *D. merriami* tenga un desplazamiento en una mayor área (Price, 1978).

Densidad. En otros estudios realizados con heterómidos, como el caso de *Liomys pictus* en selvas bajas, se registra un comportamiento inverso al utilizar los mismos índices, determinando que las densidades de *L. pictus* se ajustan más al método de MNIV (Briones, 1991). En lo que respecta al caso del matorral sarcocaulé se utilizaron otros métodos para determinar la densidad relativa como fue el de transectos lineales con trampas para organismos vivos (Vázquez, 2000), método de fotografía automática y videograbación (Gutiérrez, en elaboración) y observaciones nocturnas desde un punto fijo con lentes de visión nocturna (obs. pers.).

Los aumentos poblacionales se relacionaron principalmente con las dos épocas de lluvias (de verano e invernales). Se ha demostrado que para los heterómidos del desierto el comportamiento poblacional tiene una correlación directa con la producción de frutos, semillas y plántulas que son, al mismo tiempo, el producto directo de la precipitación (Braun, 1985). Mientras que para los cricétidos registran las fluctuaciones cíclicas de las poblaciones con ciclos de bajas y altas densidades alternados cada dos años (Krebs y Meyer, 1974). Lo anterior constituye un mecanismo evidente en la regulación de ciclos poblacionales (Krebs *et al.*, 1969), aunque en el caso del matorral sarcocaulé los factores que actúan como reguladores en las poblaciones son ambientales, los cuales tienen efecto directo en la disponibilidad de recursos.

Para *C. arenarius* y *C. rudinoris* los meses de mayor densidad se registran en verano, donde las temperaturas son más altas, abarcando las épocas de secas y de lluvias, asimismo, para esta especie la época reproductiva coincide con los meses de marzo-agosto (Cortés-Calva, 1994, 2004), esto los hace ser más abundantes, ya que deben salir de su madriguera para buscar pareja (Fig. 3).

Respecto a *D. merriami*, el aumento poblacional se presentó durante la época de lluvias por lo que estos individuos se ven beneficiados con el aumento de semillas, así también, la perturbación permite la abundancia de pastos (Ortega-Rubio *et al.*, 1993) y por lo tanto la producción de semillas que beneficia a estos granívoros, la abundancia de áreas abiertas favorece principalmente



a los miembros de esta especie ya que por ser un organismo bípedo prefiere este tipo de zonas (Price, 1978).

La densidad poblacional y el área de actividad son mayores en el área que está afectada por el pastoreo y menores en zona donde no se lleva a cabo esta actividad (El Comitán), por lo tanto, podemos decir con base en los resultados obtenidos, para la comunidad de heterómidos en el desierto sarcocaula, la actividad del pastoreo afecta a las poblaciones de heterómidos del desierto. Lo que concuerda con el hecho de que en las áreas de pastoreo se incrementa la población de especies granívoras, sin embargo hay registros que señalan lo contrario para otras especies de heterómidos como *Perognathus flavus* (Hayward *et al.*, 1997). Se considera que la relación espacio y cantidad de individuos de una población está determinada por la disponibilidad del recurso y los factores ambientales (Maza *et al.*, 1973; Quintero y Sánchez-Cordero, 1989).

Frecuencia de capturas. Los resultados de captura por individuo nos revelan que independientemente del área de estudio, los machos de las dos especies de *Chaetodipus* son más capturados que las hembras; sin embargo, el número de recapturas es menor, mientras que para las hembras se capturan menos individuos, pero con una mayor tasa de recapturas. Esto puede implicar que las hembras realizan sus actividades en áreas más restringidas, cerca a sus madrigueras y su permanencia en un sitio es más prolongada, independientemente del estado reproductivo en el que se encuentren. En el caso de los machos la permanencia es menor, por lo que es más probable que realicen excursiones en busca de hembras receptivas incrementando con esto su área de actividad razón por la cual la mayoría de los machos (98%) sólo fueron capturados en una ocasión en las zonas de estudio.

