



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

INSTITUTO DE ECOLOGÍA

**Dinámica poblacional y estructura de la
comunidad de pequeños mamíferos de la
región Janos-Casas Grandes, Chihuahua**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

JUAN CRUZADO CORTÉS

DIRECTOR DE TESIS: DR. GERARDO CEBALLOS GONZÁLEZ

MÉXICO, D. F.

FEBRERO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



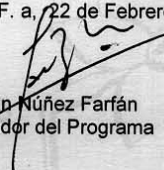
Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 26 de Noviembre de 2007, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** del alumno **JUAN CRUZADO CORTÉS** con número de cuenta **504009392** con la tesis titulada **"Dinámica poblacional y estructura de la comunidad de pequeños mamíferos en la región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua"**, realizada bajo la dirección del **DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZALEZ**.

Presidente: DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA
Vocal: DR. JOAQUÍN ARROYO CABRALES
Secretario: DR. RODRIGO ANTONIO MEDELLÍN LEGORRETA
Suplente: DRA. ELLA GLORIA VÁZQUEZ DOMÍNGUEZ
Suplente: DR. FERNANDO ALFREDO CERVANTES REZA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a 22 de Febrero de 2008.


Dr. Juan Núñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

La realización de la presente tesis fue posible gracias al apoyo financiero de CONACYT, DEGP y FUNDACIÓN TELMEX que apoyaron con una beca de estudios.

La Universidad Nacional Autónoma de México apoyó el financiamiento del proyecto mediante la Dirección General de Asuntos de Personal Académico DGAPA IN225999

Gracias al Instituto de Ecología y en especial al Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Dr. Gerardo Ceballos por todo el apoyo en todas las etapas.

Se reconoce a los miembros del Comité Tutoral:

Dr. Gerardo Ceballos Gonzalez

Dr. Rodrigo Medellín Legorreta

Dr. Joaquín Arroyo Cabrales

Se reconoce a los miembros del Jurado:

Dr. Víctor Sánchez - Cordero Dávila

Dr. Fernando Cervantes Reza

Dra. Ella Vázquez Domínguez

DEDICATORIA

A MIS PAPÁS:

*Me enseñarán a volar,
pero no volaré su vuelo.*

*Me enseñarán a soñar,
pero no soñaré su sueño.*

*Me enseñarán a vivir,
pero no viviré su vida.*

*Sin embargo...
en cada vuelo,
en cada sueño,
en cada vida,
perdurará siempre la huella
del camino enseñado.*

A MANÉ

Mi compañera en este viaje llamado vida.

Nimitz nequite Cochoztintli.

Después de cada logro hay un nuevo reto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer al Dr. Gerardo Ceballos el haberme dado la oportunidad y el privilegio de estar en su laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre, por su amistad y sus enseñanzas que sin duda me permitieron crecer no sólo académicamente sino personalmente.

Hubo dos personas de las cuales aprendí muchas cosas y tuvieron la paciencia para mostrarme el maravilloso mundo de la pradera, el primero es Jesús Pacheco quién me proporcionó una plataforma en la cual ya llevaba muchos años trabajando y así fue más sencillo el trabajo de campo y sobre todo su valiosa ayuda para la elección de los sitios de muestreo, la identificación de los ratones, el marcaje, pero sobre todo por su amistad. El segundo es Rurik List quién pacientemente me mostró los secretos de Janos, sus paisajes, sus animales y sus enseñanzas permitieron que yo mejorara día a día; su ayuda en el trabajo de campo también fue muy importante y también me enseñó a que no todo lo que se colecta tiene que depositarse en una colección científica.

El equipo de campo no estaría completo sin Georgina Santos y Patricia Manzano, quienes fueron el complemento para que las estancias en Janos fueran más agradables. Gracias a Geo por enseñarme a identificar la herpetofauna de Janos, que sin duda será muy importante en mi formación profesional, pero sobre todo en su preocupación por mí.

Quiero agradecer a las demás personas que me ayudaron en el trabajo de campo, sin la ayuda de ellos hubiera sido muy difícil. Primeramente Benjamín Vieyra mi maestro de campo, Martha Garduño, Erica Marcé, Yolanda Domínguez, Edmundo Huerta, Manuel Grossellet, Elsa, Anne Monet, Beto y Hugo de la Facultad de Ciencias, Héctor Gómez de Silva, Beatriz Hernández y Alejandra de Villa.

Mis compañeros de laboratorio se convirtieron en una segunda familia y su amistad es lo mejor que me llevo del laboratorio, como olvidar el trabajar en campo con muchos de ustedes, las pláticas, los partidos de fútbol, las sobremesas y sobre todo su amistad. Correré el riesgo de nombrarlos a todos: Gerardo, Chucho, Rurik, Giselle, Yola, Bety, Cuau, Heliot, Segundo, Alejandra, Geo, Melissa, Pablo, María, Andrea, Emmanuel, Felipe, Luli, Paulina, los queretanos Lalo y Rodrigo, Nallely, Ana Davidson, Benjas, Sandra, Ana Laura, Edgar, Mari José, Gerardo Carreón, Claudia, Yazmín, Eduardo Espinosa, Anita, Miguel Amin, Gerardo Suzan, Erica, Federico Chinchilla, Anne y Martha. También quiero agradecer a los vecinos del laboratorio del Dr. Medellín: el Dr. Medellín, Osiris, Rafa, Memo, Ana, Claudia, Mundo, Alejandro Nisino, Bernal, Ragde, Jorge Vargas, Héctor, José Luís, Horacio, Karina, Gerardo, Toño, Leonardo y todos los nuevos. Y a todos los que involuntariamente olvide mencionar.

Y como olvidarme de los tropicosos y la vaca que cada viernes era pretexto para reunirnos y pasárnoslas bien: los ticos Bernal y Ragde que tuvieron la iniciativa de esta etapa; Felipe y Marina (y ahora también Chico) que la continuaron; Heliot y Penélope que los considero dos personas extraordinarias y una pareja maravillosa; María y Andrea con su agradable compañía, Cuau, Claudia y Segundo siempre tan puestos y con algo que contar y finalmente, Libertad, Juan, Alejandro y Vivian.

Compañeros: Que honor haber compartido el laboratorio con ustedes.

Quiero agradecer a los miembros del comité tutorial: Dr. Gerardo Ceballos, Dr. Rodrigo Medellín y Dr. Joaquín Arroyo por sus comentarios, su apoyo pero sobre todo por haber mejorado el contenido de esta tesis.

Agradezco también a los miembros del jurado: Dr. Víctor Sánchez Cordero, Dr. Rodrigo Medellín, Dr. Fernando Cervantes, Dr. Joaquín Arroyo y Dra. Ella Vázquez por la prontitud en revisarme el manuscrito y por los aportes tan importantes a la tesis que sin duda fueron para mejorar significativamente.

Gracias a Rurik List y Pablo Ortega por sus comentarios y sus observaciones y a Jesús Pacheco por compartir conmigo sus datos no publicados.

Un agradecimiento especial a Emmanuel Rivera (y Paulina) por toda su ayuda con los trámites mientras yo no estuve, sin su ayuda no hubiera podido titularme.

Gracias a los amigos en mi segunda etapa en Janos: Alejandra y Rafa por su compañía durante horas y horas en la pradera; a Lalo y las largas sesiones de fotografía, a Rodrigo aunque nos haya abandonado por andar con su harem de vacas, a Emmanuel que completó el *Dream Team*, a Ana Davidson que me permitió ver de manera distinta a la pradera y finalmente a Ed y Alfredo.

Finalmente agradezco a mi familia: mis hermanos Rafael y Leonel, mi cuñada Tania y mis sobrinos Leonel (Padawan) y los gemelos Diego y Dany (los Cuervos) pero sobre todo a mis papás que durante años y años me apoyaron en todo momento, principalmente en los más difíciles. Para ellos está dedicada esta tesis.

Por último agradezco a Mané, mi compañera de viaje y esposa por haberme dado el último impulso y el aliciente más fuerte para que terminara este trabajo. A ella también está dedicada esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES.....	7
OBJETIVOS.....	9
HIPÓTESIS.....	9
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
Localización regional.....	10
Características fisiográficas.....	11
Vegetación.....	12
Fauna.....	13
Sitios de muestreo.....	13
MÉTODOS.....	15
Diseño de trampeo.....	15
Tratamiento de individuos capturados.....	15
Dinámica poblacional.....	16
Índice de diversidad.....	18
RESULTADOS.....	19
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD.....	19
Composición, riqueza y abundancia de especies.....	19
Curva de acumulación de especies.....	26

Índice de diversidad.....	27
Masa corporal.....	28
Biomasa.....	29
Densidad.....	30
Movimientos.....	31
DINÁMICA POBLACIONAL.....	33
HETERÓMIDOS.....	33
<i>Chaetodipus hispidus</i>	34
<i>Chaetodipus intermedius</i>	38
<i>Perognathus flavus</i>	42
<i>Dipodomys merriami</i>	49
<i>Dipodomys ordii</i>	54
<i>Dipodomys spectabilis</i>	59
CRICÉTIDOS.....	67
<i>Neotoma albigula</i>	68
<i>Onychomys arenicola</i>	73
<i>Onychomys leucogaster</i>	77
<i>Peromyscus eremicus</i>	82
<i>Peromyscus maniculatus</i>	87
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	91
LITERATURA CITADA.....	94

RESUMEN

Se evaluó la riqueza, abundancia, composición y diversidad de los pequeños mamíferos terrestres asociados al pastizal con colonias de perros llaneros y el matorral de mezquite en la región de Janos-Casas Grandes de julio de 2000 a noviembre de 2001. Se describieron los patrones demográficos y espacio-temporal de las especies más abundantes en ambos hábitats. Se registraron un total de 951 individuos de 17 especies. En mezquite se registraron 806 individuos de 16 especies, la especie con más capturas fue *Dipodomys merriami*. Para pastizal se registraron 145 individuos de 8 especies, las que presentaron más capturas fueron *Perognathus flavus* y *Dipodomys spectabilis*. El éxito de captura promedio en mezquite fue de 21.64%, por el contrario el pastizal tuvo un éxito de captura de 3.53%. En cuanto a la masa corporal la especie más grande alcanza los 145 gr. y la especie más pequeña 8.42 gr. La biomasa total en mezquite fue de 2304.78 gr/Ha, *D. merriami* contribuye con la mitad de biomasa; en pastizal la biomasa fue de 436.59 gr/Ha y *D. spectabilis* constituye cerca del 90%. El promedio de densidad en mezquite fue de 43.73 ind/ha y en pastizal fue de 7.62 ind/ha. La densidad presenta los valores más altos en verano y otoño, siguiendo los patrones de precipitación, en cambio en invierno muchas de las especies disminuyen considerablemente su actividad debido a las bajas temperaturas, principalmente los heterómidos pequeños. Las especies de ratas canguro y los cricétidos presentan actividad todo el año aunque en invierno también disminuyen sus densidades. En mezquite el índice de diversidad fue 1.7; la diversidad máxima 2.77 y la equitatividad 0.61; en pastizal el índice de diversidad fue 1.19 la diversidad máxima 2.07 y la equitatividad 0.57. Existe una gran diversidad específica de pequeños mamíferos en la región los cuales presentan una gran variedad ecológica y morfológica.

ABSTRACT

I evaluate the richness, abundance, composition and diversity of small mammals associated with grassland with prairie dogs colonies and mesquite shrub in the region of Janos-Casas Grandes from July 2000 to November 2001. I described the demographic patterns and space-time of the most abundant species in both habitats. I recorded a total of 951 individuals from 17 species. In mesquite I recorded 806 individuals from 16 species, the species with more catches was *Dipodomys merriami*. For grassland there were 145 individuals from 8 species, which had more catches were *Perognathus flavus* and *Dipodomys spectabilis*. The success of mesquite catch average was 21.64%, in contrast grassland has been successfully capture 3.53%. As for body mass largest species reaches 145 gr. and the smallest species 8.42 gr. The total biomass in mesquite was 2304.78 gr/Ha, *D. Merriami* contributes half of biomass; in grassland biomass was 436.59 gr/Ha and *D. Spectabilis* is about 90%. The average density in mesquite was 43.73 ind / ha and grassland was 7.62 ind / ha. The density shows the highest values in summer and fall, following the pattern of rainfall, while in winter many of the species greatly diminish their activity due to low temperatures, mainly heteromyids small. The species of kangaroo rats and cricetid mice presented activity throughout the year but in winter also diminish their densities. Mesquite's diversity index was 1.7, the highest diversity 2.77 and 0.61 evenness index; grassland's diversity index was 1.19 highest diversity 2.07 and 0.57 evenness index. There is a wide range of specific small mammals in the region which are very diverse ecological and morphological.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas desérticos son considerados como áreas de gran diversidad biológica. Esta diversidad se caracteriza porque muchas especies mantienen a poblaciones excepcionalmente estables a pesar de fluctuaciones imprevisibles en el ambiente (Zeng y Brown, 1987; Brown y Zeng, 1989). El agua está raramente disponible en estos sistemas, lo que ha llevado a que plantas y animales que habitan en estos ambientes, presenten características morfológicas y fisiológicas que les permiten prosperar en un ambiente caracterizado por el estrés hídrico (Ghobrial y Tour, 1975). En este sentido, un grupo especialmente importante lo constituyen los roedores que presentan una alta diversidad de formas. Se ha indicado que la repartición de recursos facilita la coexistencia de especies de roedores en las zonas áridas, así los roedores del desierto son grupos de especies especialmente importantes para los estudios de coexistencia, competencia y estructura de la comunidad en estos ambientes (Heske et al., 1994; Clary *et al.*, 2002).

EL DESIERTO CHIHUAHUENSE

El desierto Chihuahuense es un área enorme con cerca de 650,000 km², es el desierto de mayor extensión de Norteamérica. Contiene una gran variedad hábitats que albergan muchas especies de plantas y animales y es considerado como una de las regiones áridas con mayor diversidad biológica en el mundo, pero también una de las más amenazadas (Hoyt, 2002).

El desierto Chihuahuense abarca desde el sur de Nuevo México a través del oeste de Texas y el norte de México en la región del altiplano mexicano en los estados de Chihuahua, Coahuila, suroeste de Nuevo León, noreste de Durango, Zacatecas, Tamaulipas y San Luís Potosí. Esta limitado al este por la Sierra Madre Oriental y al oeste por la Sierra Madre Occidental. Los límites al norte y al sur son más difíciles de definir, usualmente se basan en diagnósticos indicadores de clima, vegetación o comunidades animales. Presenta un gran número de cuencas son el resultado del drenado de lagos salinos efímeros conocidos como playas. Las dunas están compuestas de arena de yeso de cuarzo y son comunes a lo largo del desierto, mientras los rasgos volcánicos aumentan la complejidad del paisaje (Hoyt, 2002).

La variada geología alberga un mosaico de comunidades vegetales arbustivas de mezquite (*Prosopis glandulosa*) y gobernadora (*Larrea tridentata*) y pastizales en elevaciones bajas, hasta bosques de coníferas en elevaciones altas. Dos características hacen única la región del Desierto Chihuahuense: la primera es la enorme diversidad de yucas y agaves; uno de los agaves, *Agave lechuguilla* es considerada especie diagnóstica primaria del Desierto Chihuahuense. La segunda son los vastos pastizales templados (praderas) en las elevaciones medias (Hoyt, 2002).

LOS PASTIZALES TEMPLADOS

Los pastizales templados o praderas son áreas dominadas por pastos y hierbas donde las especies leñosas son escasas o están ausentes. En Norteamérica, estos sistemas alguna vez fueron uno de los biomas más extendidos, pero actualmente han experimentado una gran transformación a nivel continental, debido a la alta productividad de sus suelos, lo que aunado a su topografía plana y a su carencia de árboles, han hecho de los pastizales sitios ideales para el desarrollo de la agricultura y la ganadería (Manzano y List, 2006). En la actualidad presentan una reducción y son considerados de los más amenazados y menos protegidos a nivel mundial (Coupland, 1979; Knopf, 1994; Weltzin *et al.*, 1997).

La reducción del hábitat, la fragmentación y el aislamiento de ecosistemas nativos sigue siendo una de las amenazas más grandes a la diversidad biológica. Aunque los biólogos de la conservación se centran a menudo en los efectos de la fragmentación de bosques nativos, una amplia variedad de otros tipos de ecosistemas también sufre la continua reducción de tamaño y la fragmentación. La pérdida en la conectividad y en la diversidad biológica ha sido especialmente severa para los ecosistemas de praderas de los grandes llanos de Norteamérica. Entre los ecosistemas una vez dominantes de las grandes planicies, las praderas de pastos altos ahora ocupan menos el de 5% de su distribución histórica (Steinauer y Collins, 1996).

Los pastizales de la región del Desierto Chihuahuense son ecológica y económicamente importantes. Esos pastizales son de gran valor debido a las actividades agrícolas-ganaderas, sus recursos faunísticos, hidrológicos y recreativos, así como a su diversidad biológica (Abbott, 2006).

LOS PERROS LLANEROS

Uno de los elementos biológicos más notables de las praderas de Norteamérica lo constituyen los perros llaneros (*Cynomys* spp.). Sus colonias han sido características prominentes del paisaje de las grandes praderas desde el periodo pleistoceno (Goodwin, 1995). Las características distintivas de las colonias de perros llaneros son los pastos cortos, debido al pastoreo de estos animales, y los microclimas y refugios producidos por sus madrigueras. Se ha indicado que las colonias de perros llaneros albergan numerosas especies de plantas y animales. Sin embargo, estos ecosistemas y sus comunidades nativas se han reducido en tamaño y se encuentran dispersas dentro de una matriz dominada por hábitat humano (Miller et al., 1994, 1994; Stapp, 1998; Kotliar, 2000).

A principios del siglo XX, las colonias de perros llaneros de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) ocupaban entre 45 y 100 millones de hectáreas de pastizales en Norteamérica. Actualmente su distribución ha cambiado drásticamente, reduciéndose a menos de 600,000 ha., en colonias fragmentadas y aisladas (Knowles, 1998; Ceballos et al., 1999; Marcé, 2001; Molinero y Cully, 2001; Marsh, 1984; Miller et al., 1994; Reading et al., 1989; Whicker y Detling, 1988).

Esta especie es considerada una especie ecológicamente clave (Ceballos et al. 1993; Kotliar, 2000; Kotliar et al., 1999; Miller et al., 2000). Al establecerse en colonias de miles de individuos, con sus actividades, especialmente por la construcción de sus madrigueras y la remoción de vegetación, causan profundos impactos que modifican el paisaje e inducen un incremento en la diversidad biológica regional tanto de flora como de fauna (Campbell y Clark, 1981; O'Meilia et al., 1982; Coppock et al., 1983a; Coppock et al., 1983b; Agnew et al., 1986; Kruger, 1986; Archer et al., 1987; Reading et al., 1989; Miller et al., 1990; Sharp y Uresk, 1990; Cid et al., 1991; Miller et al., 1994; Ceballos et al., 1999; Pacheco et al., 2006). Así, mientras las colonias activas de perros llaneros favorecen la presencia de muchas especies (List y Macdonald, 1998; Manzano-Fischer et al., 1999; Reading et al., 1989; Pacheco et al., 2006; Santos-Barrera y Pacheco-Rodríguez, 2006), la desaparición de los pastizales y en particular de las colonias de perros llaneros ha originado la reducción de muchas especies de plantas y animales, poniendo en peligro a varias especies de vertebrados que requieren del tipo de ambiente promovido por el perro llanero (Clark, 1989; Knopf,

1994; Weltzin *et al.*, 1997). Por lo anterior, el ecosistema de los perros llaneros es una de las principales prioridades de conservación en Norteamérica.

En México ocurre el límite sureste de la distribución del género, con una de las poblaciones más grandes de perros llaneros de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) que persiste en Norteamérica (20,000 Ha). Esta colonia conocida como Complejo Janos Casas-Grandes se localiza en el Municipio de Janos, Chihuahua a 75 Km al sur de la frontera entre México y Estados Unidos e incluye áreas representativas de los pastizales y de la Sierra Madre (Ceballos *et al.*, 2005). El área ocupada por las colonias de perros llaneros y áreas contiguas y mantiene una fauna muy diversa, que incluye 300 especies de vertebrados de las cuales 7 son anfibios, 28 reptiles, 218 aves y 47 mamíferos (Manzano y List, 2006; Pacheco *et al.*, 2006; Santos-Barrera y Pacheco-Rodríguez, 2006).

ANTECEDENTES

La estructura de las comunidades de roedores en el desierto es un tema complejo. Actualmente se han propuesto varias hipótesis para ayudar a explicar esta estructura. Una es la hipótesis de la selección del microhábitat por las diferentes especies de roedores (Rosenzweig y Winakur, 1969; Rosenzweig, 1973; Price, 1978). En ésta, la disponibilidad de microhábitat (complejidad de hábitat) parece explicar parcialmente la estructura de la comunidad de los roedores en los desiertos. Otra hipótesis está relacionada con la disponibilidad de los recursos (alimento). Whitford (1976) encontró que la mayoría de las especies “residentes” de pequeños mamíferos responden a cambios en la precipitación y producción primaria. Brown y Munger (1985) mostraron que las poblaciones de varias especies de rata canguro (*Dipodomys*) aumentan cuando existe alimento disponible y que hay un decremento en la densidad de los granívoros pequeños y un aparente efecto sobre las poblaciones de especies omnívoras. Una tercera hipótesis está relacionada con la competencia. En el desierto Chihuahuense, los roedores granívoros son considerados como especies clave para explicar las modificaciones en los sistemas edáficos y vegetales. Por otro lado, afecta a otros herbívoros, incluyendo a miembros de la comunidad de roedores (Brower *et al*, 1987; Brown y Heske, 1990; Brown y Munger, 1985). Ya que muchas de las interacciones intraespecíficas parecen estar influenciadas por los niveles de los recursos, esta hipótesis podría ser considerada como una derivada de la anterior.

En los sistemas naturales, la selección del microhábitat por parte de las especies de roedores y el nivel de los recursos son los factores más variables y directamente relacionados con las lluvias. Brown y Zeng (1989) en su estudio comparativo de 11 especies de roedores en el desierto Chihuahuense, encontraron que la mayoría de las densidades de las poblaciones están positivamente relacionadas con las fluctuaciones de la lluvia de año en año, lo que sugiere que ellos responden en forma similar a las variaciones interanuales de la precipitación, producción primaria y disponibilidad en los recursos alimentarios. Brown y Heske (1990) identificaron tres patrones independientes de variación en la composición de las especies: una tendencia de largo plazo, un patrón repetitivo de cuatro a cinco años que parece corresponder con los efectos climáticos de las oscilaciones sureñas de El Niño y con un ciclo anual. Heske

et al. (1994), propusieron que las fluctuaciones de largo plazo en la abundancia de los roedores refleja la influencia de las condiciones ambientales dentro de las regiones. Todo esto hace difícil delinear una relación causa efecto entre la precipitación, producción primaria, disponibilidad de recursos y la estructura de las comunidades de roedores. Por lo tanto el papel de la disponibilidad de los recursos en la estructura de las comunidades de roedores está lejos de ser clara.

Heske *et al.* (1994) sugirieron que la repetición de estudios ecológicos bajo las más diversas condiciones posibles puede ayudar a aclarar el papel que tiene la disponibilidad de los recursos. La mayoría de los estudios, sin embargo, tienen que ver sólo con un hábitat y una comunidad de roedores. Rara vez se tienen dos o más hábitat diferentes cercanos bajo el mismo régimen de lluvias y sus respectivas comunidades de roedores estudiándose simultáneamente. Tal diseño de trabajo reuniría mejor las sugerencias de Heske *et al.* (1994), ya que filtraría mucho de los problemas que resultaran de comparar estudios separados espacial y temporalmente. Los resultados de tales estudios comparativos podrían ayudarnos a probar la hipótesis del nivel de recursos y posteriormente a entender como éste y la precipitación afecta la estructura de la comunidad de roedores.

Whitford (1976) estudió la comunidad de roedores en dos tipos de hábitat en Nuevo México, un matorral y un pastizal. A pesar de que presentó datos sobre la densidad y diversidad entre las dos áreas, su trabajo se centró en describir los cambios en las especies individuales en el tiempo. Clary *et al.* (2002) realizaron un estudio en el desierto Chihuahuense en Nuevo México en donde compararon la composición, la densidad, la influencia de la cobertura de la vegetación y la influencia que tiene la lluvia en las comunidades de pequeños mamíferos en 12 hábitats distintos. Hernández *et al.* (2005) también realizaron un estudio comparando dos distintos hábitats del desierto Chihuahuense: Mezquite y Pastizal en los cambios de la estructura de la comunidad de roedores en la Reserva de la Biosfera de Mapimí de 1996 a 2001, encontrando diferencias significativas entre ambos hábitat. Los resultados de estos estudios podrían ayudarnos a entender el funcionamiento de las comunidades bajo el mismo régimen de lluvia en distintos hábitats de una misma región, como lo propusieron Heske *et al.* (1994), contribuyendo en este trabajo con el estudio en los pastizales con perros llaneros y el matorral de mezquite cercano.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la dinámica de poblaciones y la estructura de la comunidad de pequeños mamíferos en los pastizales con colonias de perros llaneros y mezquiales de la región de Janos, Chihuahua.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la composición, riqueza y abundancia de especies, así como la diversidad de pequeños mamíferos en pastizal con colonias de perros llaneros (pastizal) y matorral de mezquite (mezquite), así como la variación que éstas presentan a lo largo del tiempo.
- Describir los patrones demográficos y espacio-temporales de las especies más abundantes en ambos hábitats.

HIPÓTESIS

Bajo el mismo régimen climático, dos hábitats contiguos mostraran diferencias en la estructura de la comunidad de pequeños mamíferos como consecuencia de la variación de la estructura del hábitat. Así, debido a la mayor complejidad estructural del mezquital se esperaba registrar diferencias significativas entre el mezquital y el pastizal en los diferentes atributos de la comunidad y en los parámetros poblacionales.

- El mezquite y el pastizal presentan una diferente composición de especies.
- El mezquite presenta mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies que el pastizal.
- El mezquite presenta una mayor densidad y biomasa de pequeños mamíferos que el pastizal.
- Las poblaciones presentan una fluctuación a lo largo del tiempo conforme al régimen de lluvias.

ÁREA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN REGIONAL

El área de estudio esta situada en pastizales y matorrales que se extienden al noroeste del estado de Chihuahua a aproximadamente 75 kilómetros al sur de la frontera con Estados Unidos (aproximadamente $30^{\circ} 50' N$, $108^{\circ} 25' W$ a una altitud de 1,380 metros sobre el nivel del mar). Colinda al norte con Nuevo México, EUA., al este con Ascensión, al sur con Galeana y al oeste con Sonora. (Fig. 1) El área incluye uno de los complejos poblacionales de perros llaneros más grande de Norteamérica, conocido como el Complejo Janos-Casas Grandes con cerca de 20 mil hectáreas (Ceballos *et al.*, 1999, 2005).



Fig. 1 Área de estudio en la Región Janos-Casas Grandes

El área de Janos - Casas Grandes es un mosaico de vegetación, que además de los pastizales también incluye matorrales de mezquite, choya y gobernadora, zonas riparias y el ecotono entre el bosque de encino y el pastizal de las laderas montañosas. Es también un mosaico cultural, donde se mezclan diferentes grupos como son los menonitas, mormones, ejidatarios provenientes de diferentes partes del país y una creciente población urbana (Manzano y List, 2006).

La última década ha llovido menos que el promedio anual, lo cual ha agregado una presión extra a los pastizales. Debido a que los índices de agostadero en la región son fijos independientemente de la intensidad de las lluvias, el número de cabezas de ganado se ha mantenido igual a pesar de haber menos alimento disponible. Esto ha causado un notable sobrepastoreo, que a la vez ha resultado en la erosión del suelo y en cambios en la composición de la vegetación. A consecuencia del sobrepastoreo y de la pérdida de los perros llaneros, el pastizal se está transformando en un matorral, lo que origina la pérdida de las especies que dependen del pastizal para sobrevivir, pero también reduce el potencial económico de los habitantes (Manzano y List, 2006).

CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

El sitio está comprendido entre las altiplanicies de la parte septentrional del estado y la cordillera de la Sierra Madre Occidental; la primera parte está formada por extensas llanuras de tipo estepario y sus montes son de baja altura entre Janos y Casas Grandes. El clima es árido con veranos calientes e inviernos fríos. Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981) el clima es seco extremo (Bskw (e')) con veranos cálidos e inviernos fríos. La humedad relativa es del 45%. La temperatura máxima es de 50° C en verano y los inviernos son fríos con una temperatura mínima de -15° C; la temperatura media anual es de 15.7° C y la oscilación térmica entre el mes más frío y el mes más caliente es mayor de 14° C. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, con cierta frecuencia de heladas y nevadas en los meses más fríos (Rzedowski, 1981). La precipitación media anual es de 307 milímetros con regímenes de lluvia de verano, principalmente julio y agosto y en menor grado durante el invierno (Fig. 2; Ceballos *et al* 2005; Manzano-Fischer, *et al*, 2006). El uso predominante de suelo es ganadero y agrícola. La tenencia de la tierra es privada y también ejidal.

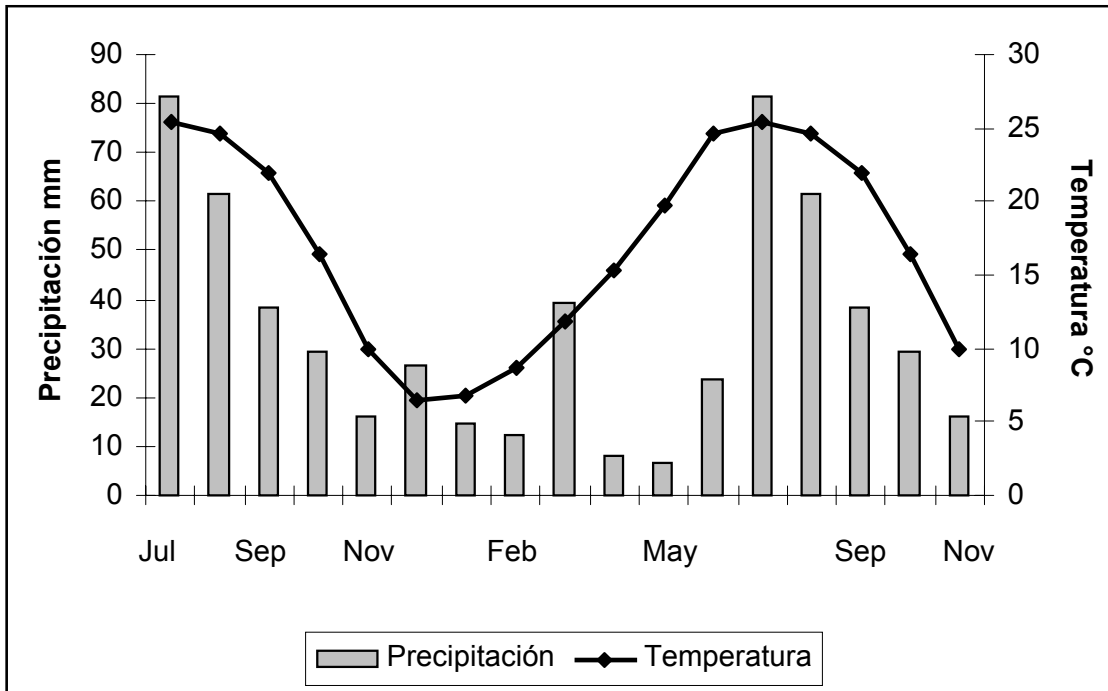


Fig. 2 Precipitación y temperatura promedio mensual.

Fuente: CNA

VEGETACIÓN

Los tipos de vegetación principales son los pastizales y los matorrales áridos, pero también existen manchones de vegetación riparia y pequeños humedales. En los pastizales, las especies dominantes son *Bouteloa gracilis*, *B. barbata*, *B. hirsuta*, *B. aristoides*, *Aristida adsencionis*, *Panicum obtusum*, *Eragrostis* sp, *Hilaria mutica*, *Solanum heterodoxum*, *Portulaca subfrutescens*, *Molugo verticillata* y *Chamasycea surrula*; en el mezquital las especies más comunes son *Prosopis glandulosa*, *Opuntia* sp, *Hoffmenseggia glauca*, *Chamasycea* sp, *Erodium cicutarium*, *Astragalus* sp, *Salsola kali*, *Tidestromia languinosa* y *Cucurbita digitata*. Grandes extensiones de pastizales y de matorral desértico micrófilo han sido transformadas en campos de cultivo. El pastizal natural comprende cerca del 65% de la superficie regional, seguida del mezquite con 25%, vegetación riparia 5% y ecotono pastizal-bosque de encino con 5% (Ceballos *et al* 2005).

FAUNA

En el área se han registrado 300 especies de vertebrados de las cuales 7 son anfibios, 28 reptiles, 218 aves y 47 mamíferos. Este inventario incluye a varias especies que se encuentran en alguna categoría de conservación, como el sapo *Bufo debilis*, el sapo cornudo (*Phrynosoma cornutum*), la víbora de cascabel (*Crotalus* spp), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), el halcón ferruginoso (*Buteo regalis*), el chorlito (*Charadrius montanus*), el puercoespín (*Erethizon dorsatum*), el tlacoyote (*Taxidea taxus*), el bisonte (*Bison bison*) y la zorra norteña (*Vulpes macrotis*) (Pacheco *et al.*, 2006).

SITIOS DE MUESTREO:

Los sitios de muestreo representan los dos tipos de vegetación dominante y se utilizaron los mismos lugares que en el estudio realizado para comparar los principales hábitats en todos los grupos de vertebrados (Pacheco *et al.*, 2006).

Para los sitios de pastizal (Fig. 3) se eligió la colonia más grande del complejo de perros llaneros Janos-Casas Grandes: Colonia El Cuervo con aproximadamente 15,077 ha. En cada localidad se tomó un sitio control y una pseudo réplica, separados 300 metros entre sí, siendo las siguientes localidades:

- | | | |
|----|----------------------------|-------------------------------|
| 1) | Ampliación Casa de Janos | N 30° 43' 12"; W 108° 16' 50" |
| 2) | Labores Rancho el Cuervo | N 30° 40' 52"; W 108° 20' 16" |
| 3) | Colonia Menonita El Cuervo | N 30° 40' 46"; W 108° 17' 17" |
| 4) | Rancho El Cuervo | N 30° 41' 32"; W 108° 17' 04" |

Para el mezquite (Fig. 4) se eligieron las siguientes localidades con sus respectivas pseudo réplicas:

- | | | |
|----|----------------|-------------------------------|
| 1) | Ejido Janos I | N 30° 54' 32"; W 108° 20' 01" |
| 2) | Ejido Janos II | N 30° 54' 14"; W 108° 19' 39" |
| 3) | Ninfay | N 30° 50' 02"; W 108° 30' 21" |
| 4) | Ojitos | N 30° 48' 52"; W 108° 31' 22" |

Estas localidades presentan las áreas de mezquite de mayor tamaño y en algunos casos fueron anteriormente pastizales con colonias de perros llaneros erradicados y que fueron invadidas por mezquite progresivamente, este es el caso del Ninfay.



Fig. 3 Pastizal con colonia de perros llaneros



Fig. 4. Matorral de mezquite (*Prosopis glandulosa*)

Un total de 16 sitios fueron utilizados para este estudio, ocho por cada hábitat.

MÉTODOS

DISEÑO DE TRAMPEO

Los mamíferos pequeños se colectaron mediante trampas Sherman en los dos diferentes hábitats: 8 cuadrantes en pastizal y 8 en mezquite. En cada cuadrante se colocaron 49 trampas espaciadas a intervalos de 10 m. Este tipo de arreglo de las trampas que junto con el método de captura-recaptura permite evaluar diversidad, composición, riqueza, abundancia, biomasa y movimiento de pequeños mamíferos. Las trampas se colocaron a manera de rejilla en un arreglo de 7 X 7, abarcando cada uno de los cuadrantes una área de 0.49 ha; se cebaron con una mezcla de avena, crema de cacahuate y extracto de vainilla y fueron colocadas por dos noches consecutivas, aproximadamente cada dos meses durante la luna nueva.

TRATAMIENTO DE INDIVIDUOS CAPTURADOS

Los ejemplares capturados fueron identificados en el campo a nivel de especie mediante guías (Anderson, 1972; Burt y Grossenheider, 1980), así mismo, en una forma de campo se anotó los siguientes datos: fecha, cuadrante, posición de la trampa en el cuadrante, especie capturada, número de individuo, sexo, estado reproductivo, peso y longitudes total, de la cola, pata trasera y de la oreja, así como observaciones de recaptura. El peso se tomó con pesolas de 100 gramos y 300 gramos; las medidas fueron tomadas con una regla graduada en centímetros. Los individuos fueron liberados en el mismo lugar de captura. Se utilizó el método de captura-recaptura, que consiste en marcar cada organismo del cuadrante mediante un arete con numeración progresiva o mediante ectomización de falanges para las especies de tamaño más pequeño.

Sólo se colectaron ejemplares en casos muy particulares, como los de especies en las que la identificación en el campo no fue posible. En el laboratorio, los individuos colectados se prepararon como ejemplares de museo y se utilizaron claves especializadas para su identificación (Anderson, 1972; Hall, 1981). La estructura de edades se basó en caracteres morfológicos como tamaño, coloración del pelaje y condición reproductiva.

DINÁMICA POBLACIONAL:

El tamaño de la población fue calculado mediante el método del número mínimo de individuos vivos (NMIV: Krebs, 1966). Este método ha resultado ser confiable para pequeños mamíferos en estudios de captura-recaptura porque no es sensible a los cambios en porcentaje de recaptura y toma en cuenta a los individuos que por alguna razón no se capturaron durante un periodo del muestreo pero sí en los subsecuentes.

El éxito de muestreo o de captura se calculó con el número total de capturas de todas las especies dividido entre el número de noches trampa, expresado en porcentaje.

Para encontrar si las especies eran más abundantes en un hábitat, se basó en la abundancia en todos los periodos de muestreo en cada hábitat. Para tal motivo, se realizó una prueba de Wilcoxon.

Para evaluar la representatividad de la muestra entre pastizal y mezquite se elaboraron curvas acumulativas de especies. Las muestras se aleatorizaron ajustándolas 100 veces mediante el programa EstimateS 7.0 (Colwell y Coddington, 1994). Para ajustar las curvas de acumulación de especies se usó la ecuación de Clench: $v_2 = (a \cdot v_1) / (1 + (b \cdot v_1))$ en donde la probabilidad de añadir una nueva especie aumenta hasta un máximo conforme aumenta el esfuerzo de colecta y la experiencia en el campo (Soberón y Llorente, 1993). El ajuste de las curvas se realizó con el programa Statistica 5.1 (StatSoft, 1998) con el método de ajuste Simplex & Quasi-Newton que, según Jiménez y Hortal (2003) es uno de los métodos más robustos.

La densidad poblacional se calculó por especie y por hábitat a partir del área efectiva de trapeo por muestreo y estos resultados fueron promediados entre todos los periodos de muestreo. El área efectiva de trapeo se estimó tomando en cuenta el área cubierta por el cuadrante, más el área que rodea el perímetro del cuadro. El resultado se expresó en número de individuos por hectárea. Para encontrar diferencias entre hábitats, se realizó una ANOVA de una vía.

La masa corporal se calculó promediando el peso corporal de todos los individuos adultos capturados de la misma especie. La biomasa se define como la sumatoria de los pesos de todos los individuos por unidad de área (gr/Ha), para su cálculo se consideró a todos los individuos adultos capturados y el peso de la primera captura de cada muestreo. La biomasa fue calculada por hábitat y por especie durante todo el periodo de muestreo. Para encontrar diferencias significativas entre hábitats, se realizó una ANOVA de una vía.

La proporción de sexos fue calculada para las especies en las que al menos, se capturó un individuo de cada sexo dentro de cada hábitat y fueron comparadas entre sí por una prueba de X^2 .

El reclutamiento es la aparición de nuevos individuos en la población, los cuales se pudieron incorporar ya sea por nacimiento o por migración de zonas cercanas (Ceballos, 1989). En el caso de aparición de nuevos individuos adultos éste se debe a inmigración, mientras que la aparición de jóvenes y subadultos es atribuida al nacimiento y destete dentro del sitio de estudio.

La distribución de clases de edad se realizó para las especies más abundantes y los individuos fueron agrupados dentro de tres clases de edades: adultos, subadultos y jóvenes, con base en sus características morfológicas como tipo de pelaje, tamaño y masa corporal.

La supervivencia de pequeños mamíferos no es fácil de evaluar en poblaciones naturales, porque es difícil determinar si los organismos están dejando de ser recapturados por fallecimiento o por dispersión. Para comparar la permanencia de las especies se tomaron dos medidas relacionadas, que son la persistencia y la residencia. La persistencia es el porcentaje de individuos que sobreviven en el tiempo, para ello se excluyeron los individuos capturados una sola vez y los del último mes de trampeo. La residencia es el promedio de tiempo en el cual los individuos estuvieron presentes en el área de estudio (Ceballos, 1989).

Para conocer los movimientos de los individuos capturados se utilizó el movimiento a largo plazo, que es la distancia promedio total de recapturas a lo largo de todos los periodos de muestreo. El resultado de las distancias promedio de los movimientos de los individuos de las especies más abundantes en recapturas sucesivas nos da el ámbito hogareño de las especies.

Se realizaron Análisis de varianza para comparar entre hábitats y en el tiempo.

Se realizó un una análisis de correspondencia basado en la composición de especies de pequeños mamíferos. Los eigenvalores son de composición y abundancia.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD

Relaciones de abundancia de especies en comunidades:

- 1) Riqueza de especies (S): Número total de especies
- 2) Equitatividad (E): Distribución de la abundancia de especies = H'/H_{max}

Índice de Diversidad de Shannon (H'): $H' = -\sum p_i \ln(p_i)$

Donde p_i es la proporción de la especie i con respecto a la comunidad

$H'_{max} = \ln(S)$ Cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Para comparar los índices de diversidad se utilizó una prueba de t modificada por Hutchenson.

Para todos los análisis estadísticos, se consideró una $P < 0.05$ para que fuera significativo.

RESULTADOS

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

COMPOSICIÓN, RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES

El esfuerzo de captura fue de 10 976 noches trampas en ambos hábitats y se registraron un total de 951 individuos (1382 capturas) de 17 especies de pequeños mamíferos pertenecientes a 10 géneros, 4 familias y 2 órdenes (Cuadro 1).

En el mezquite el esfuerzo de captura fue de 5488 noches/trampa y se registraron 806 individuos de 16 especies. La especie con mas capturas fue *D. merriami* con cerca de la mitad del total de capturas (48.4%) y de individuos por especie (53.4%). Sólo *N. crawfordii* y *S. spilosoma* tuvieron una sola captura; las especies restantes fueron capturadas en más de un sitio y más de un muestreo.

Las especies exclusivas para mezquite fueron *N. crawfordii*, *Ch. intermedius*, *D. merriami*, *P. eremicus*, *P. leucopus*, *O. leucogaster*, *S. fulviverter* y *S. hispidus* (Cuadro 2).

Se registró por primera vez para el área la musaraña del desierto (*Notiosorex crawfordii*), y aunque la zona está dentro de la distribución de la especie, sólo se conocían ejemplares encontrados en regurgitaciones de lechuza en la zona cercana a Ciudad Juárez, aproximadamente a 260 km al noreste (Anderson, 1972; Pacheco *et al* 2000; Cruzado *et al* 2002).

Para pastizal se registraron 8 especies y 145 individuos con un esfuerzo de captura de 5488 noches/trampa. Las especies con mayor incidencia de capturas fueron *P. flavus*, *D. spectabilis* y *O. arenicola* (53.1%, 26.9% y 13.8% respectivamente). *B. taylori* y *P. maniculatus* tuvieron una sola captura; *D. ordii* tuvo tres capturas, pero todas fueron en el mismo sitio y periodo; *S. spilosoma* y *Ch. hispidus* tuvieron dos capturas en sitios y periodos distintos. La única especie exclusiva para pastizal fue *B. taylori* (Cuadro 3).

Cuadro1. Composición de especies

Orden SORICOMORPHA

Familia Soricidae

Notiosorex crawfordii (Coues, 1877)

Orden RODENTIA

Familia Sciuridae

Spermophilus spilosoma Bennett, 1833

Familia Heteromyidae

Chaetodipus hispidus (Baird, 1858)

Chaetodipus intermedius (Merriam, 1889)

Perognathus flavus Baird, 1855

Dipodomys merriami Mearns, 1890

Dipodomys ordii Woodhouse, 1853

Dipodomys spectabilis Merriam, 1890

Familia Cricetidae

Baiomys taylori (Thomas, 1887)

Neotoma albigula Hartley, 1894

Onychomys arenicola Mearns, 1896

Onychomys leucogaster (Wied-Neuwied, 1841)

Peromyscus eremicus (Baird, 1858)

Peromyscus leucopus (Rafinesque, 1818)

Peromyscus maniculatus (Wagner, 1845)

Sigmodon fulviventer J. A. Allen, 1889

Sigmodon hispidus Say & Ord, 1825

Cuadro 2. Riqueza y composición de especies en el Mezquite

Especie	Número de Capturas			% Captura	Numero de individuos			% Individuos
	M	H	Total		M	H	Total	
<i>N. crawfordii</i>	1	0	1	0.1	1	0	1	0.1
<i>P. flavus</i>	26	20	46	3.9	25	17	42	5.2
<i>Ch. intermedius</i>	48	55	103	8.6	43	47	90	11.1
<i>Ch. hispidus</i>	16	10	26	2.2	15	10	25	3.1
<i>D. merriami</i>	315	320	635	53.4	197	193	390	48.4
<i>D. ordii</i>	50	28	78	6.6	24	20	44	5.4
<i>D. spectabilis</i>	70	50	120	10.1	30	42	72	8.9
<i>S. spilosoma</i>	0	1	1	0.1	0	1	1	0.1
<i>P. eremicus</i>	17	17	34	2.8	13	14	27	3.3
<i>P. maniculatus</i>	21	6	27	2.3	16	5	21	2.6
<i>P. leucopus</i>	2	2	4	0.3	2	2	4	0.5
<i>O. arenicola</i>	2	2	4	0.3	2	2	4	0.5
<i>O. leucogaster</i>	41	31	72	6.0	27	25	52	6.5
<i>S. fulviventer</i>	0	4	4	0.3	0	4	4	0.5
<i>S. hispidus</i>	3	0	3	0.2	2	0	2	0.2
<i>N. albigula</i>	17	14	31	2.6	16	11	27	3.3
Total			1189	100			806	100

Cuadro 3. Riqueza y composición de especies en el Pastizal

Especie	Número de Capturas			% Captura	Numero de individuos			% Individuos
	M	H	Total		M	H	Total	
<i>P. flavus</i>	50	35	85	43.8	44	33	77	53.1
<i>Ch. hispidus</i>	1	1	2	1.0	1	1	2	1.4
<i>D. ordii</i>	2	1	3	1.5	2	1	3	2.1
<i>D. spectabilis</i>	34	42	76	39.2	17	22	39	26.9
<i>S. pilosoma</i>	0	2	2	1.0	0	2	2	1.4
<i>B. taylori</i>	0	1	1	0.5	0	1	1	0.7
<i>P. maniculatus</i>	1	0	1	0.5	1	0	1	0.7
<i>O. arenicola</i>	9	15	24	12.4	8	12	20	13.8
Total			194	100			145	100

La especie que presentaron una mayor abundancia significativa en el pastizal fueron *P. flavus* y *O. arenicola*, en tanto que para mezquite fueron *D. merriami*, *Ch. intermedius*, *O. leucogaster*, *D. ordii*, *N. albigula*, *Ch. hispidus*, *P. eremicus* y *P. maniculatus* (Fig. 5).

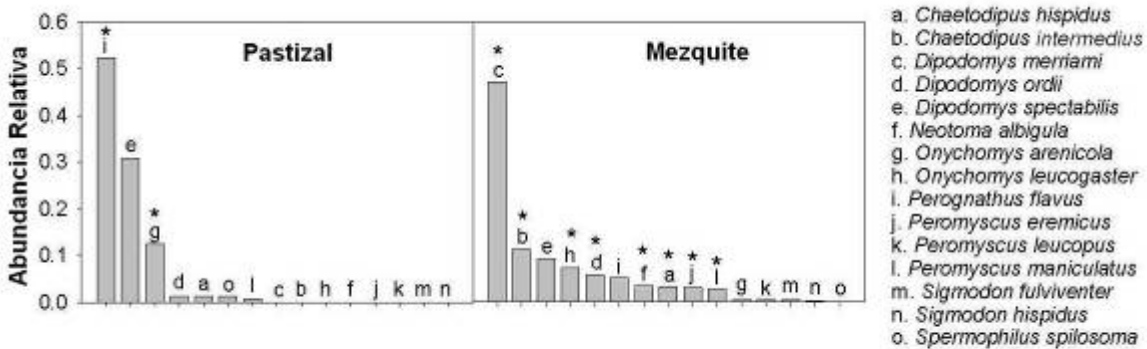


Fig. 5 Especies con mayor abundancia en cada hábitat, Prueba de Wilcoxon.

* P<0.05

En el análisis de correspondencia basado en la composición de especies, el procedimiento de permutación de multirespuestas (MRPP) demostró que en la composición de especies hay una diferencia significativa entre pastizal y mezquite (Fig. 6).

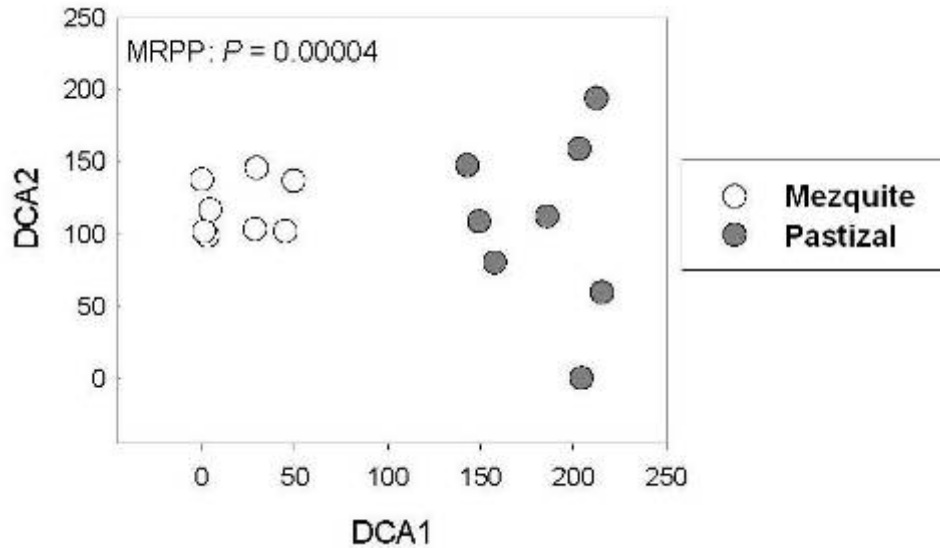


Figura 6. Análisis de correspondencia basado en la composición de especies en ambos hábitats

El éxito de captura en los sitios de mezquite fue de 21.6% en promedio, aunque el mayor éxito de captura en un día se registró en el sitio Ejido Janos 2 (mezquite 4) con un 61.2%, por el contrario los sitios en el pastizal tuvieron un éxito de captura menor, 3.5% con el mismo esfuerzo de captura y en varias ocasiones y sitios el éxito de captura fue de cero (Cuadro 4).

Cuadro 4. Total de capturas, individuos, especies y éxito de captura por hábitat

Hábitat	Noches trampa	No. de capturas	No. de Individuos	Éxito de captura (%)	Numero de especies
Mezquite	5488	1189	806	21.6	16
Pastizal	5488	194	145	3.5	8

En cuanto a sitios por hábitat, el que presentó mayor número de especies y de individuos fue el Ejido Janos 2 con 14 especies totales y 242 individuos, lo que representa un alto número de especies en una localidad; en contraste, el sitio con menor número de especies y de individuos fue la Ampliación Casa de Janos con solamente dos especies, 15 individuos y una sola recaptura (Cuadro 5).

Cuadro 5. Total de capturas, individuos y especies y éxito de captura por sitio

	Sitio	Noches trampa	No. de capturas	No. de Individuos	Éxito de captura (%)	Numero de especies
MEZQUITE	Ejido Janos 1	1372	287	177	20.9	10
	Ejido Janos 2	1372	348	242	25.3	14
	Ninfay	1372	242	174	17.6	10
	Ojitos	1372	312	213	22.7	12
PASTIZAL	Ampliación CJ	1372	16	15	1.2	2
	Labores	1372	99	71	7.2	5
	Rancho Cuervo	1372	59	43	4.3	4
	Colonia Cuervo	1372	20	16	1.5	5

Las especies se consideraron como dominantes si estaban representadas por más del 20% de las capturas, subdominantes de 5 a 19 % ocasionales de 1 a 4 % y raras con menos de 1% (Hernández *et al.*, 2005).

Para mezquite la especie dominante fue *D. merriami*, las especies subdominantes fueron *Ch. intermedius*, *D. ordii*, *D. spectabilis* y *O. leucogaster*, las especies ocasionales fueron *P. flavus*, *N. albigula*, *P. eremicus*, *P. maniculatus* y *Ch. hispidus*. Las especies raras fueron *N. crawfordii*, *S. spilosoma*, *P. leucopus*, *O. arenicola*, *S. fulviventer* y *S. hispidus*.

Para pastizal las especies dominantes fueron *P. flavus* y *D. spectabilis*. Solamente fue subdominante *O. arenicola*, se consideraron ocasionales a *S. spilosoma*, *Ch. hispidus* y *D. ordii* y fueron raras, *B. taylori* y *P. maniculatus*.

El número de individuos capturados en mezquite fue mayor que en pastizal durante todos los periodos de muestreo (F=85.8, P<0.001).

En ambos sitios, el número de individuos presentó sus niveles más altos durante el verano y en la temporada con mayor precipitación pluvial; cuando la precipitación pluvial disminuyó a menos de 30 mm mensuales las capturas también disminuyeron. En el invierno, los heterómidos pequeños se encontraron inactivos y el resto de las especies estuvieron activas, pero la disminución de actividades es evidente ya que es en este periodo donde el número de individuos fue menor (Fig. 7).

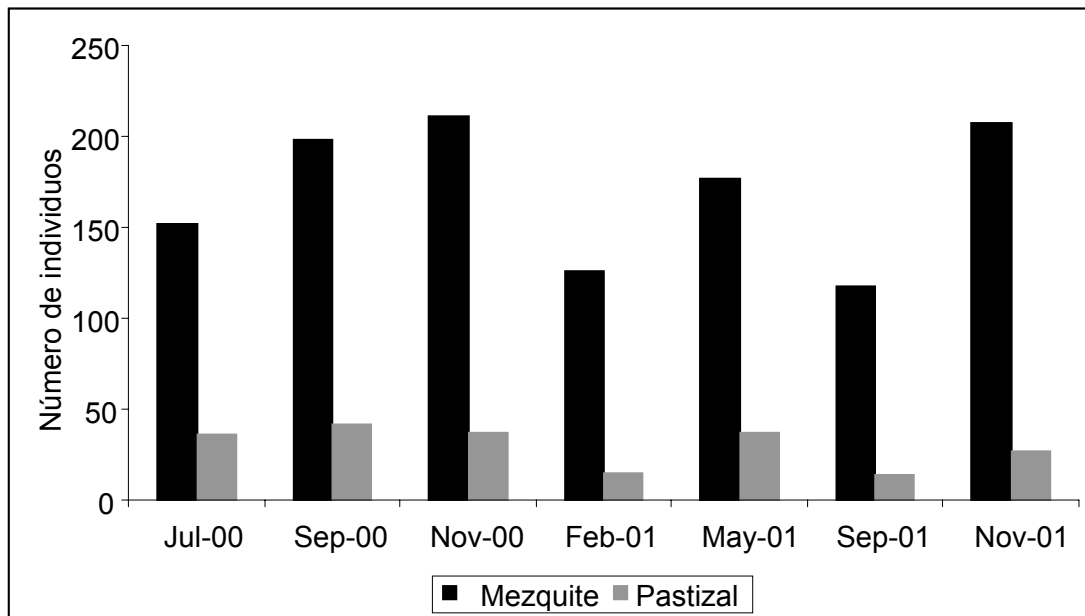


Figura 7. Número de individuos totales por periodo de muestreo en ambos sitios.

CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

A partir del número de especies capturados se observó que para el pastizal, en el segundo muestreo se habían capturado 7 de las especies (87.5%) y para el cuarto muestreo se tiene el 100% de las especies encontradas (8 especies). En cambio para mezquite en el tercer muestreo se tienen 13 de las 16 especies (81.3%) pero la curva sigue creciendo en muestreos posteriores sin llegar a estabilizarse.

Al obtener las curvas acumulativas bajo el modelo de Clench, se obtuvieron los coeficientes de regresión (R) y las asíntotas (A) para ambos casos. En el pastizal el coeficiente de regresión fue $R=0.98$ con una asíntota de $A=9.99$. Para el mezquite el coeficiente de regresión fue $R=0.99$ y una asíntota de $A=17.49$ (Fig. 8).

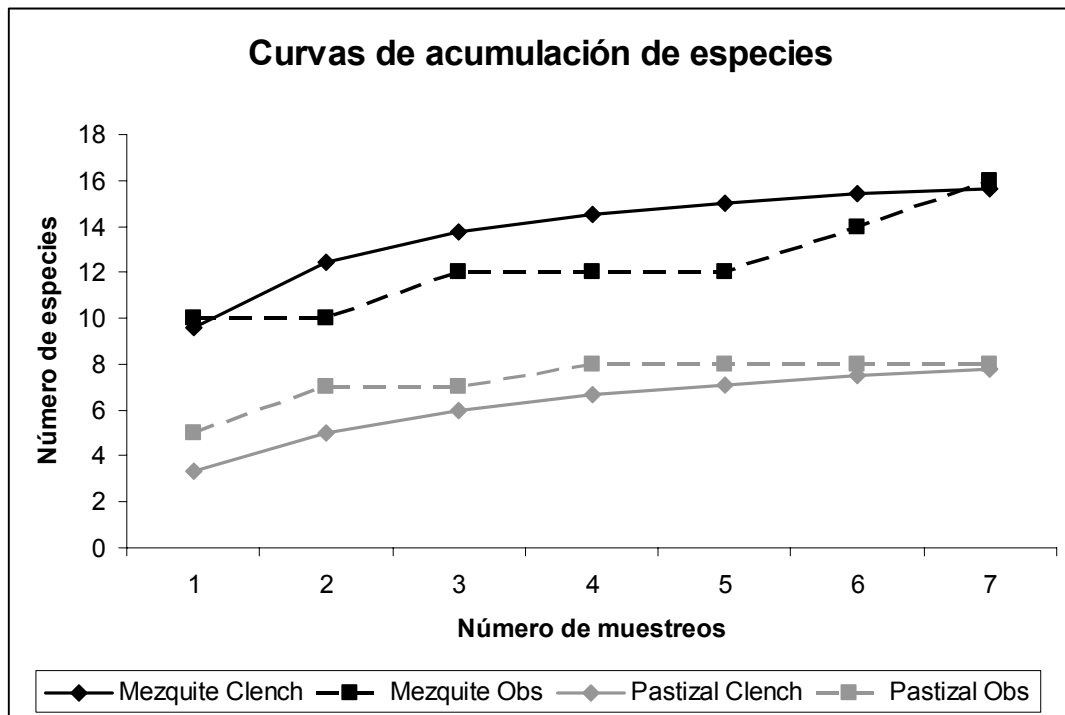


Figura 8. Curva de acumulación de especies.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD

El índice de diversidad de Shannon fue mayor en mezquite ($H' = 1.26$) que en pastizal ($H' = 0.54$; $t = 7.5$; $p < 0.05$). El sitio que presentó un mayor número de especies es Ejido Janos 2 con 14 y es este mismo sitio el que tuvo los valores más altos de éxito de captura y diversidad. En pastizal el sitio con mayor número de especies fue la Colonia menonita del Cuervo y las labores del Rancho El Cuervo con 5 especies aunque en este último el éxito de trampeo fue mayor (Cuadro 6).

Cuadro 6. Índice de diversidad, Diversidad máxima y equitatividad por sitio y hábitat

Hábitat	Noches trampa	No. de capturas	No. de Individuos	Éxito de trampeo (%)	Numero de especies	H'	H' max	E
Ejido Janos 1	1372	287	177	20.9	10	1.29	2.30	0.56
Ejido Janos 2	1372	348	242	25.3	14	1.55	2.64	0.58
Ninfay	1372	242	174	17.6	10	1.00	2.30	0.43
Ojitos	1372	312	213	22.7	12	1.18	2.48	0.47
Ampliación	1372	16	15	1.2	2	0.23	0.69	0.33
Labores	1372	99	71	7.2	5	0.77	1.61	0.47
Rancho Cuervo	1372	59	43	4.3	4	0.61	1.39	0.43
Colonia Cuervo	1372	20	16	1.5	5	0.36	1.61	0.22
Mezquite	5488	1188	806	21.6	16	1.26	2.77	0.45
Pastizal	5488	194	145	3.5	8	0.51	2.07	0.24

MASA CORPORAL

Dentro de la comunidad de roedores, en el mezquite hubo una gran diversidad en cuanto a los tamaños, desde las especies más grandes que fueron *N. albigula* (145.4 gr) y *D. spectabilis* (130.1 gr) hasta *P. flavus* que fue la más pequeña (8.4 gr). El resto de las especies están dentro del intervalo de 20 a 60 gramos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Masa corporal, biomasa y densidad poblacional para mezquite

Especie	Masa corporal (gr) ± DS	Biomasa (gr/Ha) ± DS	Densidad (Mínima-Máxima)	Proporción sexo (M:H)
<i>P. flavus</i>	8.4± 2.1	13.8± 28.6	1.7 (0-4.8)	1.4:1*
<i>Ch. intermedius</i>	20.6± 4.6	71.1± 133.3	3.7 (0-7.4)	0.9:1
<i>Ch. hispidus</i>	35± 10.5	34.6± 90.6	0.9 (0-3)	1.5:1*
<i>D. merriami</i>	49.8± 8.3	1157.8± 436.9	23.1 (20.1-31.9)	1:1
<i>D. ordii</i>	58.2± 8.6	139.5± 252.6	2.8 (1.3-5.1)	1.2:1*
<i>D. spectabilis</i>	130.01± 23.1	569.6± 853.9	4.3 (0.5-7.6)	0.7:1*
<i>P. eremicus</i>	28.8± 4.6	30.7± 45.0	1.2 (0-3)	0.9:1
<i>P. maniculatus</i>	24.3± 4.7	24.3± 43.1	0.9 (0-2.5)	3.2:1*
<i>O. leucogaster</i>	34.7± 9.3	96.6± 128.9	2.6 (0.5-5.1)	1.1:1
<i>N. albigula</i>	145.4± 48.2	166.7± 279.1	1.1 (0.3-2)	1.4:1*

En el pastizal hay una gran diferencia entre la especie de mayor tamaño que fue *D. spectabilis* (127.3 gr) y las demás especies que no sobrepasaron los 30 gr (Cuadro 8).