Uso de hábitat. El efecto del pastoreo que se ejerce sobre la comunidad vegetal de Brisamar es notable, y causa alteraciones notables sobre la estructura y funcionamiento de la vegetación (Arriaga y Cancino, 1992). Las especies de herbáceas tanto anuales como gramíneas y suculentas en Brisamar son abundantes y tienden a establecerse en las áreas abiertas. Estas plantas presentan de manera general una germinación y desarrollo rápido en respuesta a las altas temperaturas, entre otros factores que ayudan a la dispersión, podemos mencionar el pastoreo, que se ha practicado en Brisamar (Cruz, 1992). Lo anterior permite que exista una mayor disponibilidad de semillas para los heterómidos presentes en zonas abiertas. En contraste en El Comitán la cantidad de herbáceas fue casi nula, debido a que al ser una zona de exclusión al pastoreo, la vegetación nativa se encuentra en mejores condiciones (Cruz, 1992). De manera general ambas localidades de estudio presentan diferencias en cuanto a composición florística y cobertura, aunque las pruebas estadísticas no sustentan este supuesto, la ausencia de algunas plantas en Brisamar demuestra que el pastoreo sí ejerce un fuerte efecto en la comunidad vegetal. Este efecto se debe principalmente a que los animales de pastoreo seleccionan ciertas especies para su consumo, modificando no sólo la estructura sino también la abundancia de las especies de pastos.

La composición vegetal en las localidades muestra marcadas discrepancias debido a que son sujetas a diferentes presiones. En Brisamar, el pastoreo causa fuerte impacto en la diversidad y estructura de la comunidad vegetal, produciendo una mayor presencia de semillas de herbáceas, además de crear áreas abiertas, reduciendo la cobertura vegetal (Cuadro 3). Este efecto se ve

relacionado con la presencia y distribución de los heterómidos tales como *D. merriami*, especie que no se encuentra en El Comitán. Por el contrario para El Comitán se registró un menor número de individuos y de especies, como resultado de la ausencia de pastoreo y una mayor cobertura vegetal, impidiendo el desarrollo de especies bípedas como *D. merriami*.

En Brisamar, *C. arenarius* y *C. rudinoris* no se asociaron a alguna especie vegetal, tal vez la presencia de herbáceas (*Panicum hirticaule* y *Bouteloula aristidoides*) les proporcione el recurso necesario para su supervivencia.

Los individuos de *D. merriami* se encontraron asociados a *Jatropha cinerea* (lomboy), esta especie es un arbusto que tiene una altura promedio de 2.15 m (León de la Luz *et al.*, 1996). El follaje de *J. cinerea* no es muy abundante al nivel de suelo, pero sí puede ser usado de cobertura contra depredadores, lo cual le facilita el traslado de *D. merriami* de un lugar a otro. Se ha mencionado que *D. merriami* aprovecha mayormente semillas localizadas bajo arbustos, siendo éste otro factor al que se puede atribuir su asociación a *J. cinerea* (Thompson, 1987). Diversos estudios han demostrado que la estructura vegetal y la disponibilidad de alimento son importantes para la selección del hábitat. Se ha identificado que en otras zonas de desierto *Larrea divaricata* (gobernadora) y *J. dioica* (sangregada) están asociadas a *Perognathus nelsoni*, y *D. merriami* se asocia a áreas que presentan una coberturas vegetales de 13% (Grenot y Serrano, 1981).