Cuadro 8. Masa corporal, biomasa y densidad poblacional para pastizal

Especie	Masa corporal (gr)	Biomasa (gr/Ha)	Densidad población	Proporción sexo (M:H)
<i>P. flavus</i>	8.1± 1.57	392.1± 481.87	3.2 (0.3-6.6)	1.3:1
<i>D. spectabilis</i>	127.3± 18.34	19.9± 38.75	3.2 (1.3-4.6)	0.7:1
<i>O. arenicola</i>	21.9± 5.98	24.6± 38.13	0.9 (0-2.8)	0.6:1

BIOMASA

La biomasa total observada fue mayor en el mezquite (2304.8 gr/Ha) y la menor fue en pastizal (436.6 gr/Ha; $F=54.9$, $P<0.0001$). Los valores más altos de biomasa se registraron en noviembre para ambos hábitats, disminuyendo en febrero y aumentando en mayo, coincidiendo con la gráfica de precipitación (Fig. 9).

A pesar de que la biomasa fue mayor en mezquite, *P. flavus*, tuvo mayor biomasa en pastizal (19.9 gr/ha) que en mezquite (13.8 gr/ha). En las especies pequeñas (*Perognathus* y *Chaetodipus*) la biomasa disminuyó en invierno debido a que estas especies reducen su actividad en esa época del año.

A pesar del menor tamaño y masa corporal, *D. merriami* contribuyó con la mitad de la biomasa en mezquite (50.2 %) y en el caso de *D. spectabilis* la aportación fue menor pero muy importante (24.7 %), en cambio en pastizal contribuyó casi completamente con toda la biomasa (89.8%).

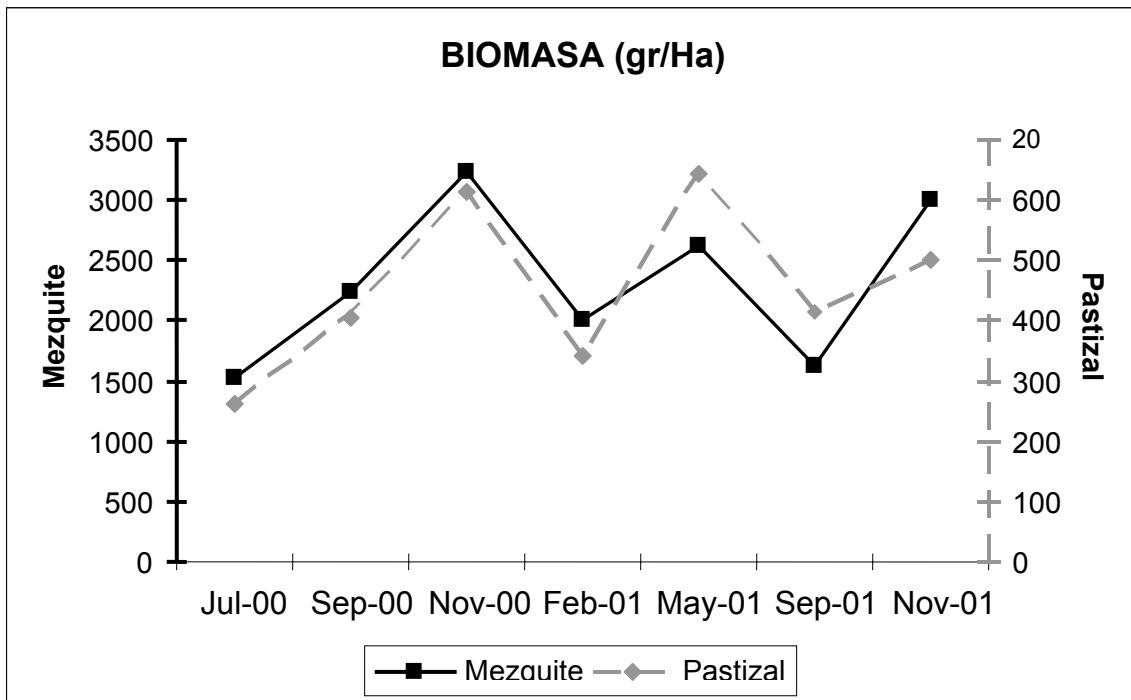


Figura 9. Biomasa de pequeños mamíferos en mezquite y pastizal

DENSIDAD

El promedio de densidad en mezquite fue mayor que en pastizal ($F=232.71$, $P<0.001$); en mezquite el promedio fue de 43.7 ind/ha y en pastizal fue de 7.6 ind/ha. La mayor densidad en mezquite se presentó en noviembre con 53.8 ind/ha y en pastizal fue de 10.7 ind/ha en septiembre; la menor densidad en mezquite fue de 31.6 ind/ha en febrero y en pastizal fue de 3.8 ind/ha en febrero (Fig. 10). No se encontraron diferencias significativas de las densidades con respecto al tiempo ($F=1.09$; $P=0.37$). En mezquite *Dipodomys merriami* contribuyó con el 52.9% (23.1 ind/ha) y *Dipodomys spectabilis* con 10% (4.3 ind/ha), en tanto que en pastizal *Dipodomys spectabilis* y *Perognathus flavus* contribuyeron cada uno con el 41.6% (3.1 ind/ha).

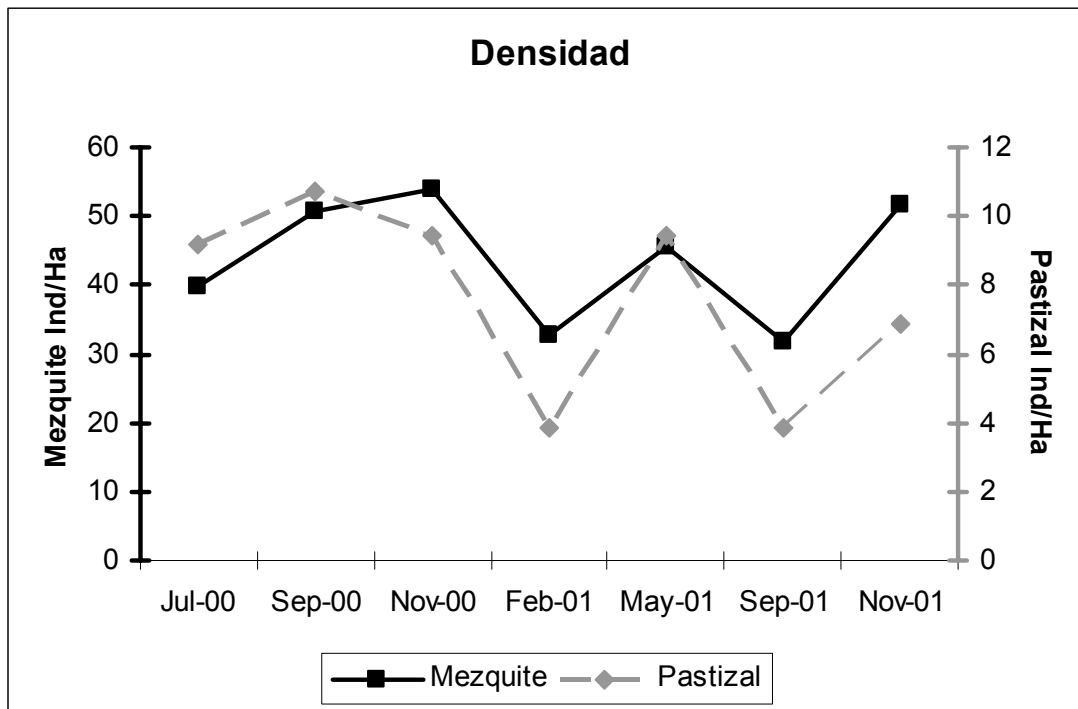


Figura 10. Densidad de pequeños mamíferos en mezquite y pastizal

MOVIMIENTOS

Mezquite

Los movimientos en mezquite también variaron con respecto a cada especie pero en todos los casos hubo diferencia significativa entre movimientos a corto y a largo plazo ($p < 0.05$). En cuanto a sexos, la mayoría presentó diferencias entre machos y hembras y sólo en las ratas canguro no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$). Algunas otras especies presentaron una distancia mayor en un sexo en movimiento a corto plazo, pero en el movimiento a largo plazo la tendencia se invirtió, tal fue el caso de *Ch. intermedius*, *O. leucogaster* y *P. eremicus* (Cuadro 9).

Cuadro 9. Movimientos a corto y largo plazo por sexo en Mezquite

Especie	Corto Plazo MCP		Largo plazo MLP		# Total	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	M	H
<i>Perognathus flavus</i>	22.1±25.5	-----	46.0±19.5	-----	11	---
<i>Chaetodipus intermedius</i>	17.3±16.3	7.6±13.9	24.1±25.0	45.8±82.6	13	21
<i>Chaetodipus hispidus</i>	14.7±22.8	17.2±12.5	-----	-----	6	3
<i>Dipodomys merriami</i>	16.9±13.3	16.0±15.7	29.8±30.4	27.5±17.4	289	231
<i>Dipodomys ordii</i>	15.4±16.0	17.0±15.4	26.5±17.6	35.3±18.9	26	20
<i>Dipodomys spectabilis</i>	22.1±13.9	18.1±10.6	26.2±14.2	23.8±12.1	42	47
<i>Onychomys leucogaster</i>	22.6±12.6	28.0±21.7	60.7±84.9	35.2±17.6	22	14
<i>Peromyscus eremicus</i>	23.8±20.3	14.1±11.3	25.0±22.6	64.4±19.7	8	11
<i>Peromyscus maniculatus</i>	10.9±13.8	-----	82.1±49.8	-----	16	---
<i>Neotoma albigula</i>	12.1±11.3	15.7±13.4	50.0±0	82.9±12.1	4	11

Pastizal

En cuanto a movimientos específicos, las especies de tamaño pequeño presentaron un movimiento mayor que *D. spectabilis*. La variación entre machos y hembras varió con la especie pero presentó diferencias significativas a largo plazo ($p < 0.05$)

Cuadro 10. Movimientos a corto y largo plazo por sexo en Pastizal

Especie	Corto Plazo MCP		Largo plazo MLP		# Total	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	M	H
<i>Perognathus flavus</i>	20.8±16.8	17.1±4.1	47.1±23.5	25.1±15.5	10	4
<i>Dipodomys spectabilis</i>	14.6±23.5	14.5±9.9	23.1±19.5	27.7±19.9	33	34
<i>Onychomys arenicola</i>	-----	41.2±7.7	16.1±8.7	22.1±10.7	2	8

DINÁMICA POBLACIONAL

HETERÓMIDOS

Los roedores heterómidos representan una familia exclusiva de América que habitan en las zonas áridas de Norteamérica y en regiones tropicales de México y Centroamérica. Los tres géneros encontrados habitan en desiertos y de Norteamérica y poseen varias características que son interpretadas como adaptaciones a zonas áridas. Entre ellas se encuentran los abazones, que son pliegues de la piel en forma de bolsa que le sirven para coleccionar y transportar semillas y cualquier alimento; también presentan riñones capaces de concentrar la orina, con lo cual la mayoría de especies pueden sobrevivir sin probar agua, la cual obtienen de sus alimentos. Las ratas canguro del género *Dipodomys* presentan unas bulas timpánicas muy grandes y grandes patas traseras y cola muy larga para un medio de locomoción bípedo en base a saltos, características que han sido interpretadas como adaptaciones para detectar y evitar a depredadores en áreas abiertas. Los ratones de los géneros *Chaetodipus* y *Perognathus* no presentan especializaciones extremas morfológicas ni de locomoción y se ha observado que no forrajean en zonas abiertas sino debajo de la vegetación e incluso sobre la misma. Las ratas canguro están activas todo el año y los otros heterómidos disminuyen su actividad en invierno. Todos los heterómidos son nocturnos, aunque hay registros de ratas canguro que presentan actividad en el día.

Chaetodipus hispidus

Es un ratón de tamaño mediano a grande. El pelo es corto e hirsuto con cerdas espinosas en la parte posterior del cuerpo. La cola carece de cresta distal y posee pelos largos en la punta; es de color café en el dorso y blanca en la base y más corta que el cuerpo y la cabeza. El dorso del cuerpo va de café a grisáceo y en la parte ventral es blanco, separados por una línea lateral ocre. Son solitarios, terrestres y nocturnos. Se les encuentra en una gran variedad de sustratos, desde rocosos hasta arenosos. Son principalmente granívoros, aunque consumen materia vegetal e insectos. Sus madrigueras son subterráneas con nidos donde almacenan semillas. Se encuentra principalmente en pastizales áridos, con pastos de una altura media y moderadamente densos, también se encuentran en vegetación de matorrales dominados por mezquites del género *Prosopis*. Se distribuye desde las planicies del sur-centro de Dakota del Norte, en Estados Unidos, hasta la zona centro de Chihuahua en el noroeste, hasta Tamaulipas y Nuevo León en el Noreste y una población discontinua en el centro de México (Vázquez-Domínguez, 2005).



Figura 11. *Chaetodipus hispidus*

En la zona de Janos-Casas Grandes se encontró principalmente en mezquite, aunque también fue colectado un individuo en pastizal.

La masa corporal de este ratón fue de 34.9 gramos (DS \pm 10.5 gr.). La biomasa promedio fue de 34.6 gr/ha, el valor más alto fue en septiembre (114.3 gr/ha), en cambio en los meses de invierno la biomasa presentó el valor mínimo (0 ind/ha)

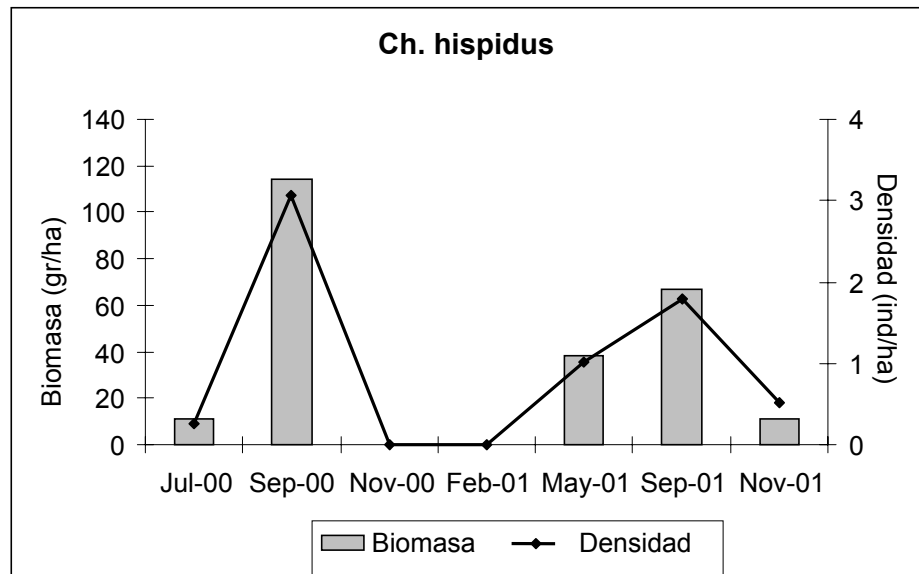


Figura 12. Biomasa y densidad de *Ch. hispidus* en mezquite

La densidad poblacional fue de 0.9 ind/ha y al igual que la biomasa existe una disminución a cero durante los meses de invierno, presentándose los valores más altos durante el verano (3.0 ind/ha) (Fig. 12).

En cuanto a proporción de sexos, *Ch. hispidus* presentó una proporción de 1.5 machos por cada hembra (Cuadro 7). La actividad reproductiva de los machos fue en mayo y en septiembre y el de las hembras en septiembre (Fig. 13).

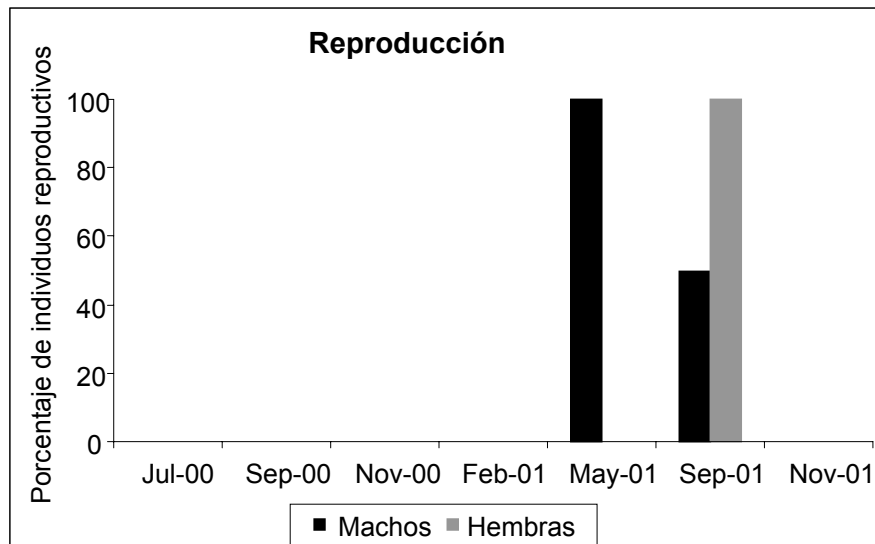


Figura 13. Individuos reproductivos de *Ch. hispidus* en mezquite

En cuanto a la estructura de edades los adultos y subadultos estuvieron presentes en los meses de actividad de la especie siendo poco numerosos, los juveniles se encontraron presentes cuando la especie reinicia la actividad después del invierno, que es cuando se presentaron la mayor cantidad de nacimientos (Fig. 14).

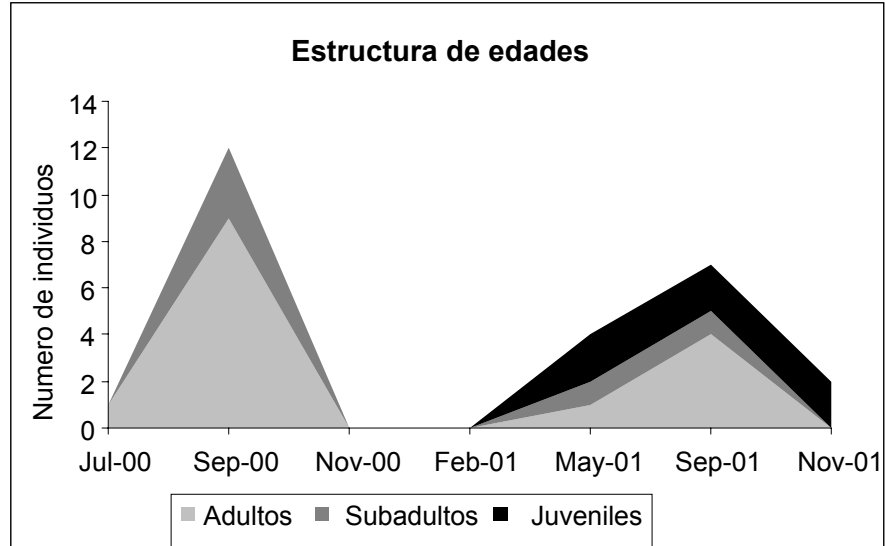


Figura 14. Estructura de edades de *Ch. hispidus* en mezquite

El mayor reclutamiento se presentó con la aportación de los nacimientos, pero también hubo una alta inmigración después del invierno, habiendo un alto intercambio de individuos con zonas aledañas, debido a la alta movilidad de la especie (Fig. 15).

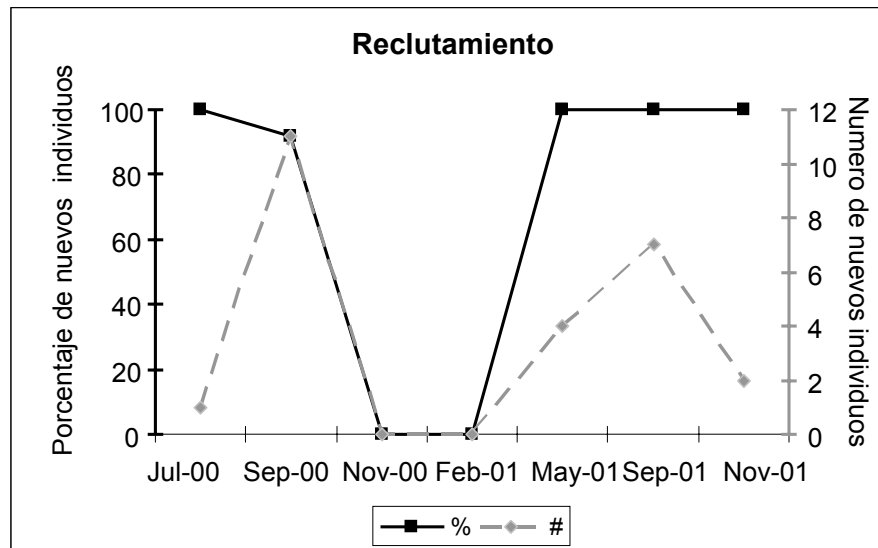


Figura 15. Reclutamiento de *Ch. hispidus* en mezquite

Debido al poco número de recapturas no se obtuvieron movimientos a largo plazo, en lo que respecta a movimientos a corto plazo (MCP) las hembras tuvieron en promedio un MCP mayor (17.2 m) que los machos (14.7 m), aunque los machos fueron los que abarcaron una mayor distancia (> 50 m), en el caso de las hembras su amplitud de movimiento a corto plazo estuvo entre 10 y 30 metros (Fig. 16).

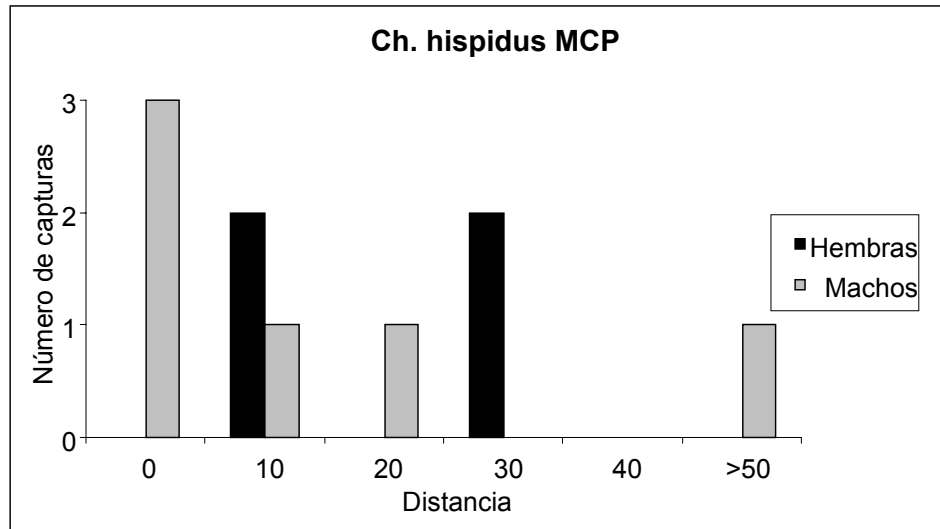


Figura 16. Movimientos a corto plazo de *Ch. hispidus* en mezquite

La permanencia en *Ch. hispidus* resultó muy baja, apenas de 3 periodos de muestreo como máximo y muy baja entre periodos sucesivos de muestreo. Esto se explica por la alta movilidad de la especie y su periodo de vida reducido (Fig. 17).

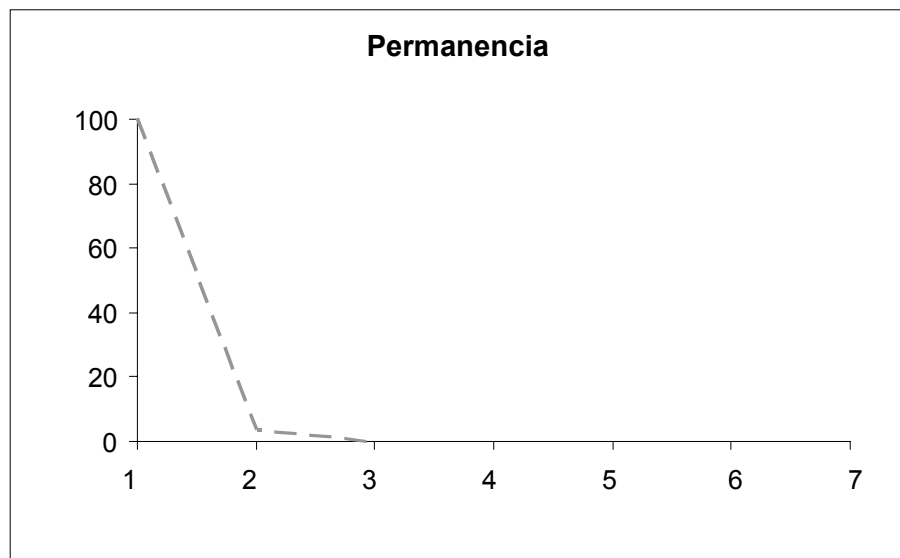


Figura 17. Permanencia de *Ch. hispidus* en mezquite

Chaetodipus intermedius

Es un ratón mediano dentro del género *Chaetodipus*. El color del dorso varía desde gris claro hasta negro parduzco con pelos de guardia gruesos; el vientre es generalmente blanco. Esta especie está fuertemente asociada a ambientes con matorral xerófilo. Se distribuye desde Utah y Texas en estados Unidos y en México se le encuentra en el norte de Sonora y el centro-norte de Chihuahua.

Es una especie principalmente granívora ya que su dieta consiste en semillas y ocasionalmente insectos, siendo casi inexistente la presencia de partes vegetales verdes (Castro-Arellano y Ceballos, 2005). Sólo se registro en la zona de mezquite, siendo una especie exclusiva para este hábitat.



Figura 18. *Chaetodipus intermedius*

La masa corporal promedio de este pequeño ratón fue de 20.6 gr (DS \pm 4.7 gr). La biomasa promedio fue de 71.1 gr/ha, muy alta en comparación con el resto de las especies pequeñas menores de 50 gramos. A lo largo del año la biomasa presentó sus valores mínimos a fines de otoño y en invierno (0 gr/ha) y aumentó en primavera (150 gr/ha) (Fig. 19).

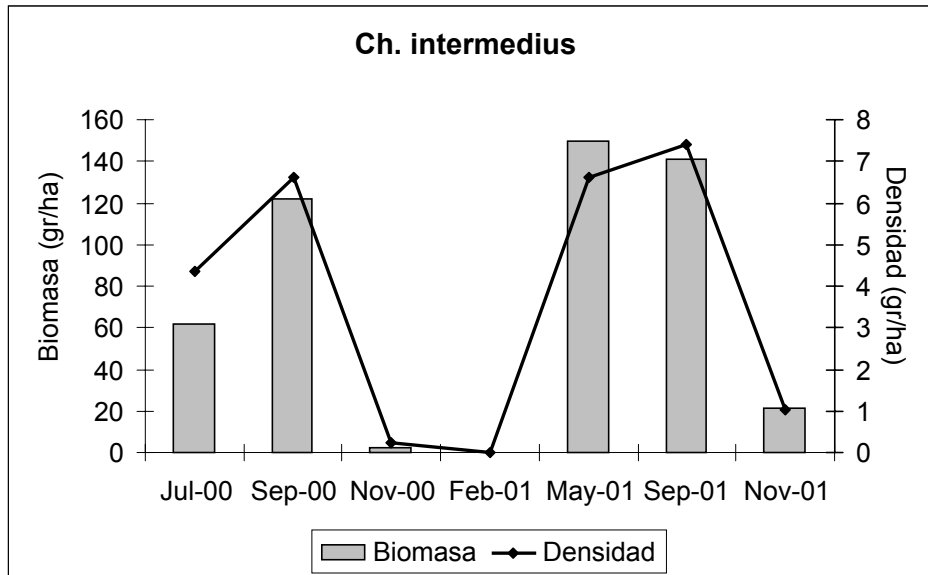


Figura 19. Biomasa y densidad de *Ch. intermedius* en mezquite

La densidad poblacional promedio fue de 3.7 ind/ha y también se observó una disminución en invierno desapareciendo completamente en febrero y aumentando hasta alcanzar los valores más altos que se presentan en mayo (7.4 ind/ha) (Fig. 19). La actividad reproductiva se presentó entre mayo y septiembre; en mayo todos los machos y dos terceras partes de hembras estuvieron en estado reproductivo, los machos disminuyeron progresivamente hasta septiembre, pero las hembras permanecieron constantes durante todo el periodo reproductivo (Fig. 20).

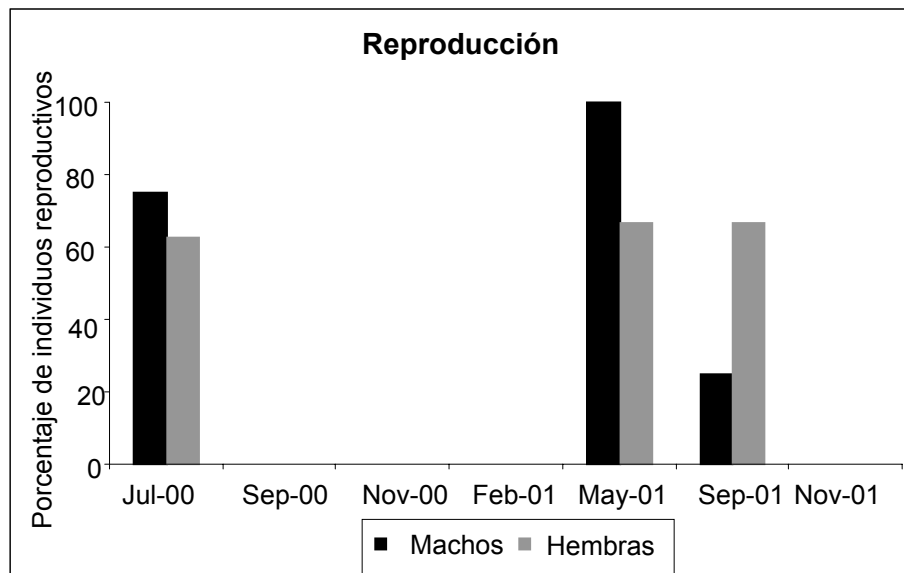


Figura 20. Individuos reproductivos de *Ch. intermedius* en mezquite

La proporción de sexos fue similar con una ligera mayoría de hembras habiendo 0.9 machos por cada hembra (Cuadro 7).

En lo que respecta a la estructura de edades los nacimientos se presentaron entre mayo y septiembre, resaltando el mes de septiembre en donde existió un gran porcentaje de juveniles y subadultos (Fig. 21).

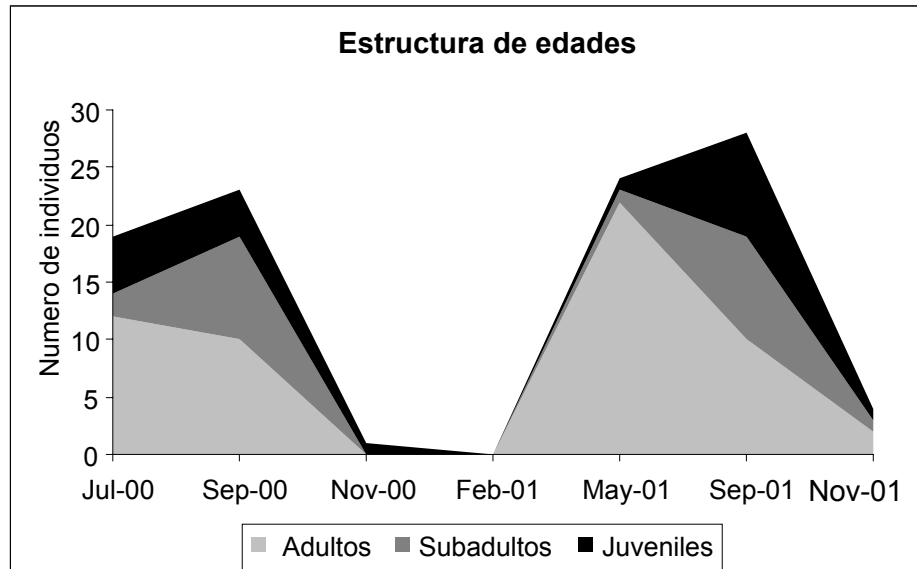


Figura 21. Estructura de edades de *Ch. intermedius* en mezquite

El reclutamiento en *Ch. intermedius* fue por inmigración de adultos inmediatamente después de pasado el invierno pero en septiembre se debió principalmente a nacimientos (Fig. 22).

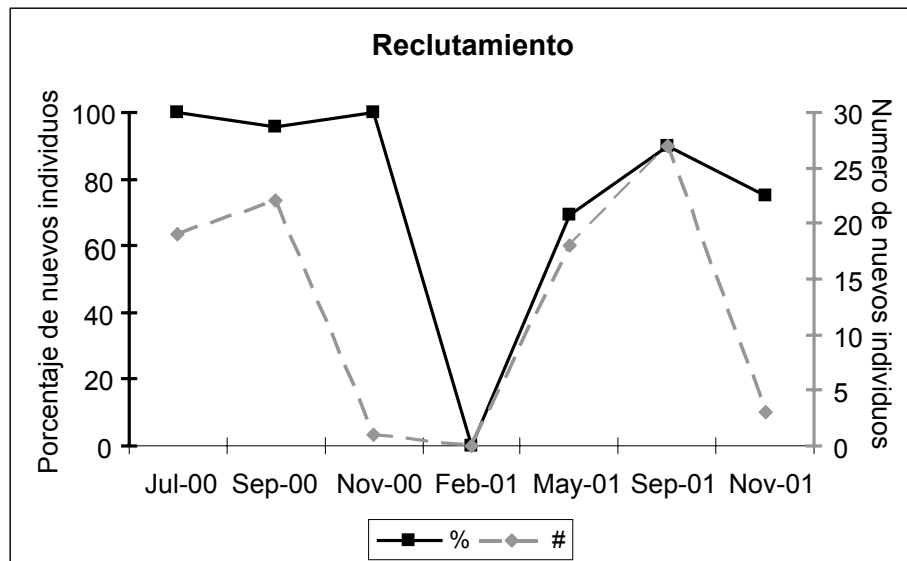


Figura 22. Reclutamiento de *Ch. intermedius* en mezquite

En el movimiento a corto plazo los machos (17.3 m) se movieron mucho más que las hembras (7.6 m); pero esta tendencia se revirtió en el movimiento a largo plazo en donde las hembras (45.8 m) se movieron mas que los machos (24.1 m; Fig. 23).

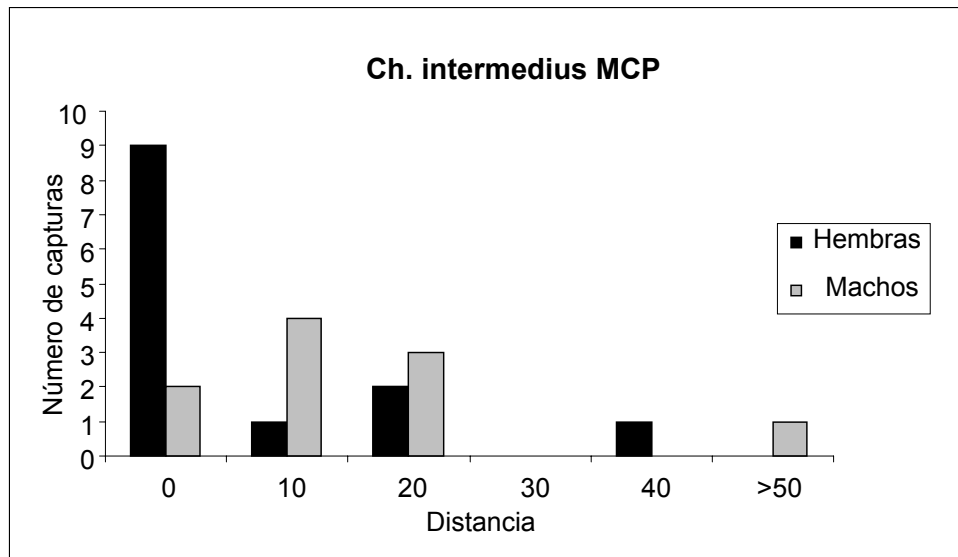


Figura 23. Movimientos a corto plazo de *Ch. intermedius* en mezquite

En cuanto a la permanencia, hay algunos individuos que fueron capturados durante casi todos los muestreos; el porcentaje de permanencia cayó muy rápidamente en el segundo muestreo pero permaneció estable en los siguientes muestreos, siendo la especie pequeña con mayor porcentaje de permanencia (Fig. 24).

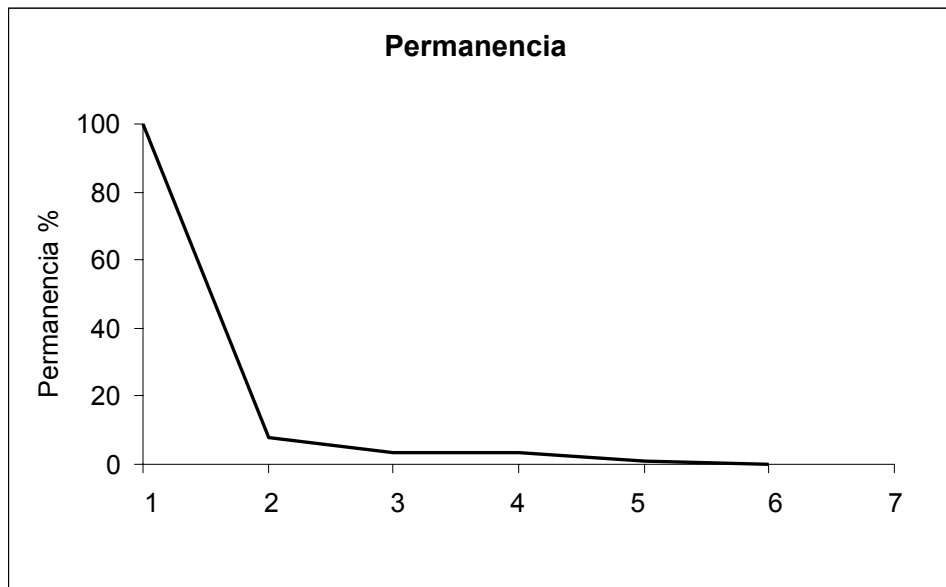


Figura 24. Permanencia de *Ch. intermedius* en mezquite

Perognathus flavus

Este ratón es uno de los más pequeños que habitan en México. Se distribuye desde Wyoming en los Estados Unidos abarcando gran parte del Altiplano hasta Puebla y Morelos. Habitan en zonas con vegetación xerófila como matorrales y pastizales, así como en campos de cultivo y zonas desprovistas de vegetación. Toleran un amplio intervalo de condiciones, prefiriendo los lugares abiertos. Son animales estrictamente nocturnos y realizan sus actividades entre los manchones de vegetación. Acarrear sus semillas y hierbas a sus madrigueras transportándolas en sus abazones, las madrigueras se encuentran principalmente en la base de arbustos o entre grietas de rocas. Se alimentan principalmente de semillas, aunque también incluyen en su dieta hierbas y algunos insectos (Oliva, 2005).



Figura 25. *Perognathus flavus*

La masa corporal fue similar en ambos hábitats en mezquite fue de 8.4 gr. y en pastizal de 8.1 gr. La biomasa en mezquite fue de 13.8 gr/ha en tanto que en el pastizal fue mayor con un promedio de 19.9 gr/ha. A lo largo del año hubo un patrón muy similar ambos hábitats con una pequeña mayoría en pastizal, pero en ambos casos, al igual que todas las especies de talla pequeña, hubo una disminución en invierno (0 gr/ha en mezquite), aunque en pastizal existió muy poca actividad (1.5 gr/ha), El valor máximo se presentó en septiembre en ambos hábitats (39.5 gr/ha en mezquite y 51.5 gr/ha en pastizal) (Fig. 26).

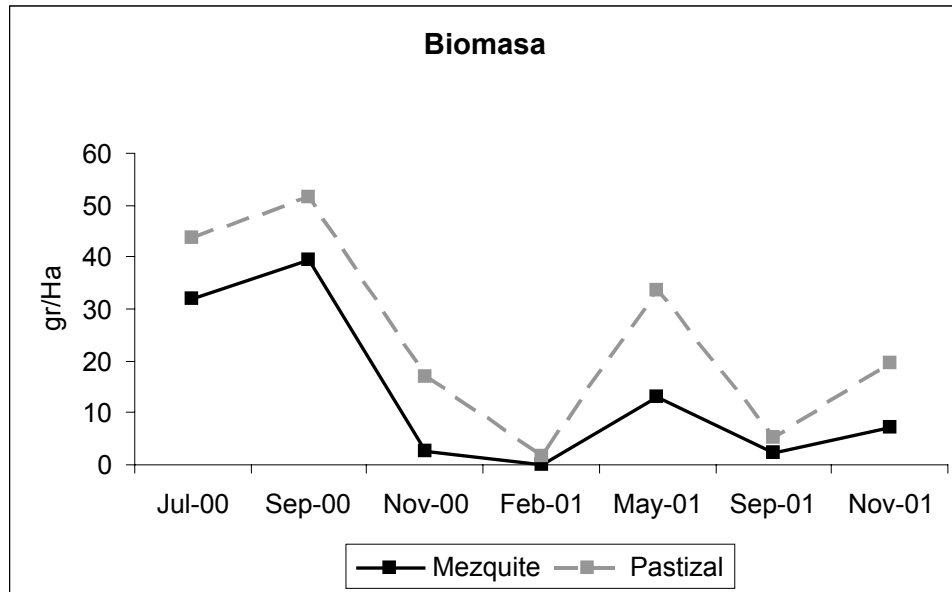


Figura 26. Biomasa de *P. flavus* en ambos hábitats

La densidad promedio fue mayor en pastizal con 3.1 ind/ha por 1.7 Ind/ha de mezquite. La densidad describe una tendencia similar en ambos habitats con diferencia de valores; hubo una disminución en febrero (0 ind/ha en mezquite y 0.3 ind/ha en pastizal), y el valor máximo se presentó en septiembre en ambos casos (4.6 ind/ha en mezquite y 6.6 ind/ha en pastizal) (Fig. 27).

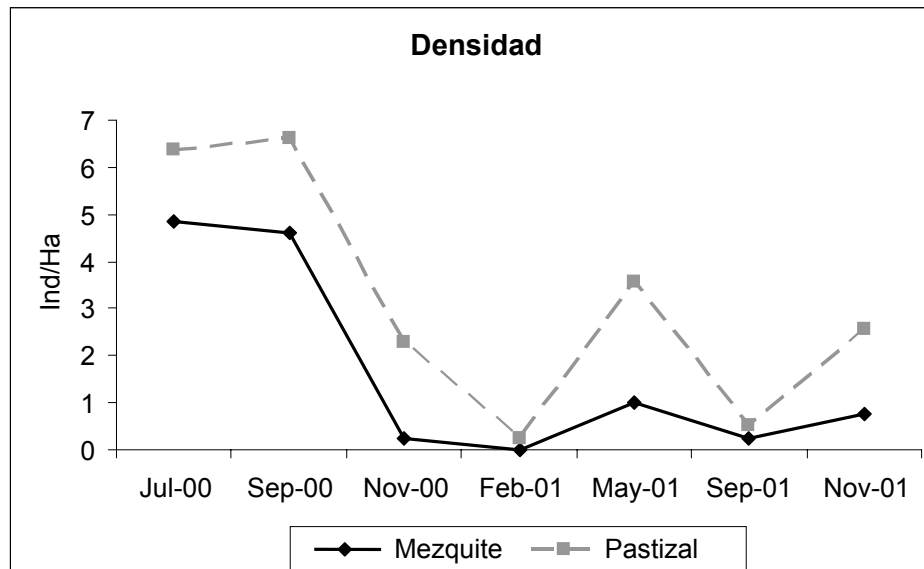


Figura 27. Densidad de *P. flavus* en ambos hábitats

La proporción de sexos también fue similar, en tanto que en mezquite hubo mayoría de machos con un una proporción de 1.5 machos por cada hembra, en pastizal la proporción fue de 1.3 machos por hembra (Cuadro 7 y 8). Algo que se debe resaltar fue que al disminuir la densidad poblacional y no recuperarse, la respuesta fue que se elevó el porcentaje de hembras reproductivas y también de machos en el caso de mezquite (Figs. 28 y 29).

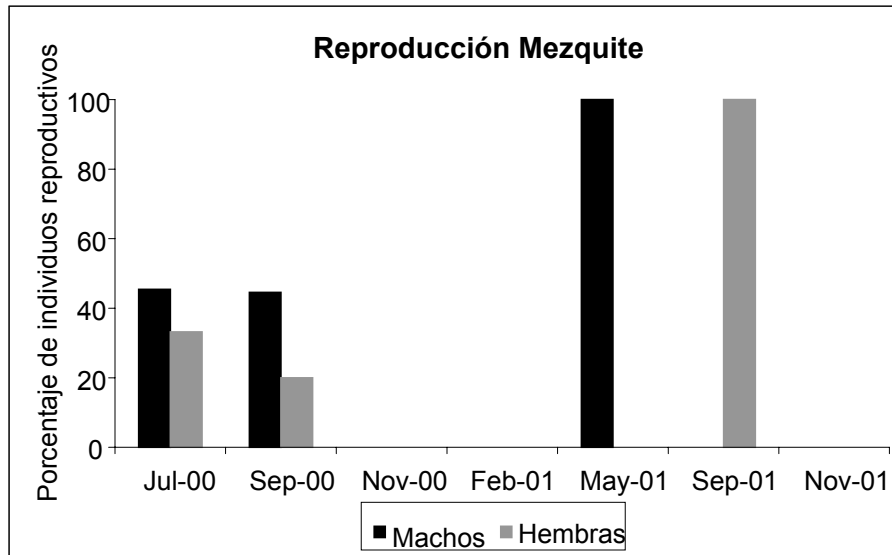


Figura 28. Individuos reproductivos de *P. flavus* en mezquite

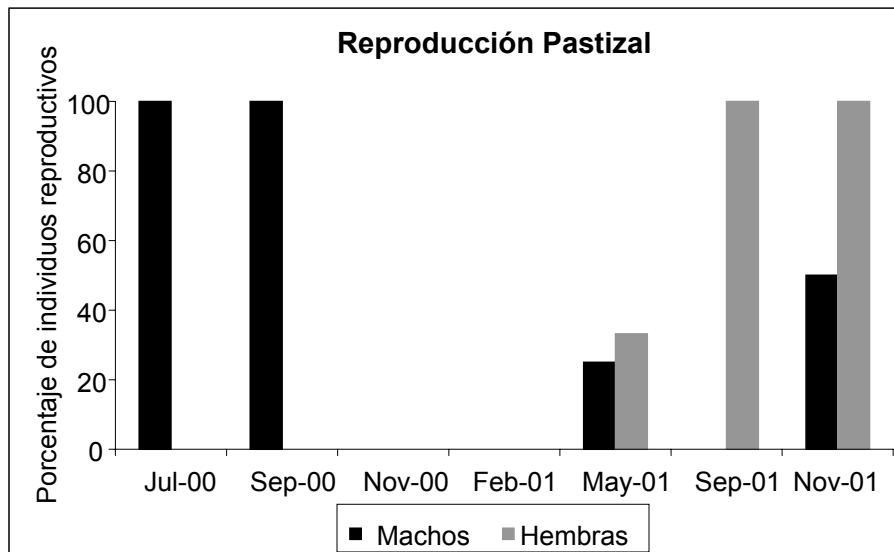


Figura 29. Individuos reproductivos de *P. flavus* en pastizal

En cuanto a la estructura de edades, después del invierno no se encontraron juveniles en ningún hábitat, en mezquite no se registraron juveniles en ningún momento y en pastizal el porcentaje fue muy bajo (Figs. 30 y 31).

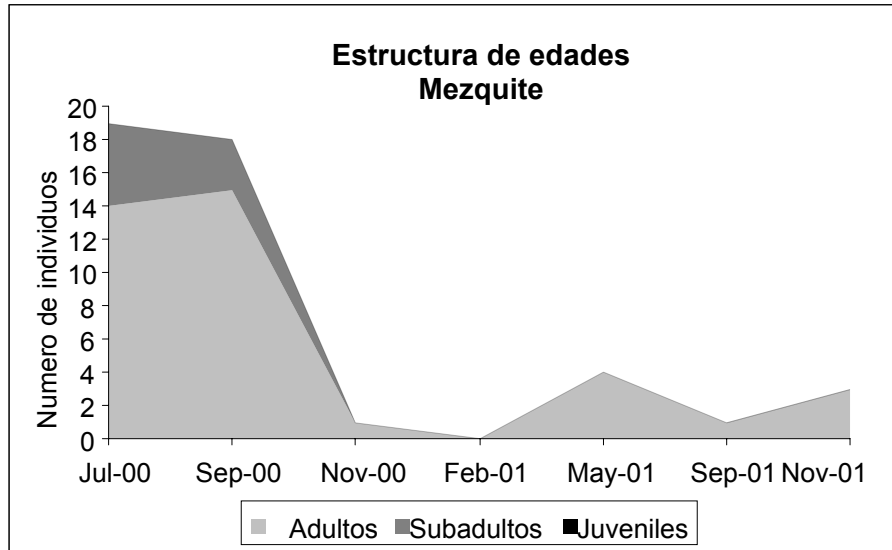


Figura 30. Estructura de edades de *P. flavus* en mezquite

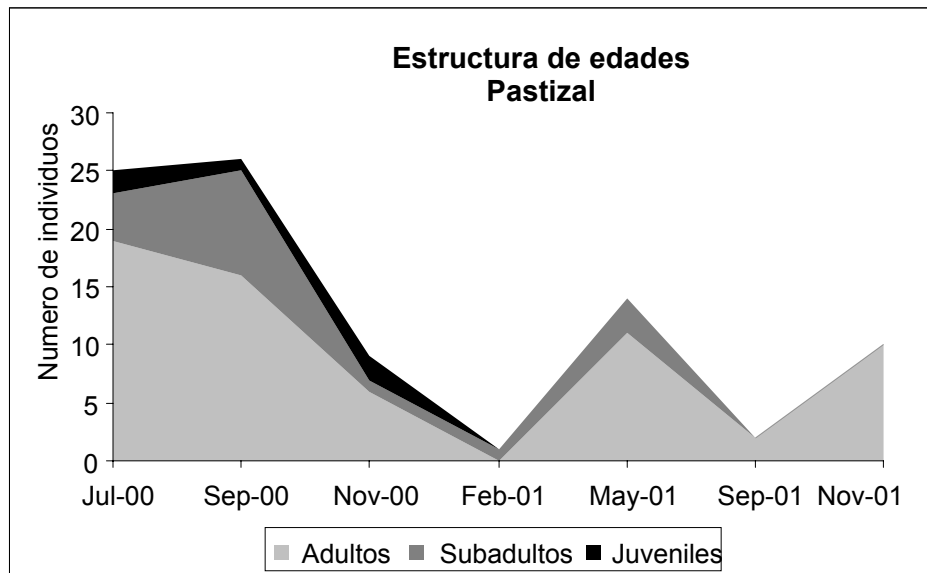


Figura 31. Estructura de edades de *P. flavus* en pastizal

El reclutamiento en mezquite se dió por inmigraciones principalmente (Fig. 32). En pastizal el reclutamiento fue constante sin mostrar una disminución, lo cual indica un intercambio con individuos en áreas vecinas (Fig. 33).

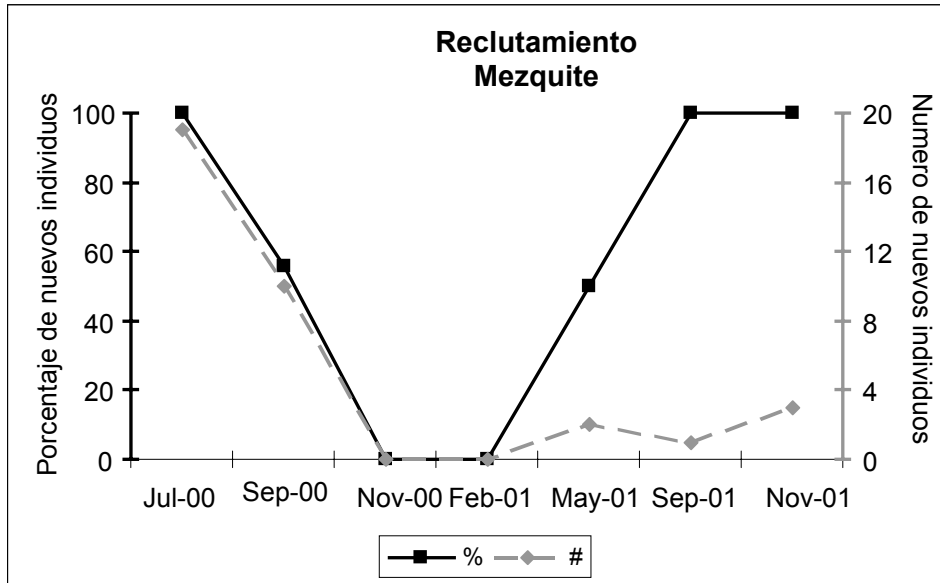


Figura 32. Reclutamiento de *P. flavus* en mezquite

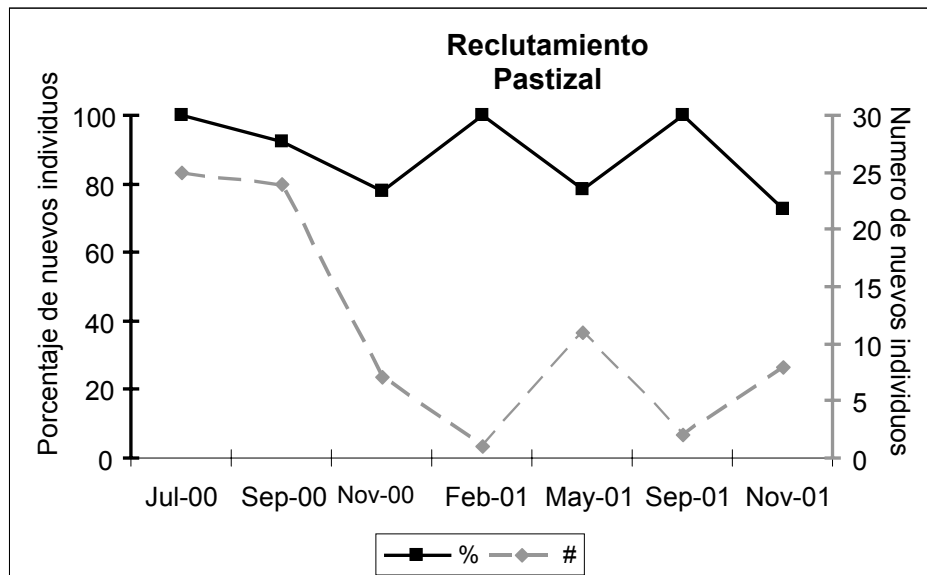


Figura 33. Reclutamiento de *P. flavus* en pastizal

La permanencia fue semejante en mezquite y pastizal, en ambos casos la permanencia máxima fue de 5 muestreos (Fig. 34).

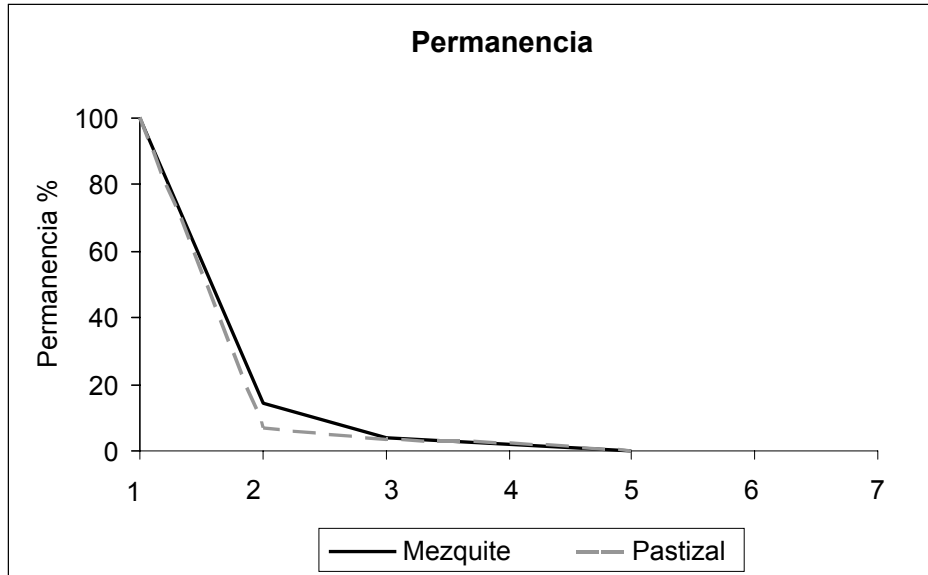


Figura 34. Permanencia de *P. flavus* en ambos hábitats

En el caso de los movimientos no fue posible medir la distancia que se movían las hembras en mezquite debido a la poca cantidad de hembras capturadas, pero en el caso de los machos fue muy parecida la distancia recorrida en ambos hábitats. La distancia recorrida en los movimientos a corto plazo en mezquite fue de 22.1 m y en pastizal fue de 20.8 m, en tanto que las hembras en pastizal el promedio fue de 17.0 m. La distancia a largo plazo en machos fue mayor, en tanto que en mezquite fue de 46.0 m en pastizal fue de 47.1 m, una de las mayores registradas para una especie pequeña, en cambio las hembras se mantuvieron constantes con una distancia en pastizal de 25.1m. (Figs. 35 y 36).

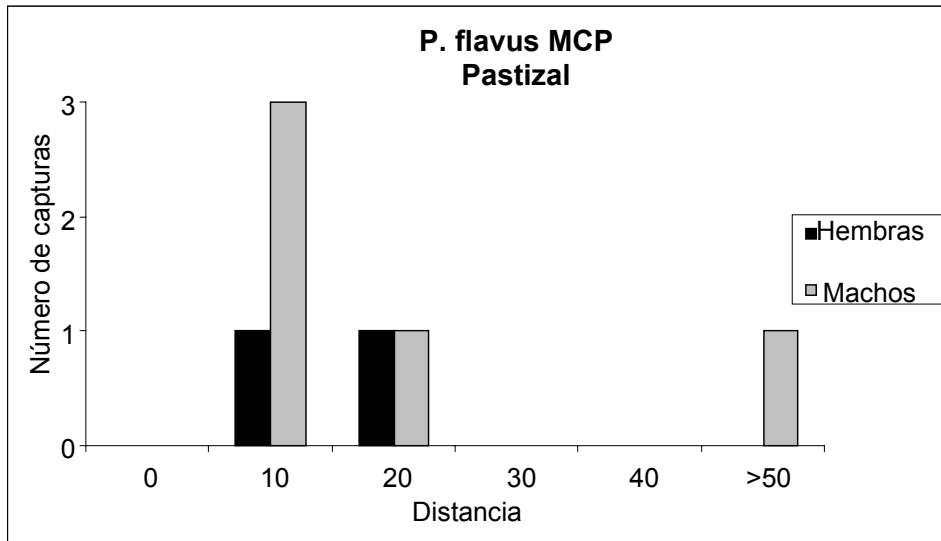


Figura 35. Movimientos a corto plazo de *P. flavus* en pastizal

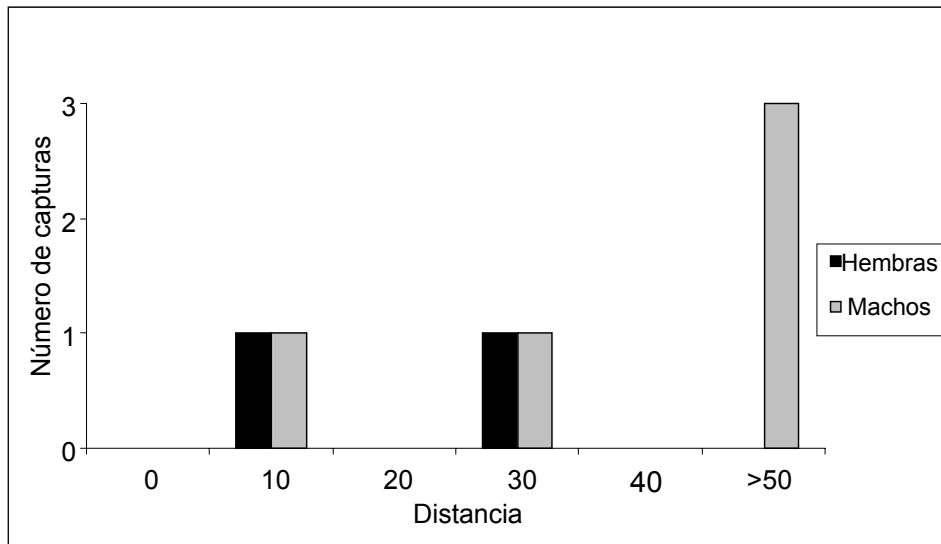


Figura 36. Movimientos a largo plazo de *P. flavus* en pastizal

Dipodomys merriami

Es una de las ratas canguro más pequeñas y posee sólo cuatro dedos en la pata trasera, lo que la diferencia de *Dipodomys ordii* que presenta cinco dedos. Habita regiones caracterizadas por extensas áreas de suelo desnudo entre manchones de vegetación. Excava extensas madrigueras, generalmente entre las raíces de los arbustos. Se alimenta básicamente de semillas, principalmente de mezquite (*Prosopis* spp). La locomoción es completamente bípeda y pueden desarrollar altas velocidades con saltos de dos a tres metros. Suelen dar saltos sorpresivos hacia atrás o hacia los lados. Esta rata canguro se ha identificado como uno de los mecanismos responsables de mantenimiento y crecimiento de las poblaciones de mezquite. Es una de las especies de mayor distribución del género ya que se le encuentra desde el norte de Nevada en Estados Unidos, hasta la Península de Baja California y Sonora en el Noroeste y en la mayor parte del Altiplano hasta Aguascalientes y San Luís Potosí (Castillo, 2005).



Figura 37. *Dipodomys merriami*

Se encontró solamente en zona de mezquite. En este ratón de tamaño mediano, la masa corporal promedio fue de 49.8 gr. (DS \pm 8.3 gr.).

La biomasa promedio fue de 1157.8 gr/ha, la mayor de todas las especies de pequeños mamíferos registrados. A diferencia de las especies anteriores de heterómidos que son de tamaño pequeño, *D. merriami* si tuvo actividad invernal, en el resto del año los valores son constantes, el mayor valor en biomasa se dio en noviembre, previo al invierno (Fig. 38).