En este estudio el uso de áreas abiertas y cerradas es indistinto para las especies de desplazamiento cuadrúpedo o bípedo, debido a que especies con estas formas de desplazamiento cohabitan en Brisamar. Este resultado coincide con lo registrado para especies simpátricas con desplazamientos similares (Price y Waser, 1985). En contraparte para El Comitán donde la especie bípeda está ausente. La selección del hábitat por las especies de heterómidos que habitan el matorral sarcocaula es diferente en función del grado de cobertura vegetal. Para las zonas con menor cobertura o con más espacios abiertos, las especies bípedas, tal es el caso de *D. merriami*, están presentes debido a que este tipo de áreas les permite escapar de los depredadores (Kotler, 1985). Las mayores coberturas les confieren a los organismos cuadrúpedos un refugio adecuado contra la depredación y, por lo tanto, la selección por estas áreas es mayor que por las abiertas. El efecto de la perturbación, restringe o favorece la presencia de ciertas especies de heterómidos.

El índice de dispersión de Morisita demuestra que existe una dispersión amontonada o contagiosa debido a que los individuos se asociaron a las especies vegetales que les proporcionan mayor protección y disponibilidad de alimento, razón por la cual se registra la presencia constante de individuos en ciertas estaciones o microhábitats determinados.

Las hembras y los machos de *C. rudinoris*, se desplazan mayormente en las zonas donde encuentran individuos de las especies de *Stenocereus gummosus* (pitaya agria) y *Opuntia cholla* (cholla) debido a que son especies con mayor densidad. Este comportamiento tal vez es debido a que la morfología de estas plantas les proporciona mayor protección para establecer madrigueras.

CONCLUSIONES

Con base en las evaluaciones de densidad poblacional, área de actividad y uso del hábitat de los roedores que habitan el matorral sarcocaulé, se demuestra que las zonas que presentan actividad de pastoreo influyen en el número de especies presentes en el área de estudio, así también se observa que la densidad poblacional es mayor que en las zonas alteradas. Por lo que el pastoreo tiene un efecto positivo en las especies de heterómidos distribuidas en estas zonas.

El uso de hábitat por la comunidad de heterómidos en ambas zonas depende en gran parte de los requerimientos de cada una de las especies, concluyendo que para las especies bípedas como *D. merriami*, se asocian a las áreas abiertas mientras que para las cuadrúpedas las cerradas.

Este estudio indica que existe una gran plasticidad de la fauna nativa para poder adaptarse a las diferentes presiones ambientales, asimismo se refleja que la comunidad de heterómidos, aprovecha los cambios en el hábitat para mantener y hacer uso del sistema de una manera eficiente y ventajosa para las poblaciones que se desarrollan en este ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar un agradecimiento a Patricia Cortés-Calva, Anahid Gutiérrez-Ramos y Rosario Vázquez Miranda por la invaluable ayuda en campo, a Montserrat Álvarez Méndez por la captura de información y a Matt MacManes por la revisión del abstract.