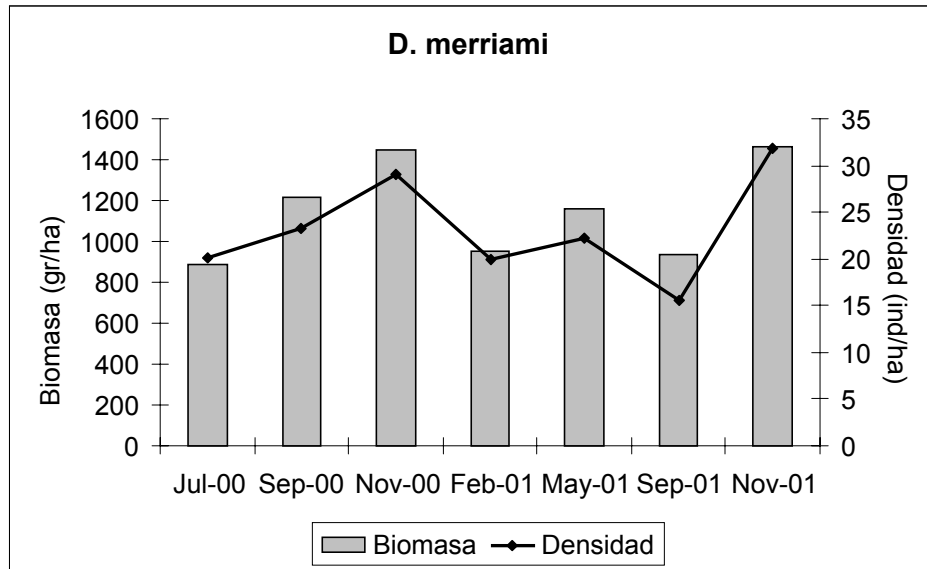


Figura 38. Biomasa y densidad de *D. merriami* en mezquite

La densidad poblacional fue muy alta con 23.1 ind/ha, aportando casi la mitad total para mezquite. La densidad también se mantuvo constante, pero disminuyó en septiembre, pero la respuesta a ese cambio fue el aumento de peso por parte de los individuos (Fig. 38).

La cantidad de machos fue prácticamente igual a la de las hembras, siendo de 1.0 machos por cada hembra (Cuadro 7). La temporada de reproducción fue entre los meses de mayo a septiembre, siendo similar el porcentaje reproductivo en ambos sexos (Fig. 39).

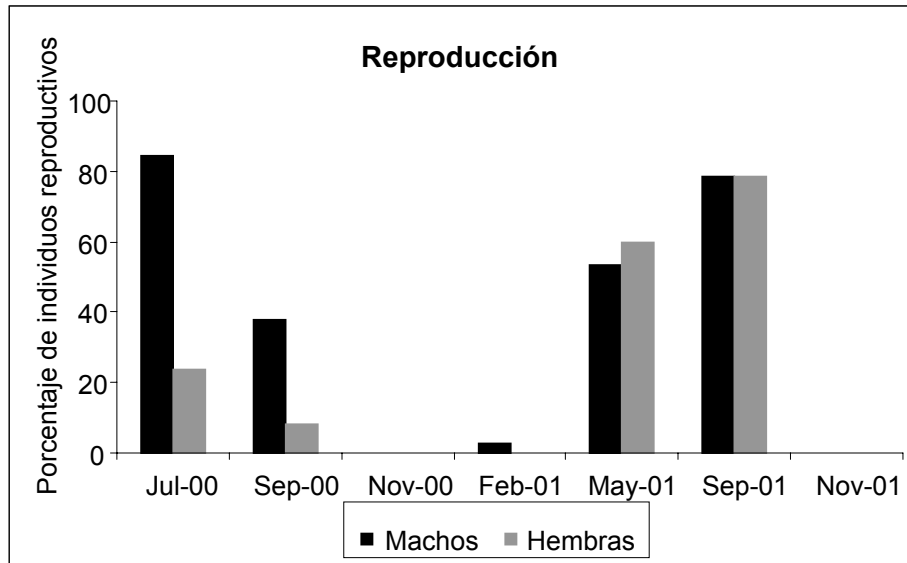


Figura 39. Individuos reproductivos de *D. merriami* en mezquite

Los adultos constituyen la mayoría de la población en todo el año y sólo en noviembre los subadultos constituyeron una parte importante en la población, los juveniles se presentaron en el transcurso de todo el año aunque en proporciones muy bajas en comparación con los adultos (Fig. 40).

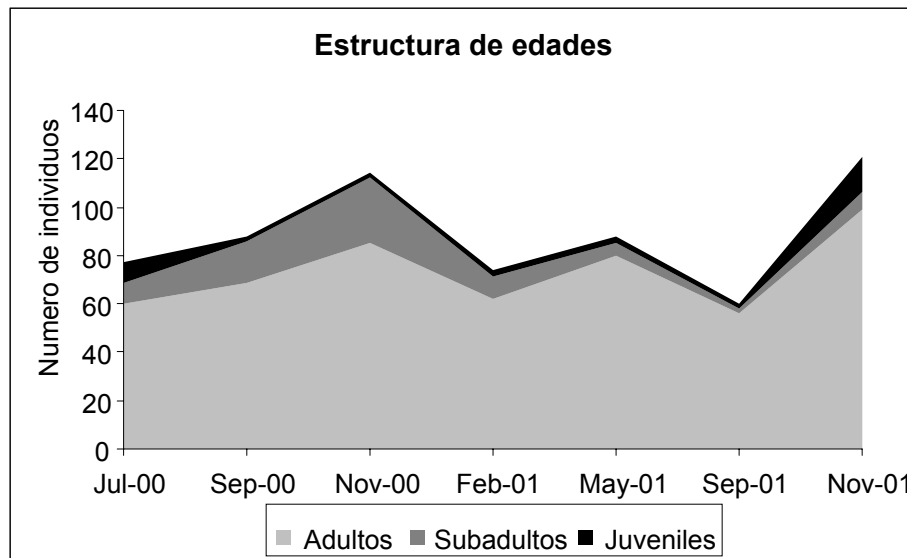


Figura 40. Estructura de edades de *D. merriami* en mezquite

En general el reclutamiento presentó porcentajes más bajos que las demás especies y fue en incremento después del invierno alcanzando el máximo en septiembre, debido en buena parte por las inmigraciones (Fig. 41).

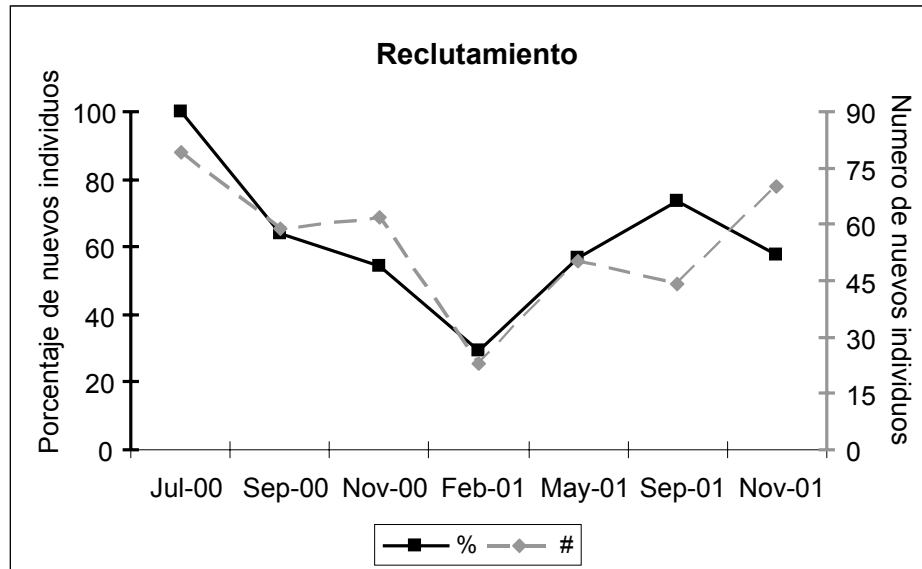


Figura 41. Reclutamiento de *D. merriami* en mezquite

El porcentaje de individuos presentes en muestreos subsecuentes fue más alto que en los otros géneros de heterómidos. Varios de los individuos estuvieron presentes durante todo el tiempo de muestreo (Fig. 42).

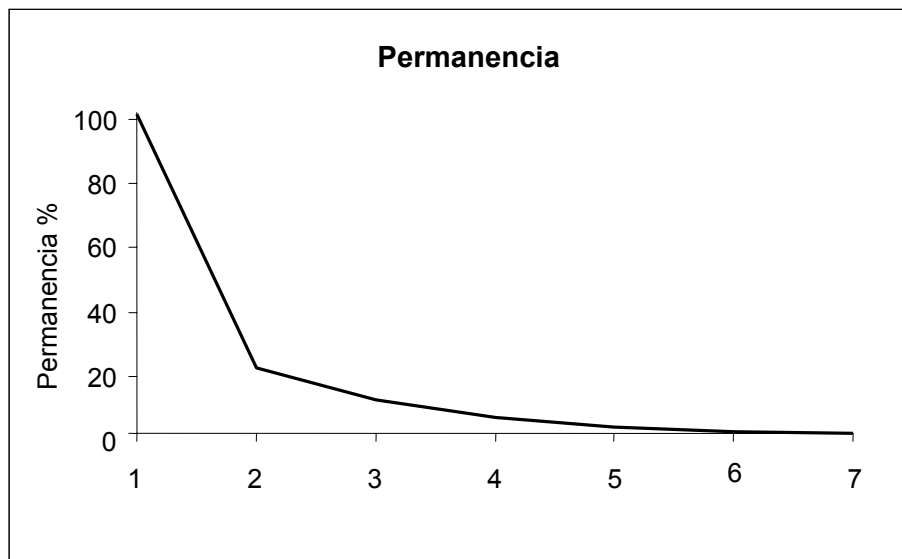


Figura 42. Permanencia de *D. merriami* en mezquite

La distancia recorrida a corto plazo fue de 16.9 m para machos y 16.0 m para hembras, la mayor frecuencia estuvo en el rango de los 10 a 20 metros en ambos sexos (Fig. 43). La proporción fue similar para distancia a largo plazo con 29.8 m para machos y 27.5 m en hembras (Fig. 44).

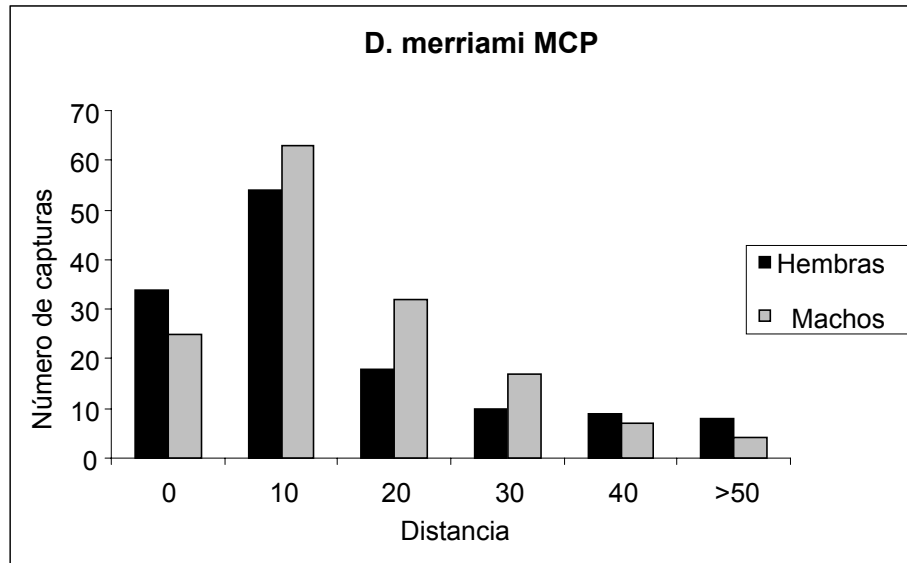


Figura 43. Movimientos a corto plazo de *D. merriami* en mezquite

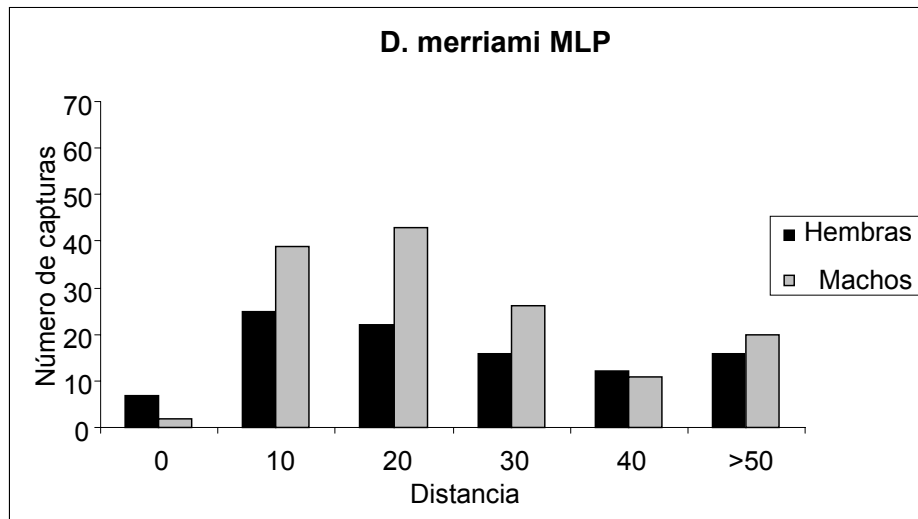


Figura 44. Movimientos a largo plazo de *D. merriami* en mezquite

Dipodomys ordii

Es una rata canguro de tamaño mediano. Las patas posteriores presentan cinco dedos, diferenciándose de *Dipodomys merriami* que presenta cuatro dedos. La cola es larga y con pelos alargados en la punta dando una apariencia de pincel, el cual es de color oscuro. El pelo es largo y sedoso de color café, rojizo o negruzco. Son animales nocturnos, solitarios y muy territoriales que están activos todo el año. Construyen sus madrigueras principalmente en suelos arenosos y rocosos, aunque también en la base de arbustos. Son principalmente granívoros aunque también incluyen en su dieta pastos, hierbas y otros materiales vegetales. Es una especie principalmente asociada a diferentes tipos de matorrales xerófilos y pastizales y ocasionalmente en bosques de encino. Se distribuye desde el sureste de Canadá hasta el centro de México a través del Altiplano hasta Hidalgo (Oliva, 2005).



Figura 45. *Dipodomys ordii*

En Janos-Casas Grandes se encontró principalmente asociado al mezquite, pero también hubo registros ocasionales que indican que también habita en pastizal.

El peso corporal promedio es de 58.2 gr (DS \pm 8.6), ligeramente mayor a *D. merriami*. La biomasa promedio fue de 139.5 gr/ha, y pese a ser de mayor tamaño que *D. merriami*, si existió una disminución en invierno, a diferencia de *D. merriami* que fue un poco mas estable en esta época del año. La mayor cantidad de biomasa se presentó en noviembre, antes del invierno (Fig. 46).

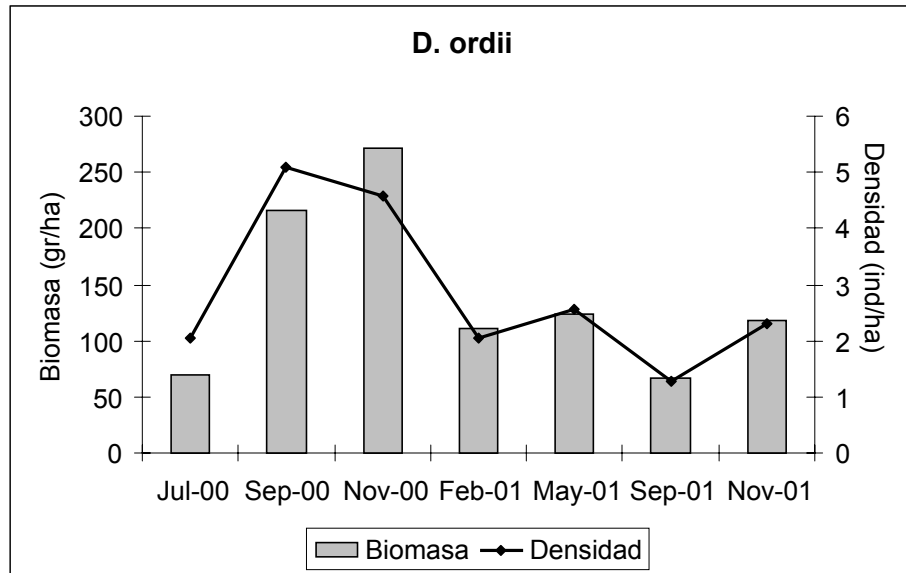


Figura 46. Biomasa y densidad de *D. ordii* en mezquite

La densidad promedio fue de 2.8 ind/ha, con los valores más altos en septiembre del primer año (5.1 ind/ha) y los más bajos en septiembre del segundo año (1.3 ind/ha). Este patrón fue más similar a los heterómidos de talla pequeña, que a las restantes especies de rata canguro (Fig. 46).

La proporción de sexos tuvo una mayoría de machos con 1.2 por cada hembra.

La temporada de reproducción ocurrió entre los meses de mayo a septiembre, en donde un porcentaje alto de machos estuvieron en estado reproductivo (Fig. 47).

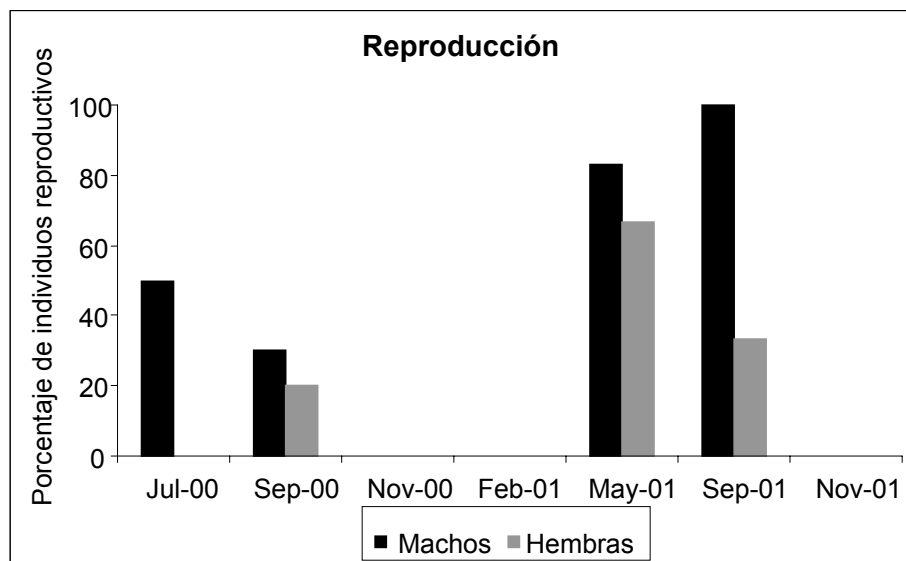


Figura 47. Individuos reproductivos de *D. ordii* en mezquite

Los juveniles aparecieron en noviembre, los adultos fueron los que presentaron la mayor actividad en invierno y aunque los subadultos también presentaron actividad, ésta fue mínima (Fig. 48).

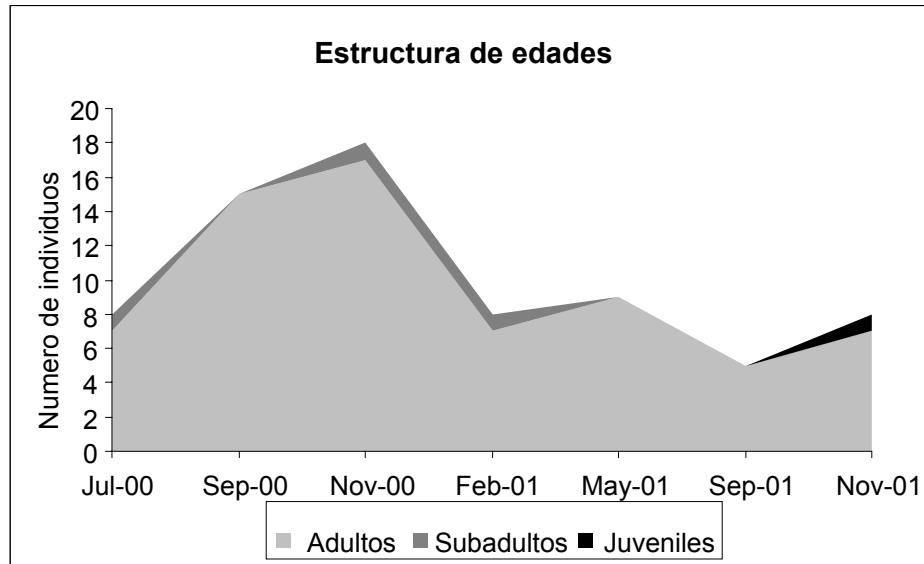


Figura 48. Estructura de edades de *D. ordii* en mezquite

El reclutamiento se dio principalmente entre mayo y septiembre y en febrero prácticamente es mínimo (Fig. 49).

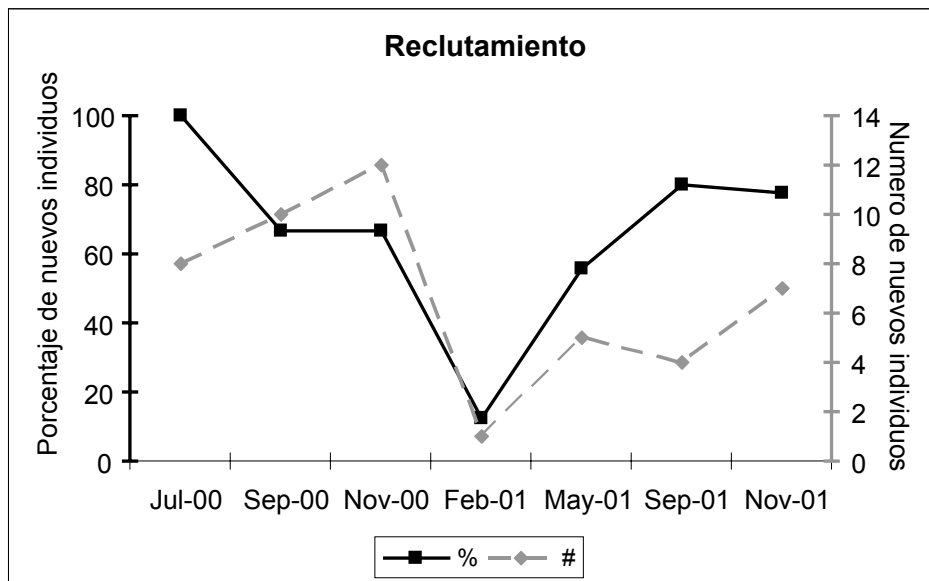


Figura 49. Reclutamiento de *D. ordii* en mezquite

Un porcentaje muy bajo de individuos estuvo presente en todos los muestreos pero aún así el tiempo máximo fue de 7 muestreos, aunque fueron muy pocos los individuos capturados en 3 muestreos consecutivos (Fig. 50).

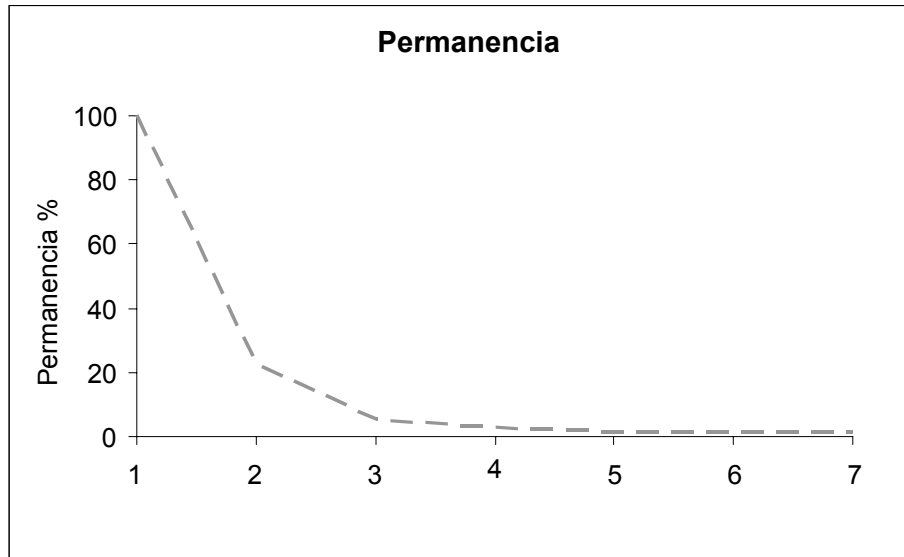


Figura 50. Permanencia de *D. ordii* en mezquite

Los movimientos a corto plazo fueron muy similares en ambos sexos, 15.4 m en machos y 17.0 en hembras (Fig. 51), en cambio los movimientos a largo plazo fueron ligeramente diferentes en tanto que los machos tuvieron un promedio de 26.5 m, el de las hembras fue de 35.3 m. (Fig. 52).

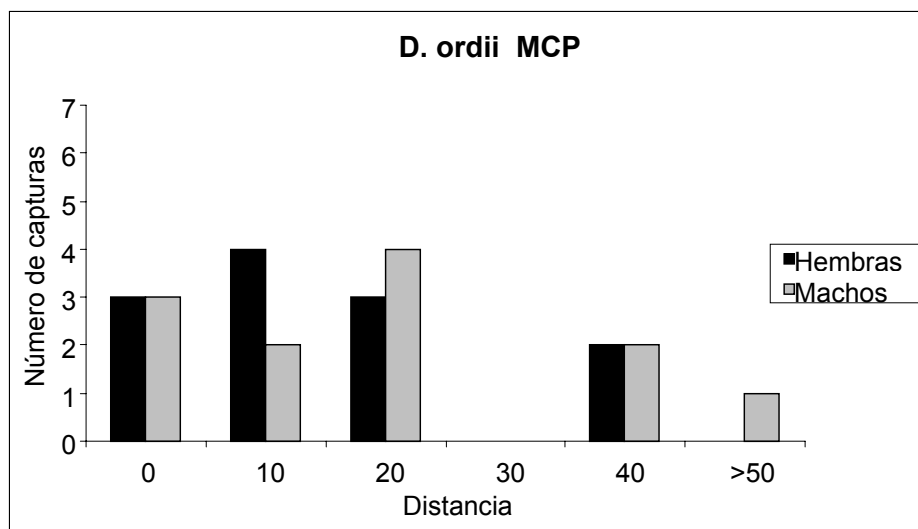


Figura 51. Movimientos a corto plazo de *D. ordii* en mezquite

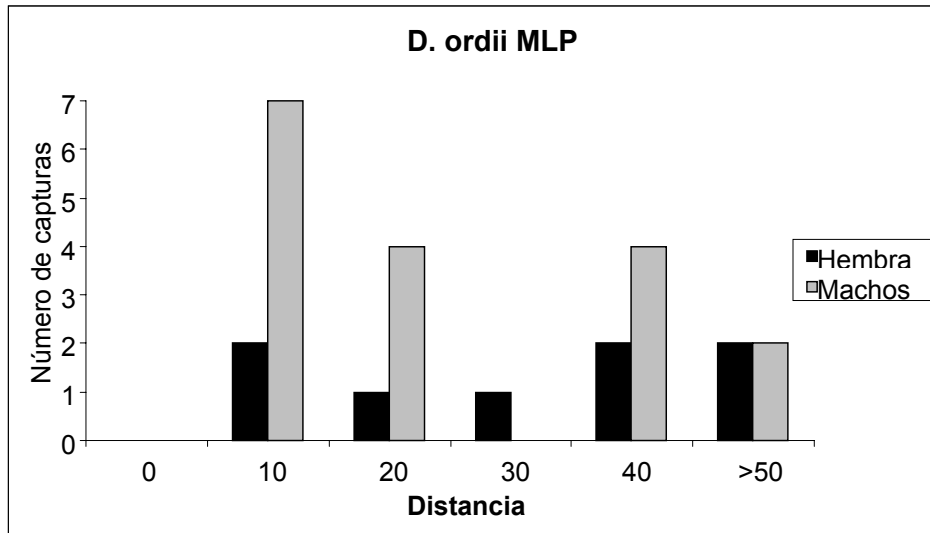


Figura 52. Movimientos a largo plazo de *D. ordii* en mezquite

Dipodomys spectabilis

Es la especie más grande del género. La cola es muy larga y en la parte distal el pelo forma un pincel blanco muy distintivo de la especie. El color en el dorso es ocre claro mezclado con algunos pelos negros. Son animales solitarios y muy territoriales. Se alimentan principalmente de semillas, las cuales almacenan en madrigueras subterráneas, de entre 30 y 50 cm de profundidad. Construyen sus madrigueras en lugares planos o pedregosos y ésta, a diferencia de las otras ratas canguro, se encuentra en sitios abiertos, formando grandes montículos con numerosas entradas. Viven en vegetación xerófila y en pastizales, debido a que modifican el ambiente en donde viven, se les considera especie clave. Su distribución se extiende desde el centro-sur de Estados Unidos hasta México, en donde hay dos poblaciones separadas, una en Sonora y Chihuahua y otra en Aguascalientes y Zacatecas (Oliva, 2005).



Figura 53. *Dipodomys spectabilis*

Se encontró en ambos hábitats siendo muy conspicuos los senderos y las madrigueras y que utilizan. Algunos individuos fueron observados realizando actividades en el crepúsculo e incluso a medio día (*obs. pers.*).

El peso promedio fue de 130.1 gr en mezquite (DS \pm 23.1) y de 127.3 gr en pastizal (DS \pm 18.3), siendo el heterómido mas grande y el segundo ratón de mayor tamaño, sólo después de *N. albigula*.

Debido a su gran tamaño aportó una considerable proporción en la biomasa; aunque en mezquite la biomasa fue mayor con 569.6 gr/ha la aportación al total de la biomasa de la comunidad fue de 24.7 %, en cambio en pastizal contribuyó casi completamente con el total de la biomasa (89.8%) con 392.1 gr/ha.

En el transcurso del año *D. spectabilis* presentó el patrón inverso a los demás heterómidos, los valores más altos se presentan en la temporada de frío y a mediados de primavera, entre noviembre y mayo (Fig. 54).

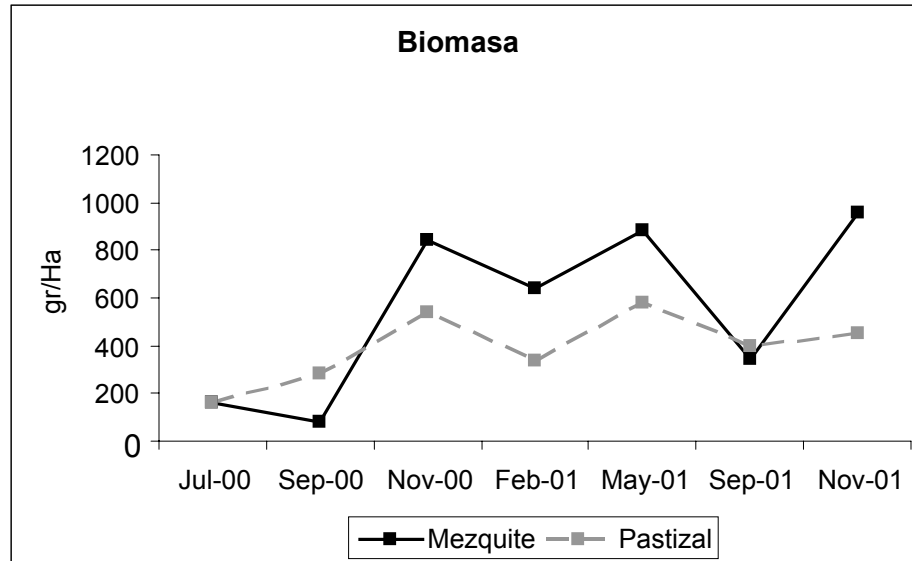


Figura 54. Biomasa de *D. spectabilis* en ambos hábitats

La densidad poblacional promedio fue de 4.4 ind/ha en mezquite y en pastizal fue de 3.2 ind/ha. En mezquite, la menor densidad poblacional se presentó en septiembre con 0.5 ind/ha y la mayor fue en noviembre con 7.6 ind/ha. Para pastizal el valor mínimo ocurrió en julio con 1.4 ind/ha y el valor máximo se presentó en mayo con 4.6 ind/ha. Al igual que la biomasa, la tendencia de la densidad poblacional a lo largo del año fue diferente al resto de los demás heterómidos (Fig. 55).