LITERATURA CITADA

- Anderson, D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology*, 63:103-112.
- Arriaga, L. y J. Cancino. 1992. Prácticas pecuarias y caracterización de especies forrajeras en la selva baja caducifolia. Pp. 155-184, in *Uso y manejo de los recursos naturales de la Sierra de la Laguna Baja California Sur* (Ortega-Rubio, A., ed.). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, AC.
- Braun, E. S. 1985. Home range and activity patterns of the giant Kangaroo rat, *Dipodomys ingens*. *Journal of Mammalogy*, 66:111-112.
- Bowers, M. A. 1988. Seed removal experiments on desert rodent: the microhabitat by moonlight effect. *Journal of Mammalogy*, 67:46-52.
- Bowers, M. A. y J. H. Zar. 1981. *Field and laboratory methods for general ecology*. Brown Company Publishers. Dubuque Iowa.
- Bowers, M. A., D. B. Thompson y J. H. Brown. 1987. Partial organization of desert rodent community: food addition and species removal. *Oecologia*, 72:77-82.
- 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.
- Brown, J. H. y E. J. Heske. 1990. Control of a desert grassland transition by keystone rodent guild. *Science*, 250:1705-1707.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal Mammalogy*, 24:346-352.
- Canela, M. y V. Sánchez-Cordero. 1984. Patrón del área de actividad *Neotomodon alstoni alstoni* (Rodentia Cricetinae). *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología, 2:285-306.
- Cortés-Calva, P. 1994. *Algunos aspectos reproductivos y variación gonadal de Chaetodipus arenarius subclucidus (Rodentia: Heteromyidae) en la región Norte de La Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cortés-Calva, P. 1997. *Sinopsis de la Biología y ecología reproductiva de tres especies de heterómidos en áreas de matorral sarcocaula, Baja California Sur, México*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cortés-Calva, P. 2004. *Estudio de la comunidad de roedores relacionados a matorral árido tropical de Baja California Sur, México*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cruz, E. M. 1992. *Ecología y evaluación del efecto de la temperatura en la germinación de plantas anuales en un área árida tropical de Baja California Sur, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Michoacán.
- Darwin, C. 1861. *On the origin of species by means of natural selection*, 3ª ed. Murray, London.
- DeBlase, A. F. y R. E. Martin. 1981. *A Manual of Mammalogy, with keys to the families of the word*. 2ª ed. W. C. Brown Company Publishers, USA.
- Delany, M. J. 1980. *Ecología de los micromamíferos*. Omega. Barcelona. 1-17.
- Fairbain, D. J. 1977. The Spring decline in deer mice death or dispersal? *Canadian Journal of Zoology*, 55:84-92.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen*. 2a. ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1-217.
- Grenot, C. y V. Serrano. 1981. Ecological organization of small mammals communities at Bolson de Mapimí. Pp. 89-100, in *Ecology of the Chihuahuan Desert* (Barbault, R. y G. Halffter, eds.). Instituto de Ecología. México.
- Hall, R. E. 1962. *Collecting and preservation and preparing study specimens of vertebrates*. University Kansas, Museum Natural History Publication, 30:1-46.
- Hammond, E. H. 1954. *A Geomorphic Study of the Cape Region of Baja California*. University of California Publications in Geography, University of California Press, Berkeley-Los Angeles 10:45-112.
- Hayne, D. W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30:1-17.
- Hayward, B., E. Heske y C. Paiter. 1997. Effects of livestock grazing on small mammals at a

- desert cienaga. *Journal Wildlife Management*, 61:123-129.
- Haskell, J. P., M. E. Ritchie y H. Olff. 2002. Fractal geometry predicts varying body size scaling relationships for mammal and bird home ranges. *Nature*, 418:527-530.
- Hebblewhite, M., C. A. White., C. G. Nietvelt., J. A. McKenzie., T. E. Hurd., J. M. Fryxell., S. E. Bayley y P. C. Paquet. 2005. Human activity mediates a tropic cascade caused by wolves. *Ecology*, 86:2135-2144.
- INEGI. 1995. *Síntesis geográfica de Baja California Sur. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática*. México.
- Jetz, W., C. Carbone, J. Fulford y J. H. Brown. 2004. The scaling of animal space use. *Science*, 306:266-268.
- Jorgensen, C. D., G. B. Schadlje y R. L. Urry. 1982. A method for continuously monitoring sperm production by deer mice (*Peromyscus maniculatus*). *Journal of Mammalogy*, 63:491-495.
- Kelt, D. A. y D. H. Van Vuren. 2001. The ecology and macroecology of mammalian home range area. *American Naturalist*, 157:637-645.
- Kenward, R. E. 2001. *A manual for wildlife radiotracking*. Academic Press, London.
- Krebs, C. J. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monography*, 36:239-273.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología de la distribución y la abundancia*. Harla. 2ª ed. México.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row, New York.
- Krebs, C. J. y J. H. Meyer. 1974. Population cycles in small mammals. *Advances in Ecological Research*, 8:267-399.
- Krebs, C. J., B. L. Keller y R. H. Tamarin. 1969. *Microtus* populations biology demographic changes in fluctuating population of *M. ochrogaster* and *M. pennsylvanicus* in Southern Indiana. *Ecology*, 50:587-607.
- Kotler, B. P. 1985. Microhabitat utilization in desert rodents: a comparison of two methods of measurement. *Journal of Mammalogy*, 66:374-378.
- León de la Luz, J. L., B. R. Coria y C. M. Estrada. 1996. Fenología floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana*, 35:45-64.
- Lima, S. L. y P. A. Zollner. 1996. Towards a behavioral ecology of ecological landscapes. *Trends in Ecology and Evolution*, 11:131-135.
- M' Closkey, R. T. y F. Fieldwick. 1975. Ecological separation of sympatric rodents (*Peromyscus* and *Microtus*). *Journal of Mammalogy*, 56:119-129
- Madison, M. O. 1978. Movements indicators of reproductive events among females meadow voles as revealed by radiotelemetry. *Journal of Mammalogy*, 59:835-843.
- Matthiopoulos, J. 2003. The use of space by animals as a function of accessibility and preference. *Ecological Modelling*, 159:239-268.
- Maza, B. G., N. R. French y A. P. Aschwanden. 1973. Home range dynamics in a population of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 54:405-415.
- O'Farrell, M. J. 1980 Spatial relationships of rodents in a sagebrush community. *Journal of Mammalogy*, 61:589-601.