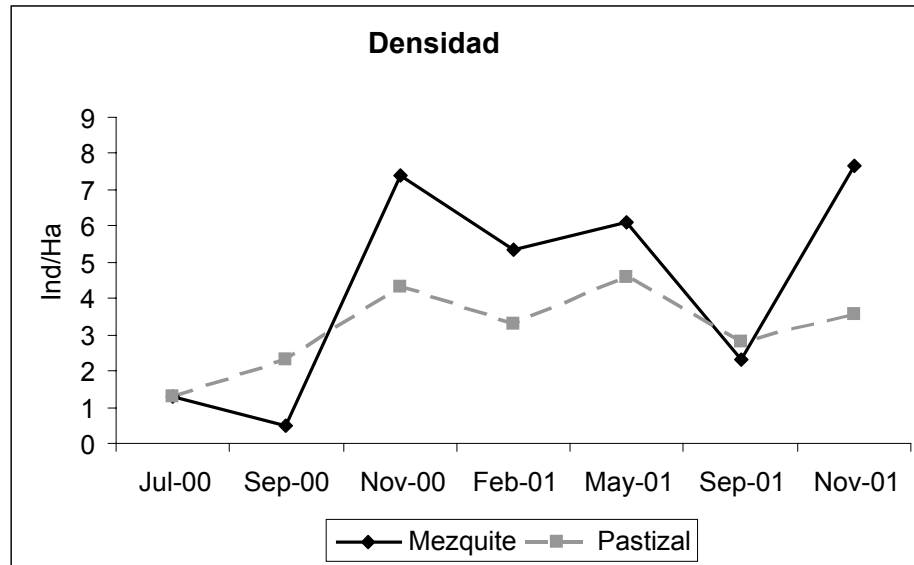


Figura 55. Densidad de *D. spectabilis* en ambos hábitats

La proporción de sexos fue casi igual para ambos hábitats, presentando una mayor proporción de hembras en los dos casos, en mezquite la proporción fue de 0.7 machos por cada hembra y en pastizal fue de 0.7 machos por hembra (Cuadros 7 y 8).

Los machos estuvieron en estado reproductivo la mayor parte del año, en cambio las hembras solo estuvieron reproductivas en el periodo de mayo a septiembre. En septiembre el 100% de los adultos estuvieron en estado reproductivo (Figs. 56 y 57).

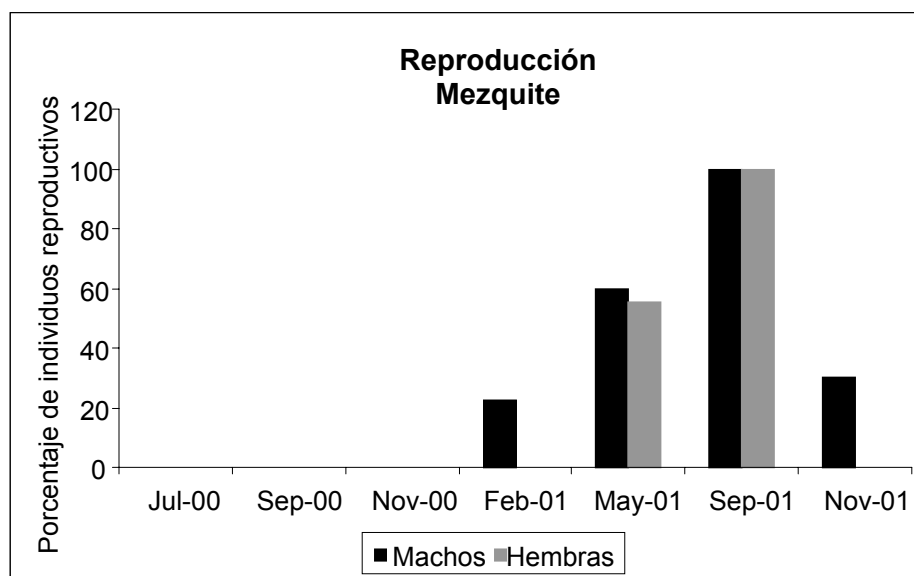


Figura 56. Individuos reproductivos de *D. spectabilis* en mezquite

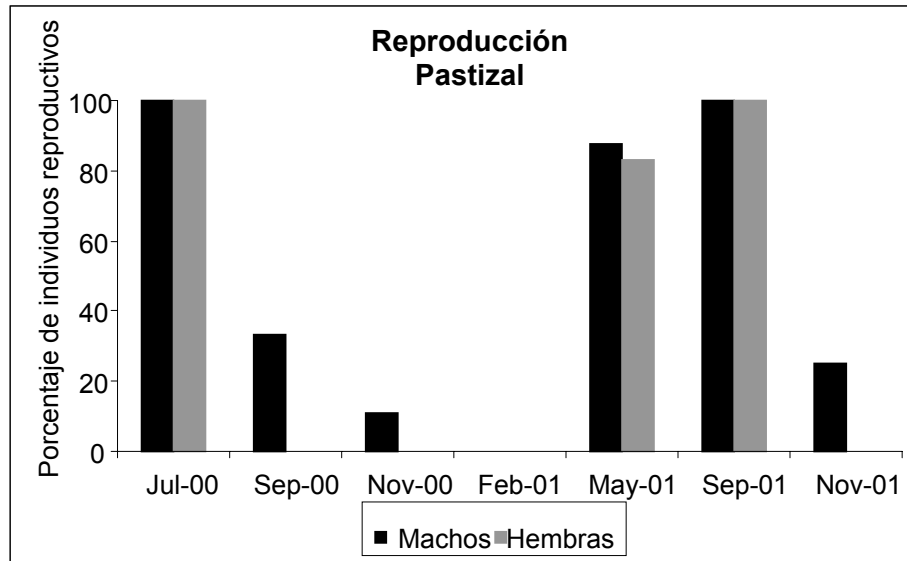


Figura 57. Individuos reproductivos de *D. spectabilis* en pastizal

Los nacimientos ocurrieron entre febrero y julio, siendo mayo el mes con mayor número de juveniles encontrados. Para julio y septiembre ya son subadultos y han adquirido un tamaño necesario para hacer frente al invierno y es hasta primavera que alcanzaron la madurez como adultos. Los adultos estuvieron presentes a lo largo de todo el año (Fig. 58).

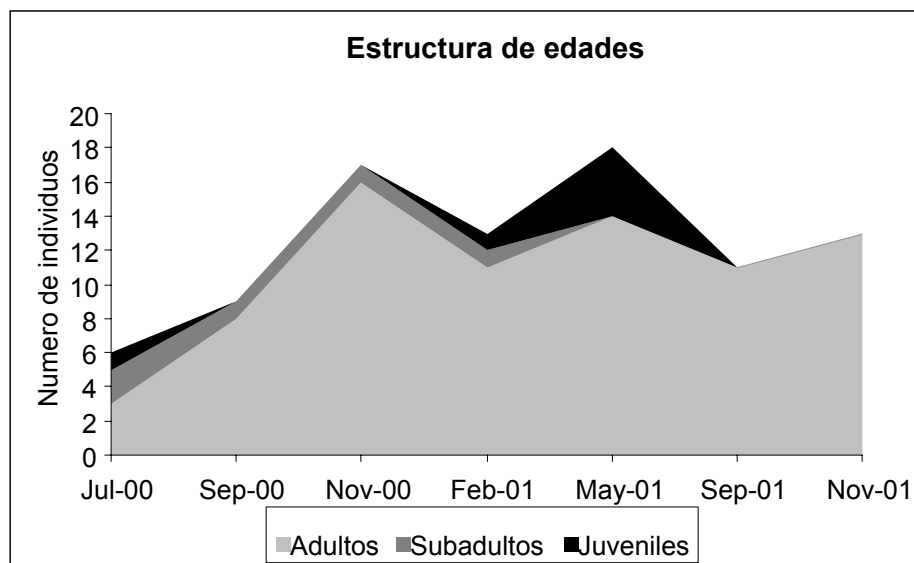


Figura 58. Estructura de edades de *D. spectabilis*

El reclutamiento se dio principalmente por nacimientos entre febrero y julio y el resto del año el reclutamiento fue debido a la inmigración de adultos. En general el reclutamiento fue menor, comparado con el resto de los heterómidos (Figs. 59 y 60).

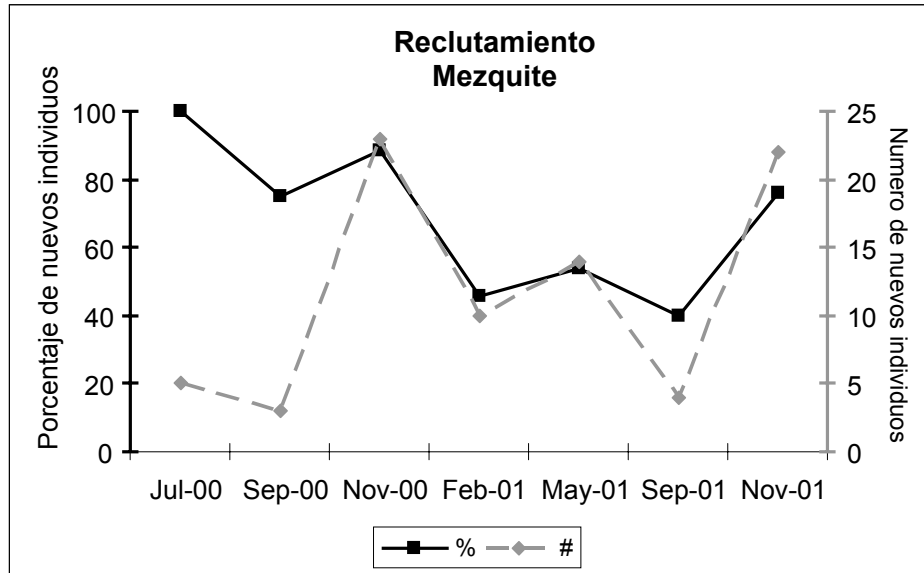


Figura 59. Reclutamiento de *D. spectabilis* en mezquite

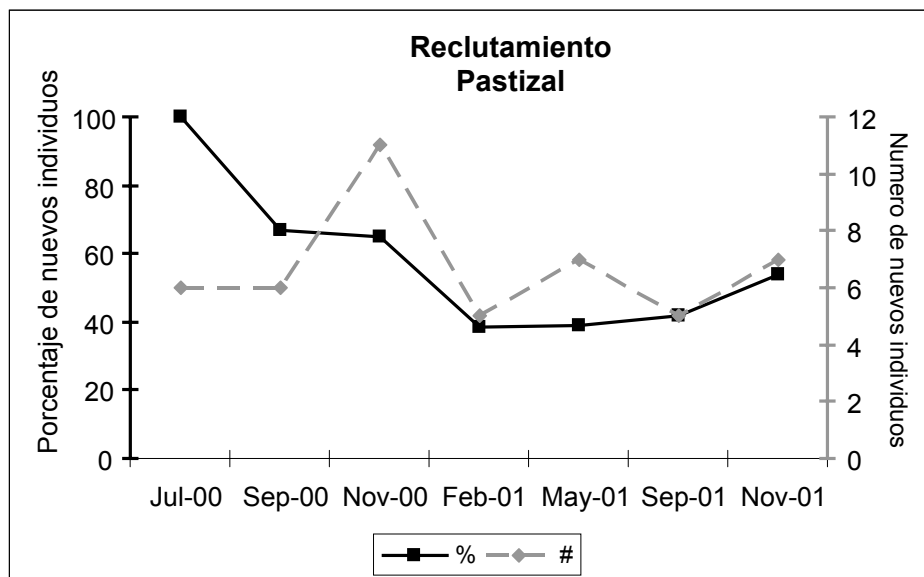


Figura 60. Reclutamiento de *D. spectabilis* en pastizal

Esta especie fue una de las que presentaron mayor porcentaje de permanencia en el área, tanto en pastizal, como en mezquite. Al ser de tamaño grande en comparación del resto de especies de ratones, los individuos tienen un periodo de vida mayor (Fig. 61).

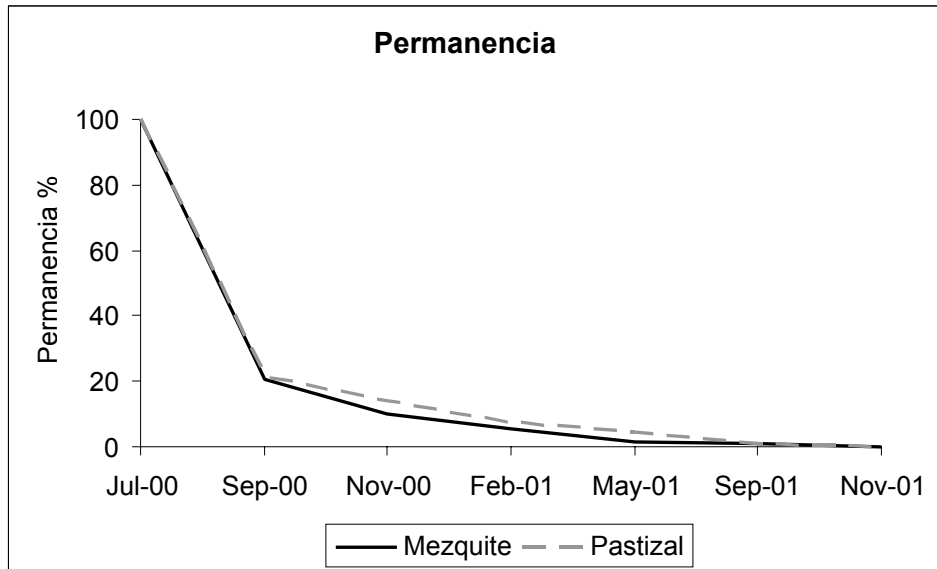


Figura 61. Permanencia de *D. spectabilis* en ambos hábitats

La especie presentó un movimiento a corto y a largo plazo muy bajo, siendo muy fieles a su territorio. En cuanto a movimientos a corto plazo, los machos en mezquite tuvieron un promedio de 22.2 m, tanto que las hembras fue de 18.1 m; para pastizal el promedio fue ligeramente menor, los machos tuvieron un promedio de 14.6 m y las hembras de 14.5 m. Los movimientos a largo plazo fueron muy semejantes, en mezquite el promedio de los machos fue de 26.2 m y el de las hembras fue de 23.9 m; en pastizal los machos promediaron una distancia de 23.1 m y las hembras 27.7 m (Figs. 62, 63, 64 y 65).

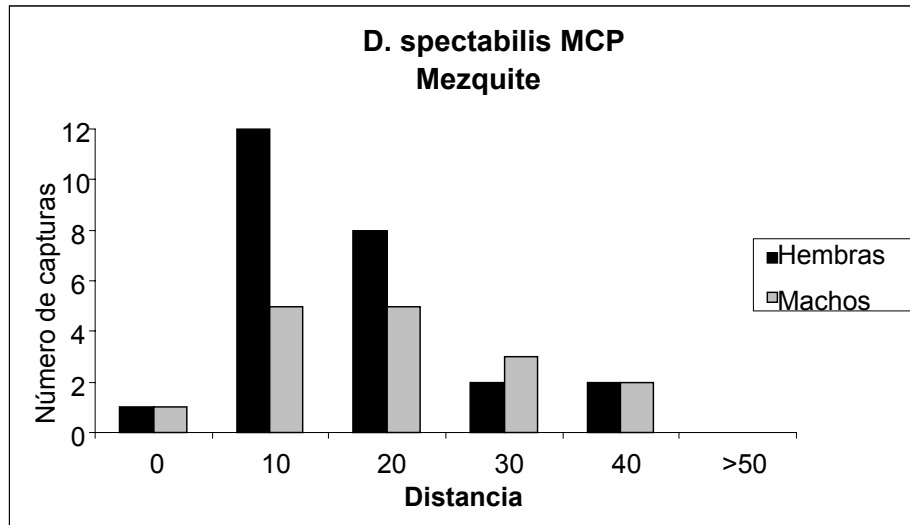


Figura 62. Movimientos a corto plazo de *D. spectabilis* en mezquite

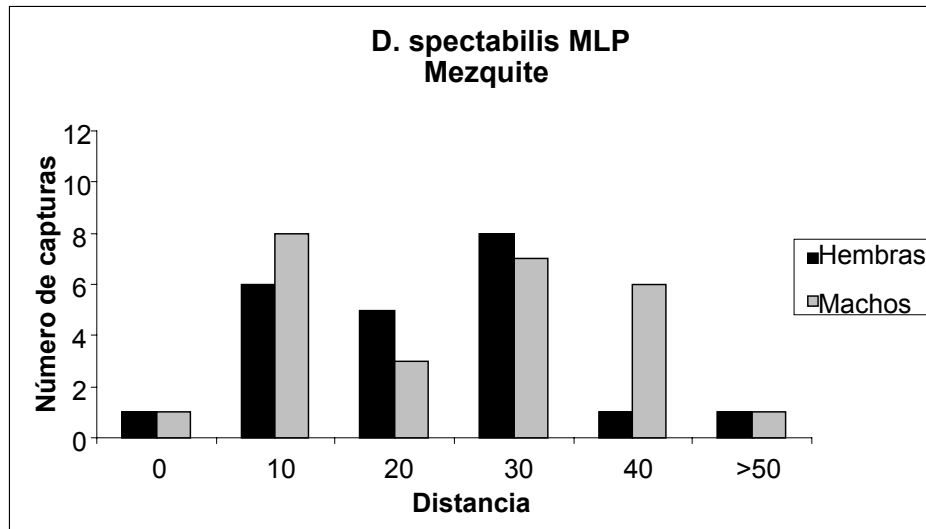


Figura 63. Movimientos a largo plazo de *D. spectabilis* en mezquite

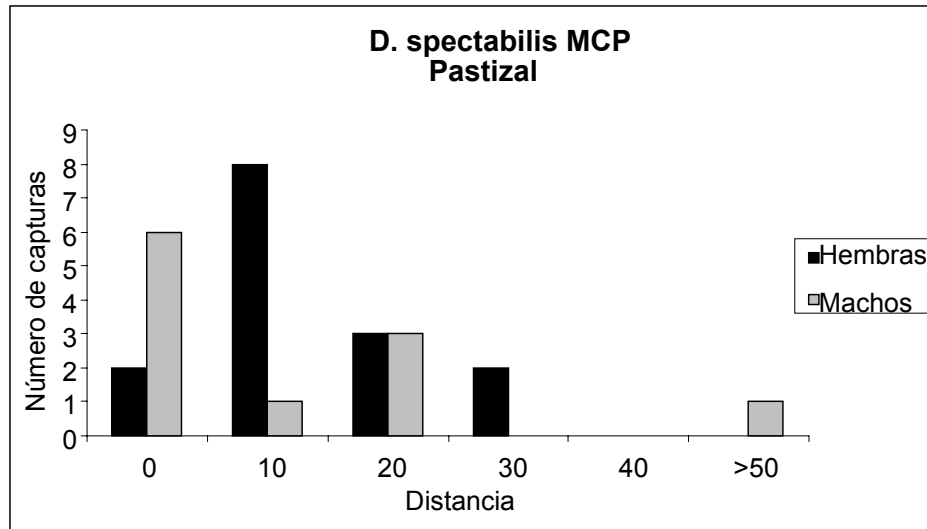


Figura 64. Movimientos a corto plazo de *D. spectabilis* en pastizal

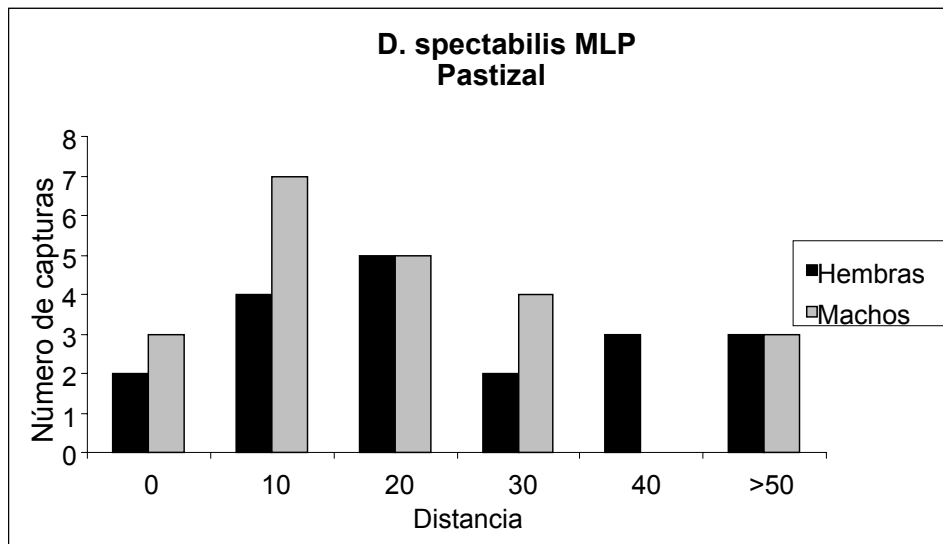


Figura 65. Movimientos a largo plazo de *D. spectabilis* en pastizal

CRICÉTIDOS

Ésta familia de roedores es originaria de América. La riqueza de especies de los géneros *Peromyscus*, *Reithrodontomys* y *Neotoma* es muy alta. Son animales no tan especializados morfológicamente comparados con los heterómidos, pero mucho más diversos conductual y ecológicamente. Las ratas del género *Neotoma* son primariamente folívoras y construyen grandes madrigueras con ramas y diversos materiales; los ratones del género *Onychomys* son carnívoros y se alimentan de insectos y pequeños vertebrados; los ratones del género *Reithrodontomys* se alimentan de semillas, como los heterómidos y los ratones del género *Peromyscus* son omnívoros y oportunistas. Las especies de múridos son nocturnas y presentan actividad durante todo el año aunque pueden entrar en torpor para evitar periodos de escasez de agua y de alimento.



Figura 66. *Sigmodon fulviventer*

Neotoma albigula

Es una rata bastante grande y nocturna pero frecuentemente se le ve de día. Son terrestres pero se les puede encontrar trepando sobre arbustos y cactus columnares. Construyen sus madrigueras en la base de los árboles, arbustos, rocas y cactus; para la construcción de las madrigueras utilizan plantas espinosas (nopales, choyas y mezquites), hojas plumas, piedras, huesos, heces de animales y hasta basura. La madriguera tiene una forma cónica con numerosas salidas y llegan a medir hasta 118 cm de alto y 300 cm de diámetro. La dieta varía con el hábitat y la estación pero consiste en nopales, hierbas, hojas de izote, frutos e inflorescencias florales compuestas. No requieren beber agua líquida ya que la obtienen de las plantas suculentas que comen. Se encuentran en una gran variedad de tipos de vegetación, incluyendo muchas variantes de matorrales de zonas áridas y matorral espinoso. Se distribuye en Estados Unidos desde el sureste de Utah y centro de Texas hasta el noreste de México (Mellink y Luévano, 2005).



Figura 66. *Neotoma albigula*

Fue colectada únicamente en mezquite, en donde son notables sus madrigueras hechas principalmente con trozos de mezquite y de choya.

La masa corporal promedio fue de 145.4 gr (DS \pm 48.2) siendo el ratón mas grande que se encontró durante todo el muestreo.

La biomasa promedio fue de 166.7 gr/ha siendo el máximo en noviembre (264.0 ind/ha) y el mínimo en febrero (75.0 ind/ha). La fluctuación temporal presentó una disminución en invierno y gradualmente se fue incrementando hasta alcanzar el máximo previo al invierno. Esto fue un aumento de peso por parte de los individuos para hacer frente al frío del invierno (Fig. 67).

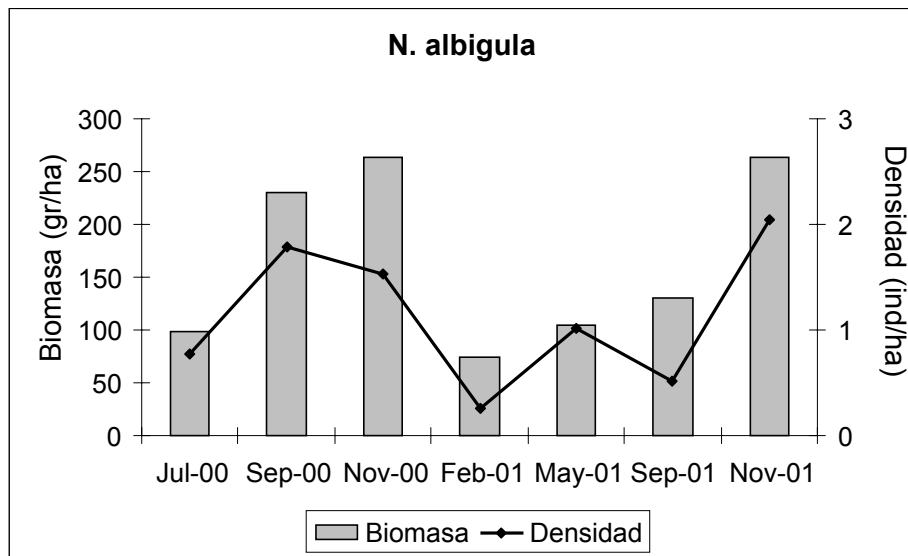


Figura 67. Biomasa y densidad de *N. albigula* en mezquite

La densidad fue muy baja en los sitios muestreados teniendo un promedio de 1.1 ind/ha. La densidad máxima se presentó en noviembre (2 ind/ha) y la mínima en febrero (0.3 ind/ha). Las densidades máximas fueron previas al invierno, en donde se presentaron las densidades más bajas incrementándose gradualmente hasta alcanzar nuevamente el máximo previo al invierno (Fig. 67).

El número de machos fue mayor que el de las hembras, presentándose una proporción de sexos de 1.5 machos por hembra (Cuadro 7). El periodo reproductivo de las hembras fue de mayo a septiembre. No se registraron machos reproductivos (Fig. 68).

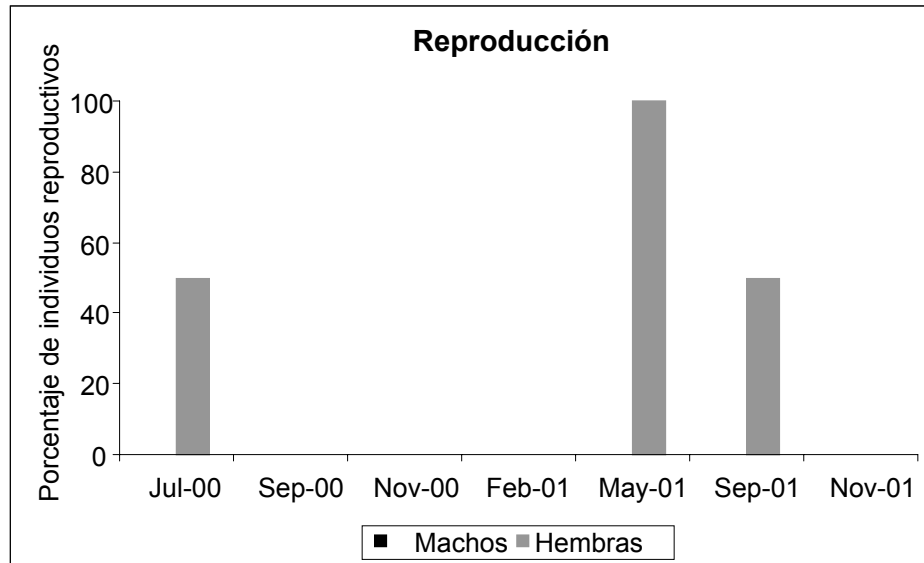


Figura 68. Individuos reproductivos de *N. albigula* en mezquite

Los nacimientos ocurrieron entre mayo y septiembre que es la época en donde se presentaron los juveniles. Posteriormente se desarrollaron hasta ser subadultos, esto ocurre entre septiembre y noviembre. Para febrero ya solo hay adultos, que constituyeron el grupo más numeroso a lo largo del año a excepción de mayo en donde se dieron los nacimientos y los juveniles son mayoría. (Fig. 69)

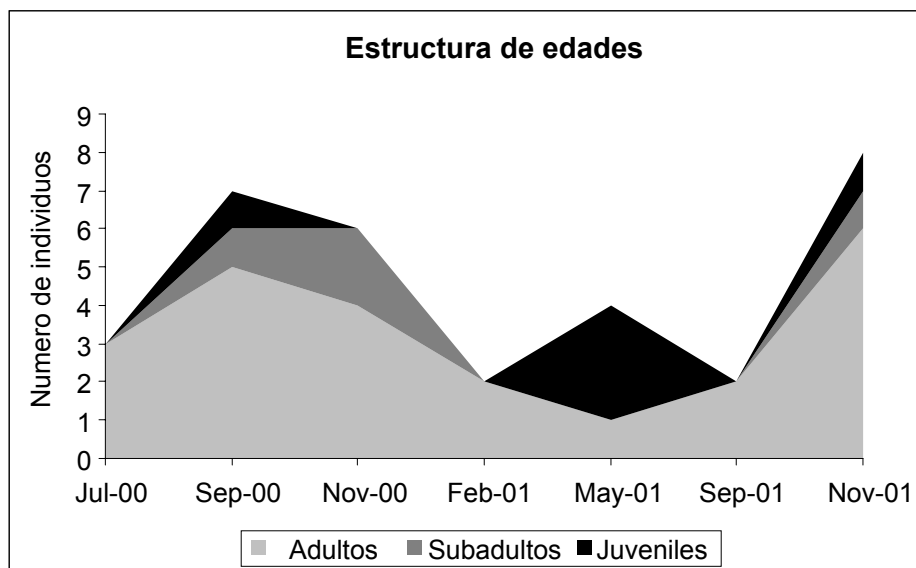


Figura 69. Estructura de edades de *N. albigula* en mezquite

El mayor reclutamiento se dio entre julio y septiembre debido principalmente a los nacimientos y en menor número a inmigración. En febrero el reclutamiento fue muy bajo y fue debido a inmigraciones (Fig. 70).

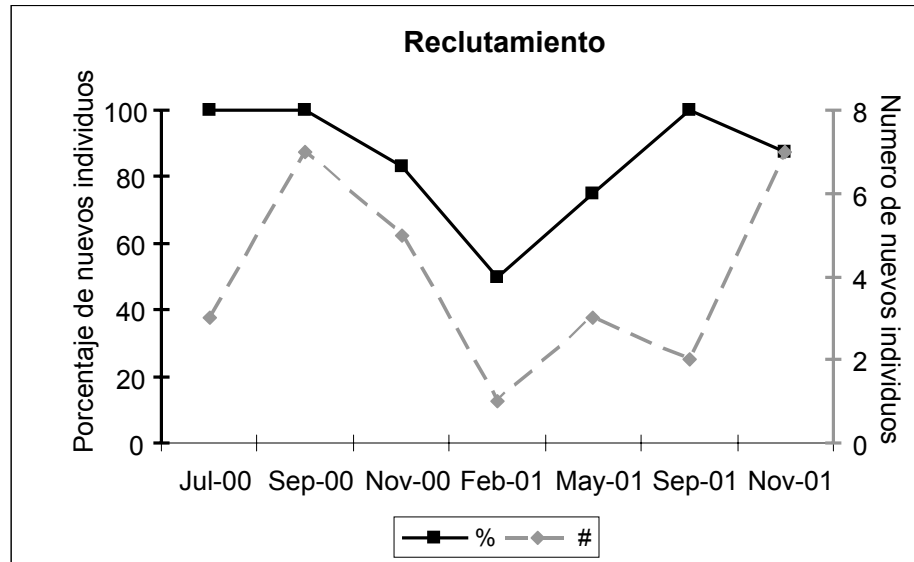


Figura 70. Reclutamiento de *N. albigula* en mezquite

Debido a su tamaño que le da una mayor movilidad, la permanencia fue baja comparada con animales del mismo tamaño o menores como *Dipodomys* (Fig. 71).

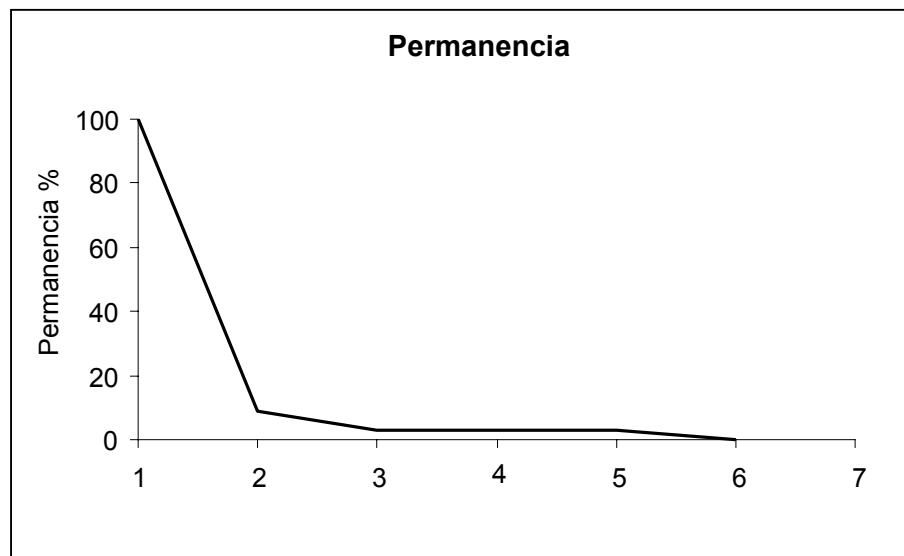


Figura 71. Permanencia de *N. albigula* en mezquite

El movimiento promedio a corto plazo en machos fue de 12.2 m, en el caso de las hembras fue ligeramente mayor con 15.7 m; en ambos casos la distancia no fue mayor a 30 metros. En cuanto a la distancia a largo plazo, sólo se recapturo un macho a 50 metros y en el caso de las hembras el promedio fue de 82.9 m, aunque una hembra pasó de un cuadro a otro, por lo que se elevó considerablemente el promedio (Fig. 72).

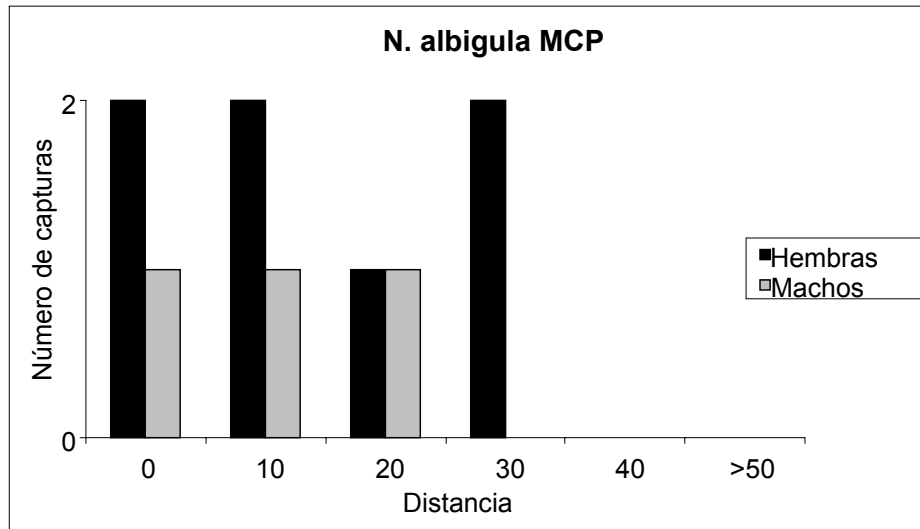


Figura 72. Movimientos a corto plazo de *N. albigula* en mezquite

Onychomys arenicola

Es un ratón pequeño con la cola corta, muy gruesa y blanca en la punta. Es una especie poco común que se alimenta de chapulines, escarabajos y otros artrópodos. Presenta hábitos nocturnos y construye refugios a nivel del suelo en los que habita un macho adulto con sus crías. Los machos son territoriales y participan en el cuidado de las crías. Se encuentran únicamente en pastizales y matorral xerófilo. Se distribuye básicamente en el desierto Chihuahuense, desde el sureste de Arizona hasta Zacatecas y Aguascalientes en el centro de México (Godínez-Álvarez, 2005).



Figura 73. *Onychomys arenicola*

La mayoría de individuos fueron registrados en pastizal y ocasionalmente en mezquite. Presenta actividad en todo el año a pesar de disminuir en invierno. El peso promedio fue de 21.9 gr (DS \pm 5.9). La biomasa promedio fue de 24.6 gr/ha con un máximo de 55.1 gr/ha en noviembre, en septiembre de 2001 no fue capturado registrando una reducción en comparación con el año anterior (Fig. 74).

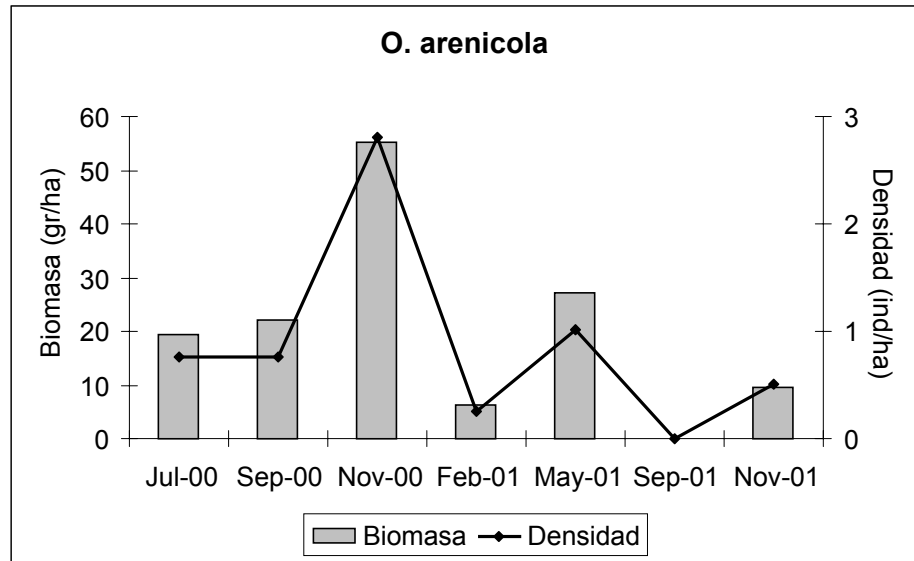


Figura 74. Biomasa y densidad de *O. arenicola* en pastizal

La densidad promedio fue de 0.8 ind/ha, la más baja de todos los ratones considerados abundantes y comunes. La mayor densidad fue en noviembre con 2.8 ind/ha y la menor fue en septiembre en donde no se colectó (Fig. 74).

Las hembras fueron más numerosas con una proporción de 0.6 machos por cada hembra (Cuadro 8). El periodo reproductivo comenzó en julio y duró hasta septiembre, en septiembre y mayo todos los machos y las hembras estuvieron en estado reproductivo (Fig. 75).

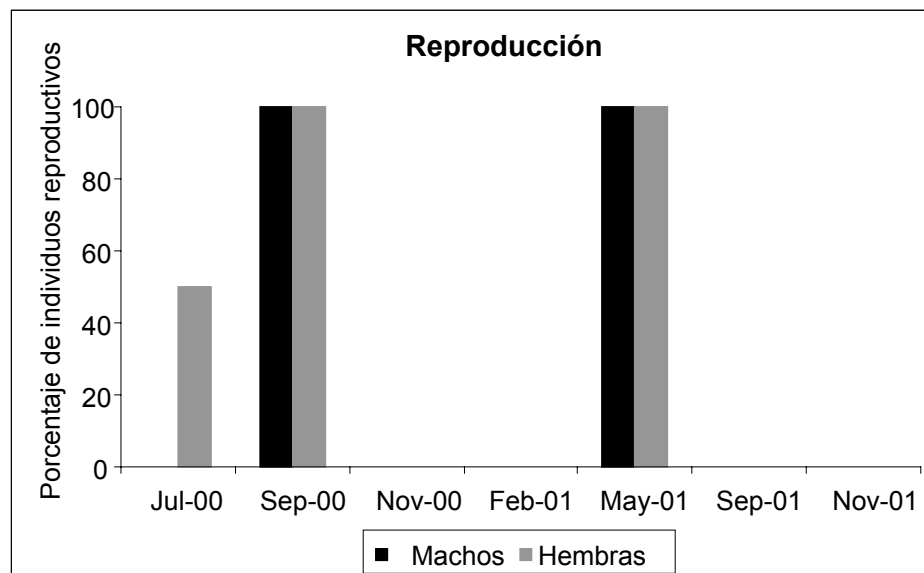


Figura 75. Individuos reproductivos de *O. arenicola* en pastizal

Los nacimientos se dieron en verano y los juveniles comenzaron a presentarse en julio, pero es hasta noviembre cuando se presentó el mayor número. Los subadultos por su parte estuvieron presentes desde septiembre hasta febrero y también en noviembre donde se registró el mayor número (Fig. 76).

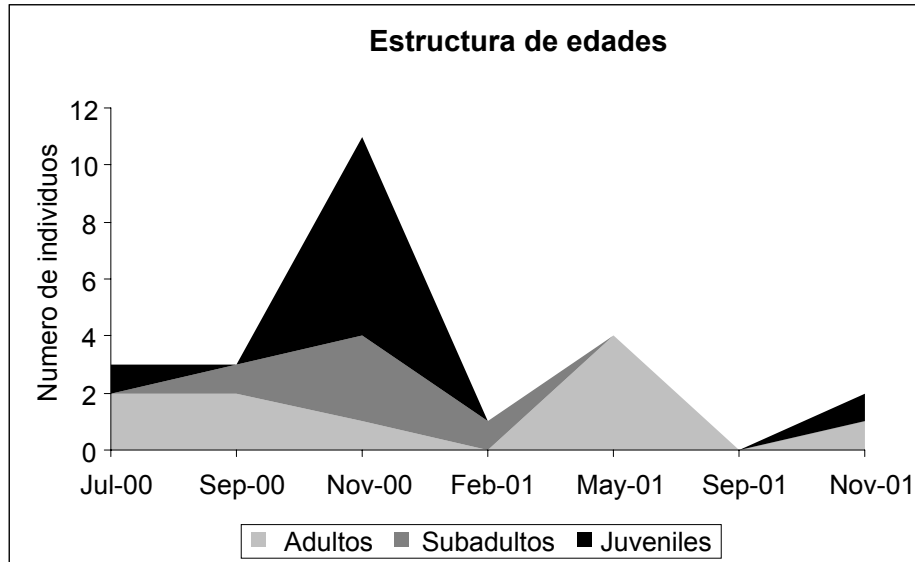


Figura 76. Estructura de edades de *O. arenicola* en pastizal

El reclutamiento presentó un patrón muy irregular, fluctuando hasta en más de 80% en cada muestreo subsecuente, en el primer muestreo el reclutamiento fue debido al inicio de estudio, en noviembre se dio por nacimientos y las disminuciones son consecuencia de la disminución en la densidad poblacional en esos muestreos (Fig. 77).

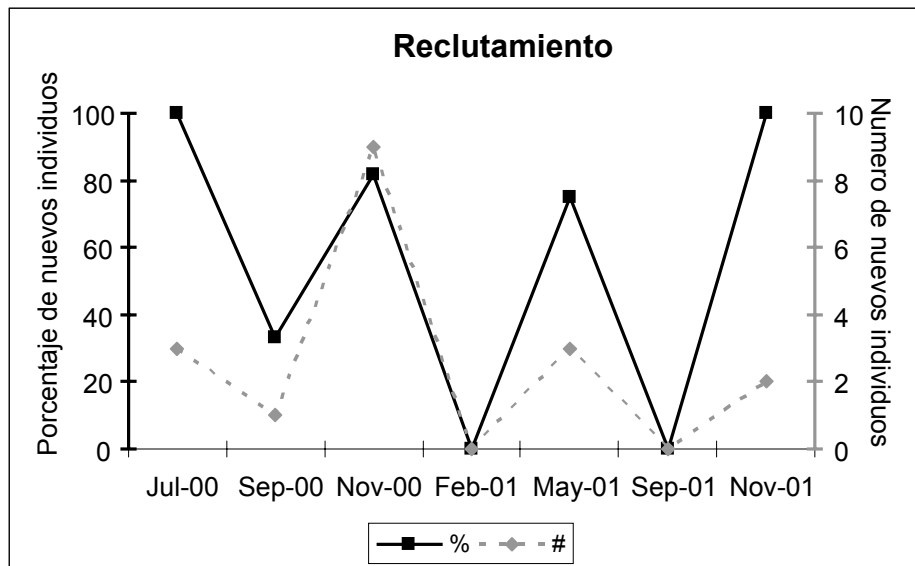


Figura 77. Reclutamiento de *O. arenicola* en pastizal

La permanencia disminuyó rápidamente en el segundo muestreo y permaneció baja hasta el quinto muestreo que desaparece, esto debido a la alta migración y mortalidad (Fig. 78).

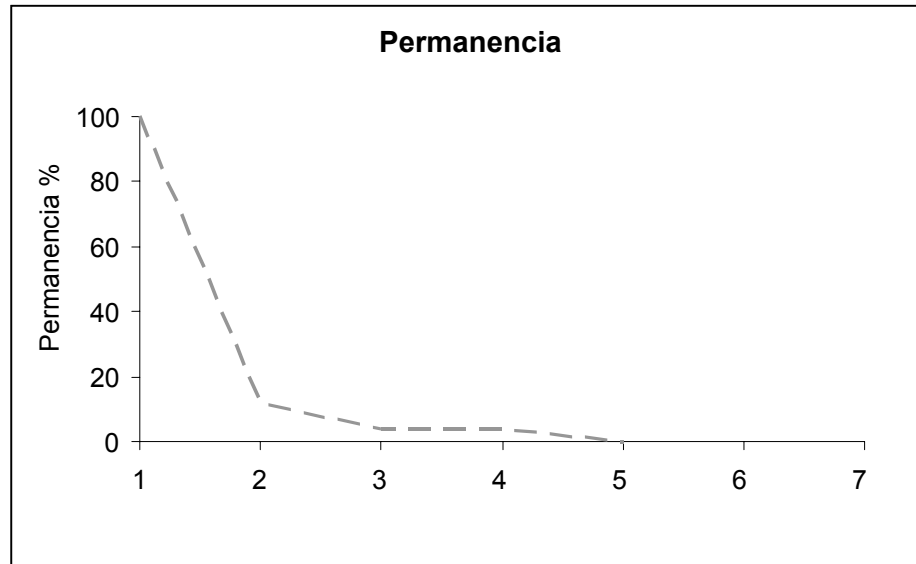


Figura 78. Permanencia de *O. arenicola* en pastizal

El movimiento a corto plazo en machos fue de 16.18 m y en hembras fue de 22.1 m, el intervalo de movimiento estuvo entre 10 y 36 metros. No fue posible registrar el movimiento a largo plazo en machos y en hembras fue de 41.2 m (Fig. 79).

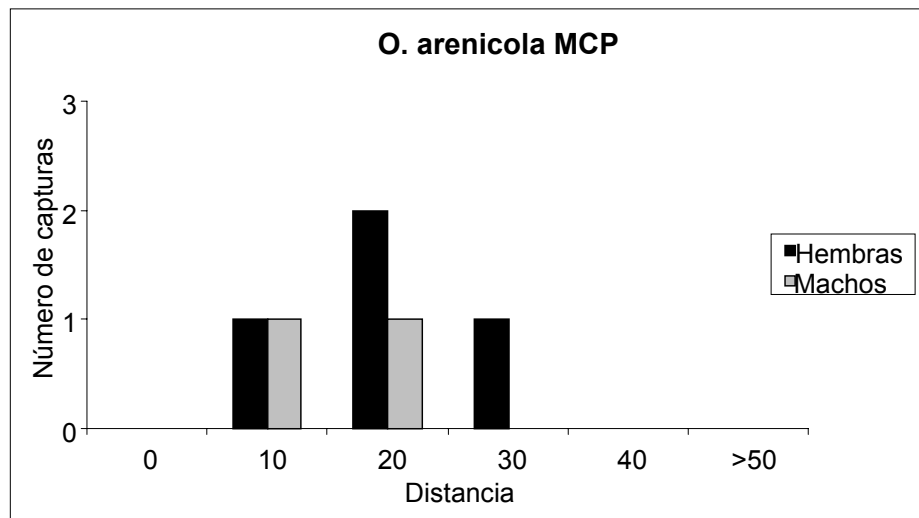


Figura 79. Movimientos a corto plazo de *O. arenicola* en pastizal

Onychomys leucogaster

Es un ratón de tamaño pequeño a mediano, caracterizado por su cola bicolor corta y muy gruesa, de menor longitud que la cola y el cuerpo. Habita en matorrales áridos y praderas de pastos bajos. Son básicamente carnívoros siendo el único género de ratones de Norteamérica con estos hábitos alimenticios, por lo que se ha sugerido que pueden ejercer la función de regulador natural de poblaciones de insectos plaga; su dieta incluye insectos y pequeños ratones como *Peromyscus*, *Perognathus* y *Microtus*. Son básicamente nocturnos y presentan actividad en todo el año sin que se halle evidencia de hibernación. Se encuentra principalmente en áreas de matorral xerófilo y diferentes tipos de pastizales, desde Canadá hasta Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León en el noreste de México y en el Noroeste en una pequeña fracción de Chihuahua (Tobón, 2005). En el presente estudio sólo se registró en mezquite.



Figura 80. *Onychomys leucogaster*

El peso promedio fue de 34.7 gr (DS \pm 9.3) siendo el segundo mayor múrido en tamaño corporal.

La biomasa promedio fue de 96.6 gr/ha, el valor máximo se presentó en noviembre (195.2 gr/ha) y el valor mínimo en febrero (21.4 gr/ha) (Fig. 81).

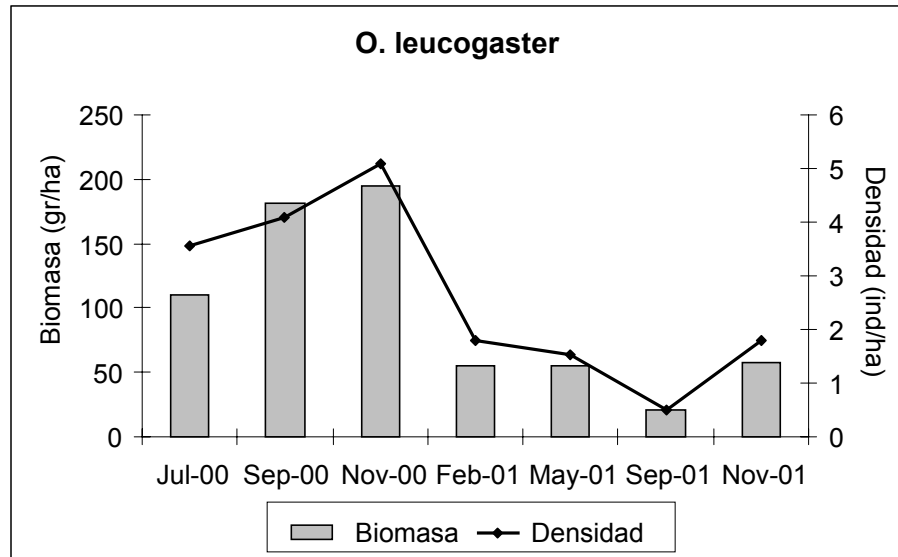


Figura 81. Biomasa y densidad de *O. leucogaster* en mezquite

Presentó una densidad promedio de 2.6 ind/ha, la mayor densidad se presentó en noviembre (5.1 ind/ha) y la menor densidad en septiembre (0.5 ind/ha). Aunque se presentó un fenómeno recurrente en varias de las especies, después del invierno no se recuperan las densidades ni las biomásas y éstas presentan valores ligeramente mayores o inclusive iguales o menores que en invierno (Fig. 81).

Tuvo actividad a lo largo de todo el año con una considerable actividad en invierno a pesar de una disminución (Fig. 82).

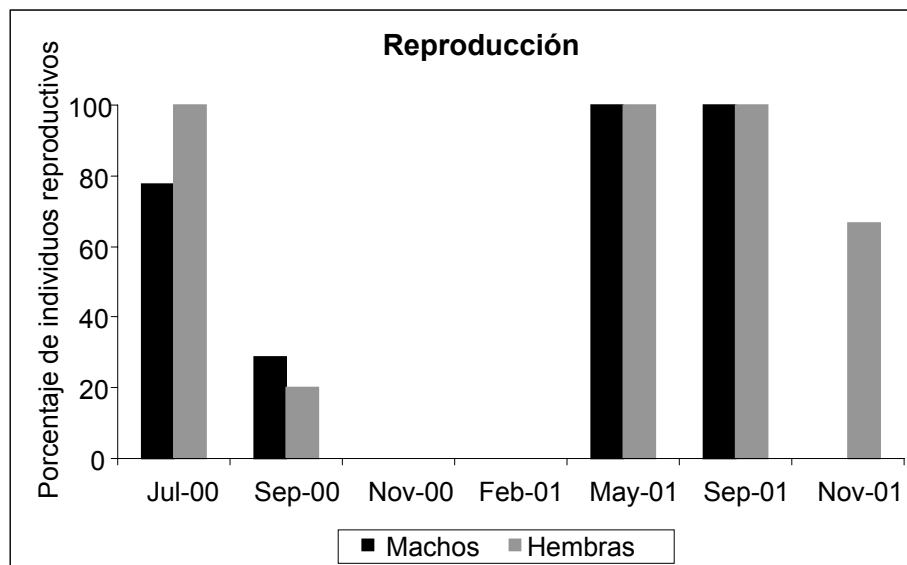


Figura 82. Individuos reproductivos de *O. leucogaster* en mezquite

La proporción de sexos es similar, por cada 1.1 machos hubo una hembra (Cuadro 7). El periodo de reproducción ocurre entre mayo y septiembre habiendo una gran proporción de adultos reproductivos e incluso varias hembras tuvieron actividad reproductiva hasta noviembre. (Fig. 83)

Los nacimientos tuvieron lugar entre mayo y noviembre, lapso donde se presentó el mayor número de juveniles que contribuyó importantemente a aumentar la población, los subadultos también contribuyeron con una cantidad menor, principalmente en septiembre y hasta febrero.

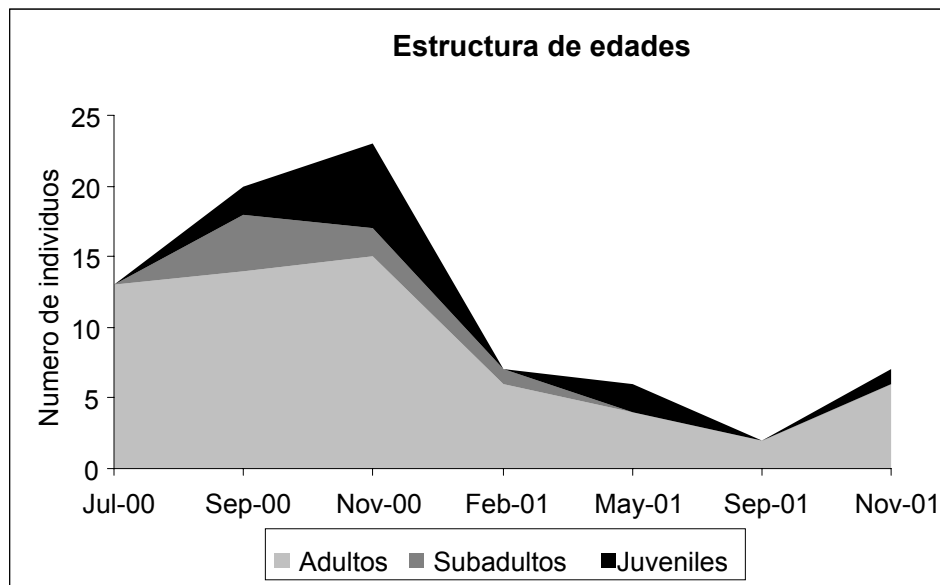


Figura 83. Estructura de edades de *O. leucogaster* en mezquite

El reclutamiento por juveniles se dio principalmente en septiembre y noviembre contribuyendo con un alto porcentaje, en febrero hubo una disminución pero en mayo hubo un aumento en el porcentaje debido a inmigración principalmente (Fig. 84).

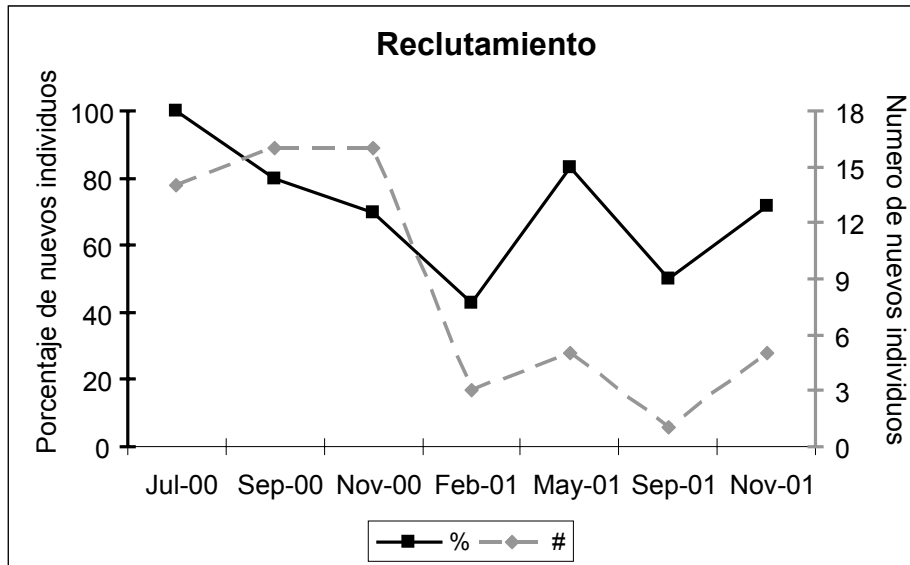


Figura 84. Reclutamiento de *O. leucogaster* en mezquite

La permanencia fue muy baja después del tercer muestreo, aunque la permanencia máxima fue de los siete muestreos. Esta baja permanencia es debida a la alta movilidad y a las pocas recapturas registradas (Fig. 85).

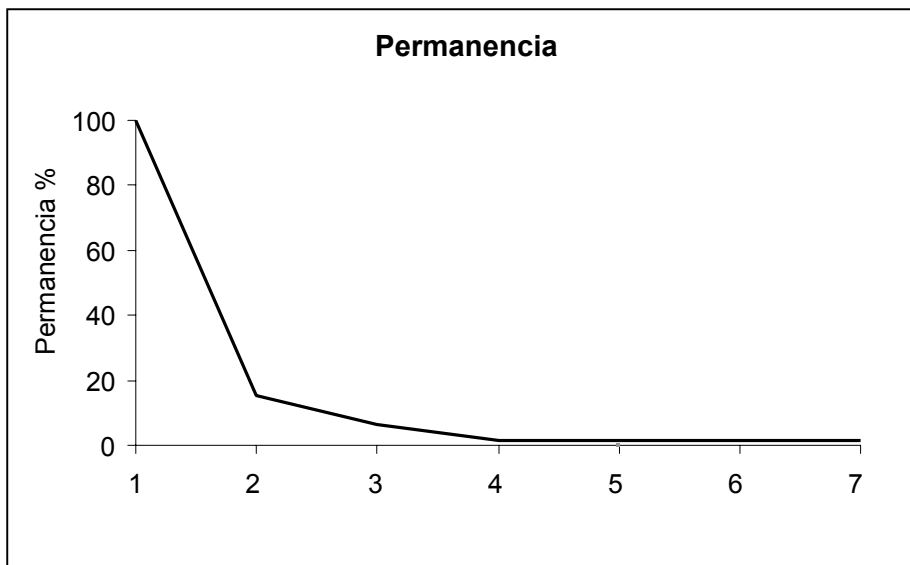


Figura 85. Permanencia de *O. leucogaster* en mezquite

Esta especie presentó una gran movilidad a corto y largo plazo a pesar de no ser una especie de talla grande. Las hembras presentaron un movimiento a corto plazo ligeramente mayor que los machos, en hembras fue de 28.1 m y en machos de 22.6 m. La tendencia se invirtió en el movimiento a largo plazo, los machos tuvieron una distancia promedio de 60.7 m y las hembras de 35.2 m. (Figs. 86 y 87).

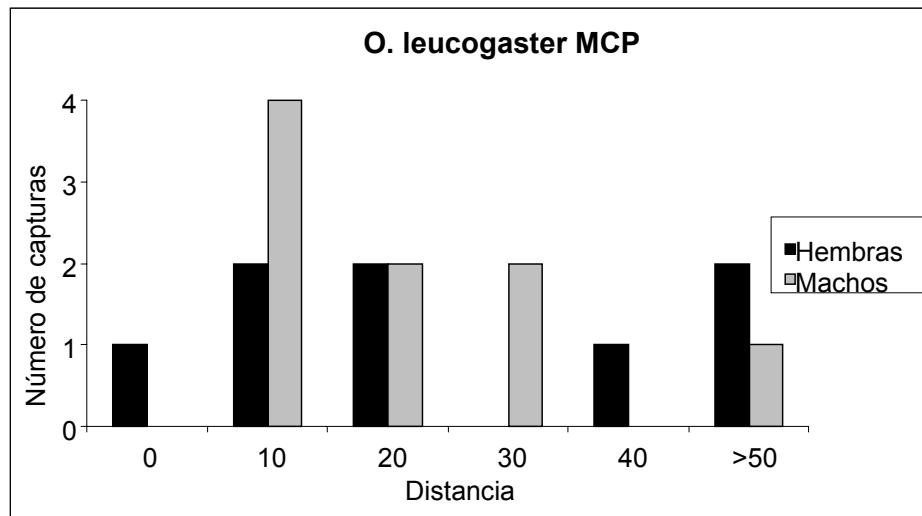


Figura 86. Movimientos a corto plazo de *O. leucogaster* en mezquite

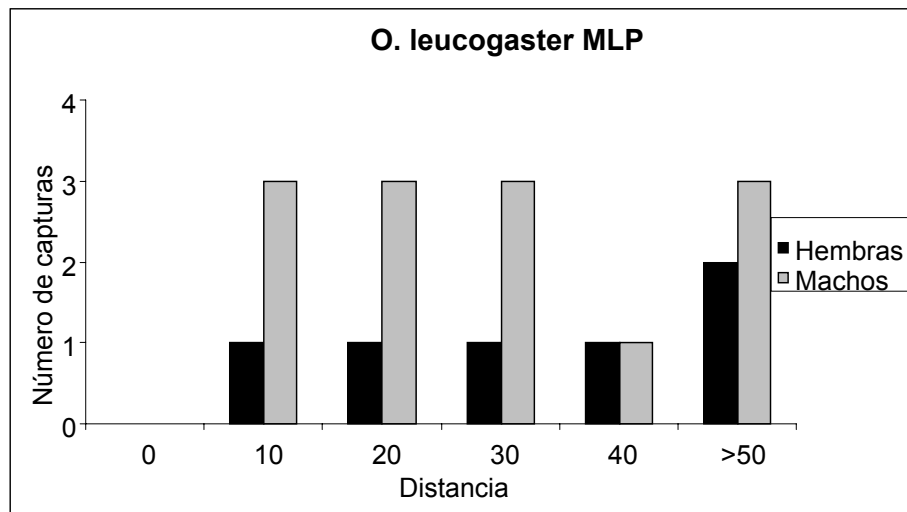


Figura 87. Movimientos a largo plazo de *O. leucogaster* en mezquite

Peromyscus eremicus

Es un ratón mediano con cola y orejas largas. Es esencialmente desértico y tiene hábitos nocturnos. Gran parte de su actividad la realizan arriba de árboles o arbustos y se les ha visto forrajear en mezquites y choyas. Construyen madrigueras en suelos blandos pero también viven en las de otros mamíferos. Frecuentemente se encuentra asociado con la rata canguro *Dipodomys merriami*. En verano cuando la temperatura es alta y no hay mucho agua ni comida, puede entrar en letargo o estivación y es difícil encontrarlo. Su dieta consiste principalmente de frutos y flores de arbusto, pero también consumen semillas, insectos y vegetación verde. Están adaptados a las condiciones de aridez y no requieren beber agua ya que la obtienen de sus alimentos. Se les encuentra principalmente en el matorral xerófilo aunque también se puede encontrar en bosques de coníferas. Se distribuye en el suroeste de Estados Unidos y en el noroeste de México y gran parte del Altiplano norte. Fue registrado únicamente en mezquite.