- Ortega-Rubio, A., H. Romero-Schmidt., S. Arguelles-Méndez, R. Coria Benel y F. Solis-Marin. 1993. Livestock exclusion: consequences on nocturnal rodents in Baja California Sur. *Revista Biológica Tropical*, 41:907-909.
- Price, M. V. 1978. The role of microhabitat in structuring desert rodent communities. *Ecology*, 59:624-626.
- Price, M. V. y W. S. Longland. 1989. Use of artificial seed patches by heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 70:316-322.
- Price, M. V. y N. M. Waser. 1985. Microhabitat use by heteromyid rodents: effects of artificial seed patches. *Ecology*, 66:211-219.
- 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*, 60:223-240.
- Rojas, M. A. 1984. *Descripción del microhábitat de cinco especies de ratones de la Sierra del Ajusco*. Tesis licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rozenweig, M. N. y J. Wilnakur. 1969. Population ecology of desert rodent communities: habitats and environmental complexity. *Ecology*, 50:559-572.
- Salinas, Z. C., A. Leyva, D. Llunch y E. Díaz. 1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur, México. *Atmósfera*, 3:217-237.
- Santillán, O. H. 2000. *Estudio del microhábitat de heterómidos de matorral sarcocaula, en La Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de licenciatura. ENEP-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Shenbrot, G. I., B. R. Krasnov y K. A. Rogovin. 1999. *Spatial ecology of desert rodent communities*. Springer Verlag, New York.
- Statistica. 2003. *Statistica program Data Analysis, ver. 6.0*. Stata soft Inc. Tulsa Oklahoma, USA.
- Stickel, L. 1954. A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. *Journal of Mammalogy*, 35:1-15.
- Thompson, S. D. 1987. Resource availability and microhabitat use by Merriam's kangaroo rats, *Dipodomys merriami*, in the Mojave Desert. *Journal of Mammalogy*, 68:256-265.
- Turchin, P. 1998. *Quantitative analysis of movement*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, M. A.
- Vázquez, M. del R. 2000. *Estudio sobre la arquitectura de las madrigueras de Chaetodipus baileyi (Rodentia: Heteromyidae) en la zona norte de La Paz, Baja California Sur, México*. Tesis de licenciatura. ENEP-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Wiegand, T., K. A. Moloney, J. Naves y F. Knauer. 1999. Finding the missing link between landscape structure and population dynamics: a spatially explicit perspective. *American Naturalist*, 154:605-627.
- Whitehead, H. y L. Rendell. 2004. Movements, habitat use and feeding success of cultural clans of South Pacific sperm whales. *Journal of Animal Ecology*, 73:190-196.