Figura 88. *Peromyscus eremicus*

El peso promedio fue de 28.9 gr (DS \pm 4.6). La biomasa promedio fue de 30.7 gr/ha, el valor máximo se presentó en noviembre (80.9 gr/ha) y el valor mínimo fue en septiembre en donde no se registró ningún individuo. Después del invierno la población no logró recuperarse e incluso disminuyó como en el caso varias de las especies, principalmente los múridos y algunos heterómidos pequeños (Fig. 89).

La densidad promedio fue de 1.2 ind/ha, con un valor máximo de 3.0 ind/ha en noviembre en tanto que en septiembre no se registró. También presentó un patrón similar en donde la población disminuyó en invierno y después de éste no logró recuperarse manteniendo una densidad baja (Fig. 89).

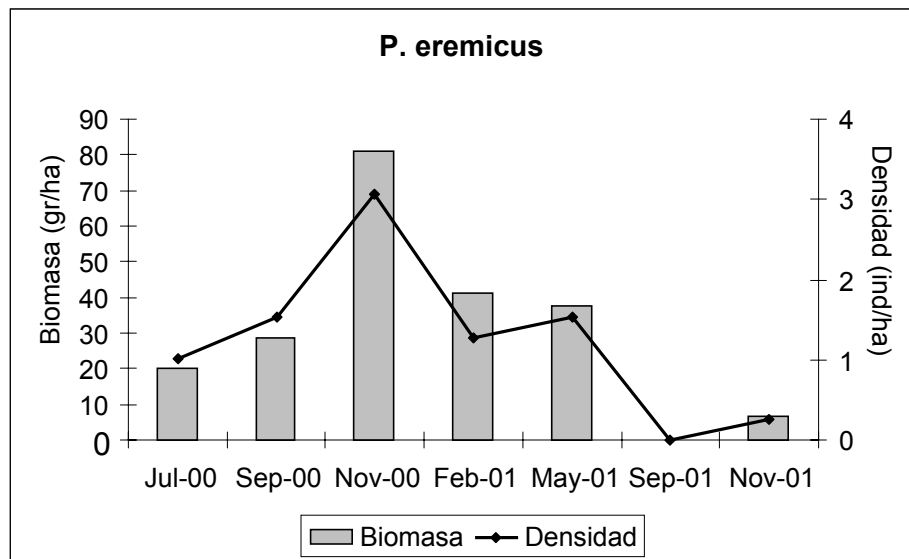


Figura 89. Biomasa y densidad de *P. eremicus* en mezquite

La proporción de sexos fue similar habiendo 0.9 machos por cada hembra presente (Cuadro 7). La reproducción ocurre entre mayo y julio y quizá pudo prolongarse hasta septiembre e inclusive noviembre aunque debido a la baja cantidad de individuos capturados no se puede asegurar (Fig. 90).

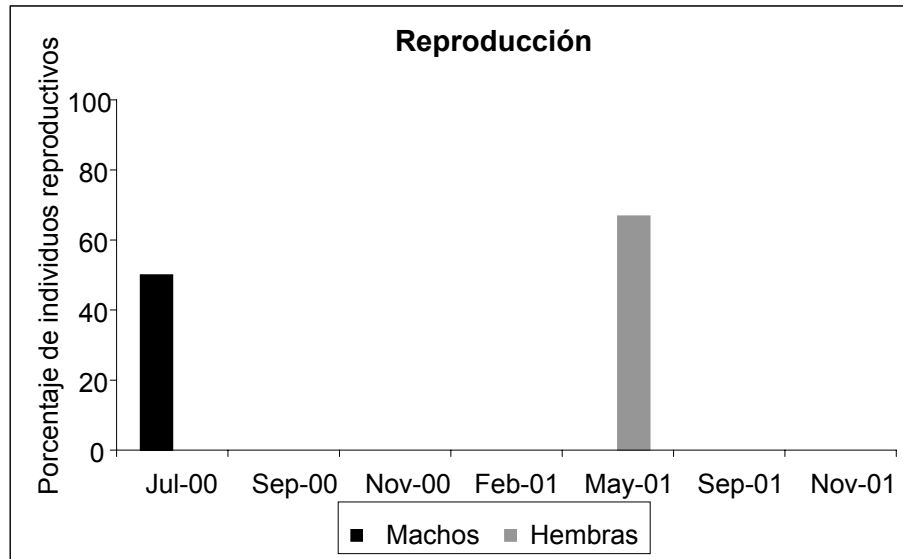


Figura 90. Individuos reproductivos de *P. eremicus* en mezquite

Los nacimientos ocurrieron entre noviembre y mayo, en donde se registró el mayor número de juveniles, los subadultos en cambio estuvieron presentes entre julio y noviembre y los adultos estuvieron ausentes en el segundo periodo de septiembre y noviembre (Fig. 91).

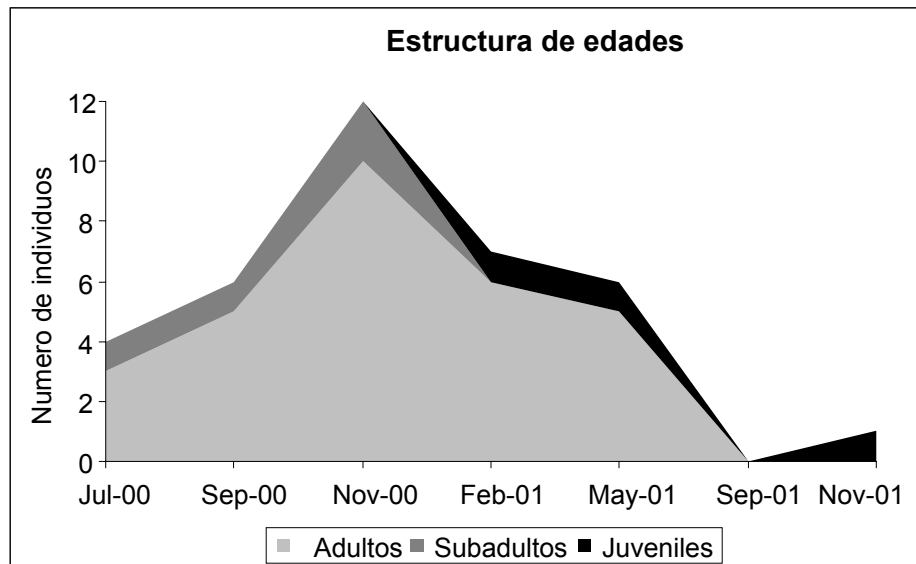


Figura 91. Estructura de edades de *P. eremicus* en mezquite

El reclutamiento disminuye gradualmente hacia el invierno y aún después de éste sigue haciéndolo, aunque al final del estudio aumenta a 100%. El reclutamiento por nacimiento ocurrió principalmente entre febrero y mayo y en noviembre del último periodo de muestreo en donde los individuos encontrados fueron juveniles (Fig. 92).

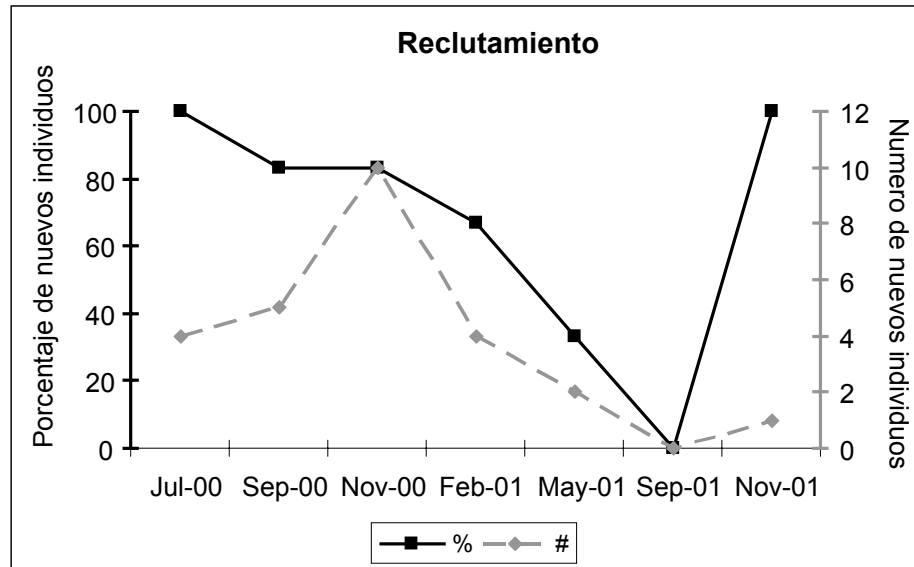


Figura 92. Reclutamiento de *P. eremicus* en mezquite

La permanencia máxima no sobrepaso los 5 muestreos, aunque presentó uno de los porcentajes más altos de recaptura hacia el segundo muestreo. La alta movilidad de la especie influyó mucho en la baja permanencia (Fig. 93).

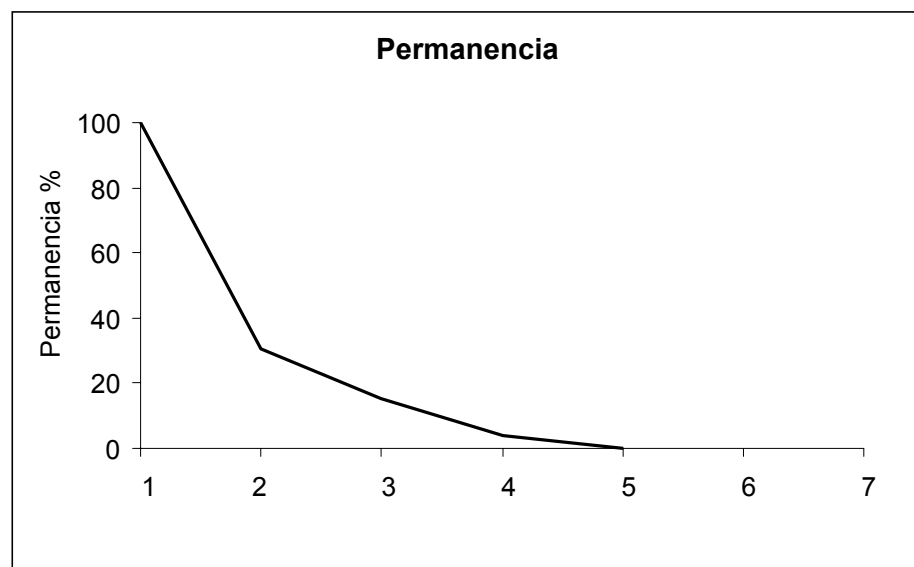


Figura 93. Permanencia de *P. eremicus* en mezquite

Los machos presentaron un movimiento a corto plazo mayor que las hembras, en tanto que el promedio de los machos fue de 23.9 m, el de las hembras fue de 14.1 m; los machos alcanzaron una distancia mayor de 50 metros. En el movimiento a corto plazo las hembras alcanzaron un promedio de 64.4 metros, siendo este uno de los mayores registrados, en tanto el promedio de los machos fue de 25.0 metros, en este caso la hembras también alcanzaron distancias superiores a 50 metros al igual que los machos aunque el número de hembras que superaron esta distancia fue mayor que el de los machos (Figs. 94 y 95).

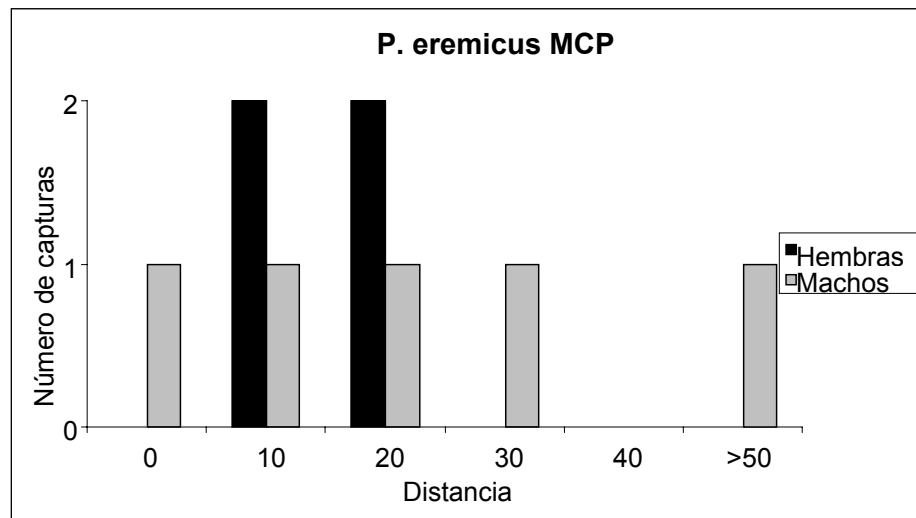


Figura 94. Movimientos a corto plazo de *P. eremicus* en mezquite

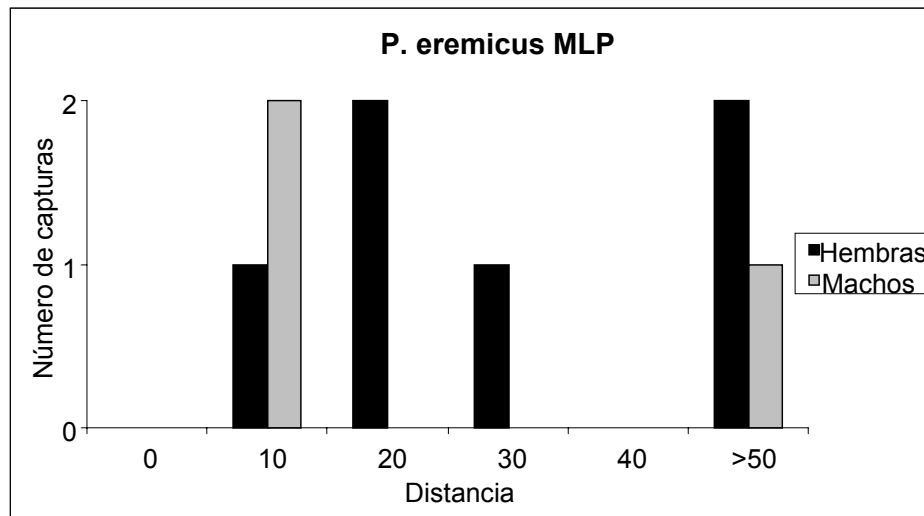


Figura 95. Movimientos a largo plazo de *P. eremicus* en mezquite

Peromyscus maniculatus

Es uno de los ratones más pequeños del género y se caracteriza por tener una cola corta menor a la longitud de la cabeza y el cuerpo y es muy marcadamente bicolor con el dorso oscuro y la posición ventral clara. Es el mamífero de Norteamérica más numeroso y más ampliamente distribuido. Son ratones de hábitos nocturnos que comienzan sus actividades poco después del ocaso y alcanzan su punto máximo una hora y media después de la puesta del sol, disminuyendo la actividad a la media noche. Viven en madrigueras que construyen en suelos blandos o arenosos, aunque también utilizan troncos huecos o caídos. Son muy territoriales, principalmente en época de reproducción. Son muy oportunistas en su alimentación, que presenta variaciones estacionales y regionales. Se alimenta de semillas, materia vegetal tierna, insectos, caracoles y gusanos. Habita en una gran variedad de hábitats que van desde tundra alpina, bosques de coníferas, matorral xerófilo, pastizales, desiertos y zonas de cultivo. Se distribuye desde los límites de Canadá con Alaska hasta el Eje Neovolcánico en el centro de México y llegando hasta el norte de Oaxaca.



Figura 96. *Peromyscus maniculatus*

Se registró en ambos hábitats aunque su presencia en pastizal fue ocasional y no fue posible describir la dinámica poblacional en este hábitat, en cambio el mayor número de individuos fue hallado en mezquite.

El peso promedio fue de 24.4 gr (DS \pm 4.7) siendo uno de los ratones más pequeños en el estudio. La biomasa promedio fue de 24.3 gr/ha, el valor máximo fue de 57.4 gr/ha que se presentó en noviembre, en el periodo de julio a septiembre no se registró su presencia (Fig. 97).

La densidad poblacional promedio fue de 0.9 ind/ha y el valor más alto se presentó en noviembre con 2.5 ind/ha. Presentó una distribución temporal con densidades mayores principalmente entre noviembre y mayo que es cuando casi todas las especies de ratones disminuyeron su actividad debido al frío, esto no pareció afectar a este ratón, que al contrario del resto de las especies, es en este periodo en donde aumentó la población, en cambio entre julio y septiembre disminuyó de tal manera que no es posible encontrarlo en este periodo (Fig. 97).

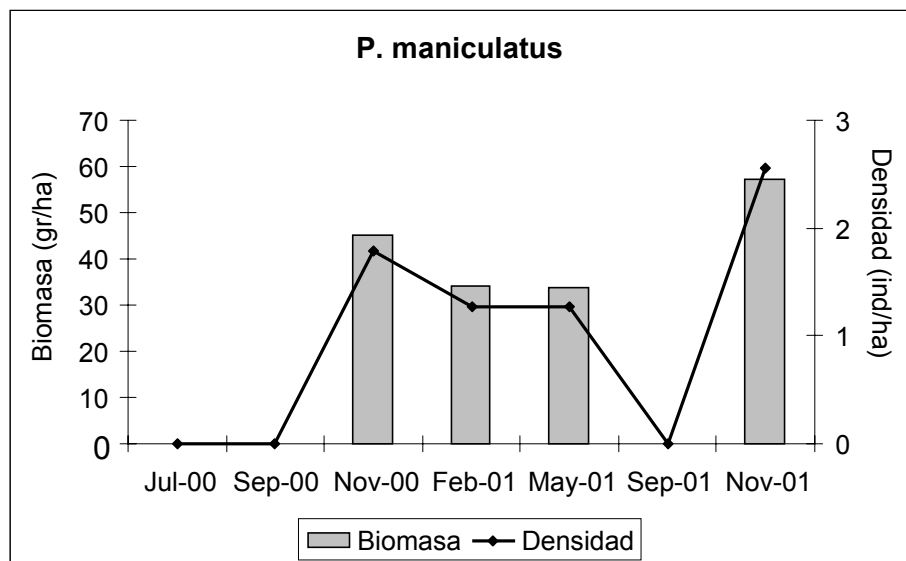


Figura 97. Biomasa y densidad de *P. maniculatus* en mezquite

Es en esta especie donde se presentó la mayor diferencia entre machos y hembras ésta diferencia es de 3.2 machos por cada hembra presente (Cuadro 7). Ambos sexos presentaron actividad reproductiva en noviembre del segundo periodo (Fig. 98).

Los nacimientos ocurrieron en noviembre y mayo, en cuanto a los individuos que nacieron en noviembre, para febrero fueron subadultos y posiblemente sean adultos en el siguiente periodo reproductivo que fue a principios de primavera para que en mayo ya estén naciendo los siguientes individuos (Fig. 99).

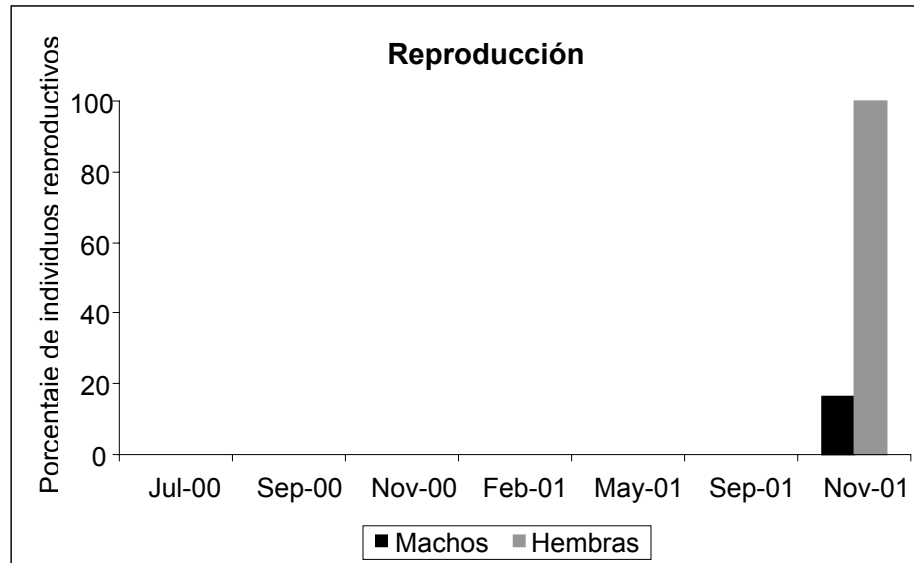


Figura 98. Individuos reproductivos de *P. maniculatus* en mezquite

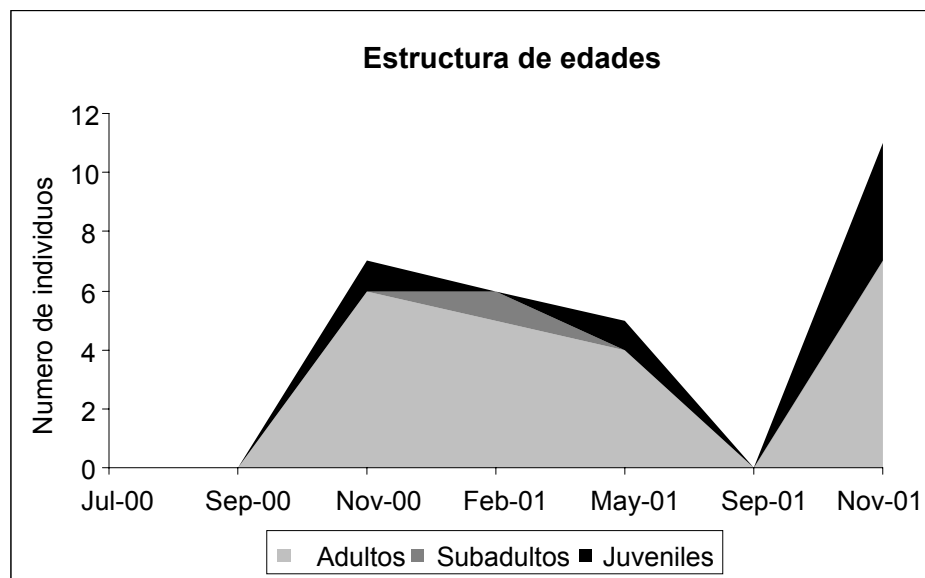


Figura 99. Estructura de edades de *P. maniculatus* en mezquite

En los primeros muestreos no fue capturado sino hasta el tercer muestreo en noviembre que es donde estuvo la mayor densidad poblacional y donde ocurrieron los nacimientos, el reclutamiento fue disminuyendo e incluso fue muy poco en mayo que es cuando se presentó otra aportación importante por juveniles. Después de septiembre que no se capturaron, en noviembre hubo un intercambio completo de la población al haber un 100% de reclutamiento (Fig. 100).

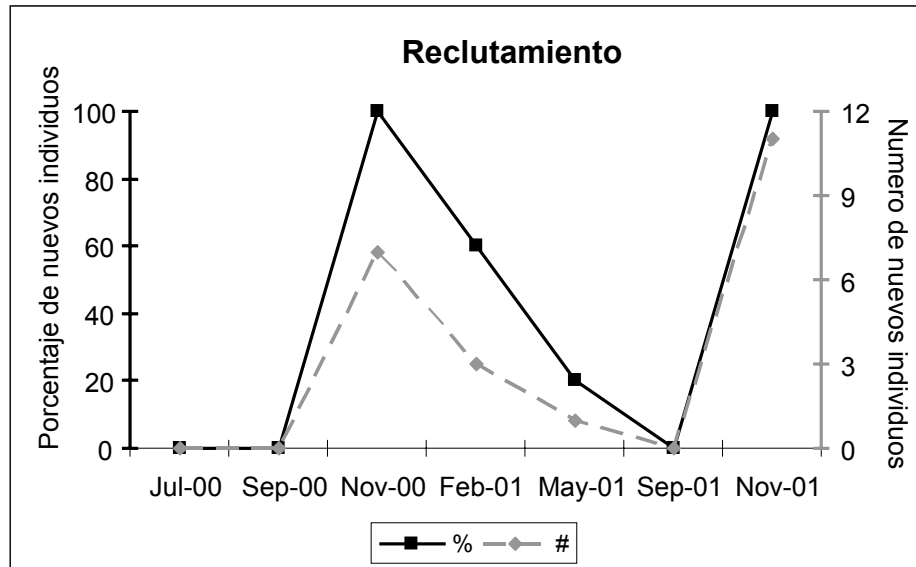


Figura 100. Reclutamiento de *P. maniculatus* en mezquite

No fue posible saber el movimiento de las hembras debido a la poca frecuencia de capturas, pero si fue posible en machos que presentaron un movimiento a corto plazo de 10.9 metros y un movimiento a largo plazo de 82.1 metros, el más alto registrado durante el estudio.

La permanencia no sobrepaso los tres muestreos, siendo la especie en la que más rápido desaparecieron los individuos, debido a la alta movilidad a largo plazo y quizá a un periodo de vida muy reducido (Fig. 101).

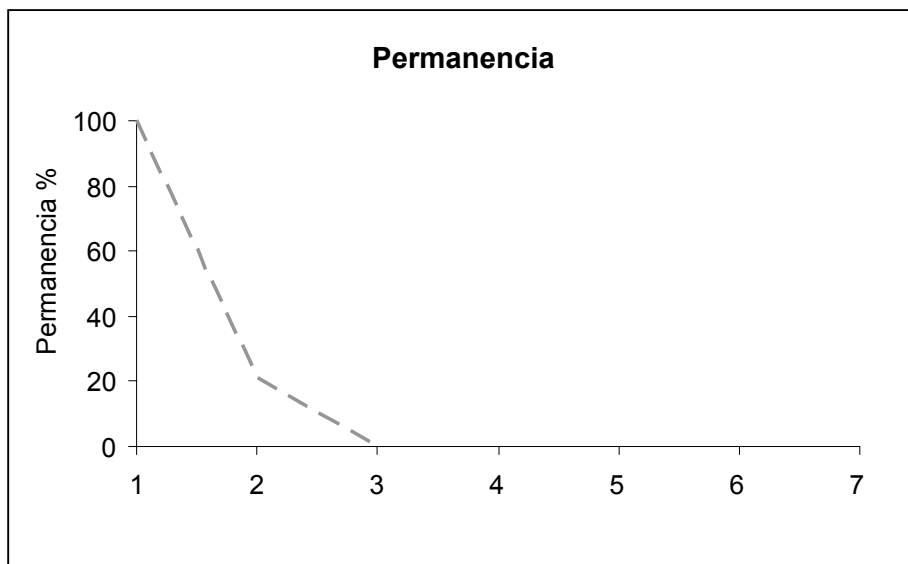


Figura 101. Permanencia de *P. maniculatus* en mezquite

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La región de Janos–Casas Grandes presenta una gran diversidad de pequeños mamíferos en cuanto a riqueza y composición de especies; en los sitios de mezquite se obtuvieron por lo menos 10 especies; en el caso del pastizal los sitios con mayor riqueza de especies no fueron mayores a 5 especies. Esto es debido a la mayor complejidad estructural del mezquite como mayor productividad primaria y microhábitats. La mayoría de las especies encontradas en mezquite son especies adaptadas al forrajeo bajo los matorrales como la mayoría de los cricétidos; en cambio las especies encontradas en el pastizal son especies que preferentemente forrajean en áreas abiertas, como son las ratas canguro *Dipodomys spectabilis*. Otra observación realizada es que las especies de pequeños mamíferos de tamaños similares tienden a evitarse al tener conductas o hábitos alimenticios distintos; en la mayoría de los sitios hubo una gran variedad en cuanto al tamaño corporal, las combinaciones de especies de tamaños similares fueron muy bajas en comparación con especies de diferentes tamaños encontrándose en un amplio intervalo de especies de diferente masa corporal, desde el más pequeño que fue *Perognathus flavus* (8 grs.), hasta los más grandes que fueron *Dipodomys spectabilis* (130 grs.) y *Neotoma albigula* (145 grs.).

En cuanto a la variación estacional las fluctuaciones poblacionales están íntimamente ligadas a factores ambientales, tal es el caso de las especies de menos de 20 gramos las cuales prácticamente desaparecen en el periodo invernal reapareciendo hasta pasado el intenso frío. Un factor ambiental que es muy importante también es la precipitación, la cual esta íntimamente ligada a la producción primaria vegetal. Durante el muestreo se presentó una disminución en la lluvia en el segundo periodo de muestreo lo cual explica que la mayoría de las especies hayan disminuido considerablemente sus densidades poblacionales en los mismos meses del año siguiente a un grado que algunas de ellas presentan disminuciones drásticas, tal es el caso de *Perognathus flavus*, *Dipodomys ordii*, las dos especies de *Onychomys* y dos especies de *Peromyscus*.

Del total de especies esperadas para la zona se capturaron todas las especies registradas a excepción de *Reithrodontomys montanus* (Pacheco *com pers*), la cual no

fue capturada durante el periodo de muestreo. En comparación con el estudio de Pacheco (Datos no publicados) hecho para la misma zona entre 1992 y 1994, pero solo para pastizal, la composición y la abundancia de especies son muy distintas. Pacheco encontró 10 especies, entre ellas 4 especies que fueron consideradas exclusivas de mezquite (*Peromyscus eremicus*, *Sigmodon fulviventor*, *Neotoma albigula* y *Dipodomys merriami*). Las especies más abundantes fueron *Chaetodipus hispidus* y *Onychomys arenicola*, la primera estuvo pobremente representada en este estudio y la segunda presenta densidades mucho bajas. En su estudio de la variación de comunidades en roedores de zonas áridas, Brown (1986) dice que la composición de especies varía con el tiempo y con el espacio; en este caso la comunidad se comporta de la manera esperada.

Aunque quizá la diferencia en la composición de especies y la fluctuación de las densidades poblacionales no sea del todo natural y presente cierta influencia antropogénica. En 1988 Ceballos (1993) estimó que el complejo de perros llaneros cubría 55,178 hectáreas y para el año 2000 era de 19,949 hectáreas (Marcé, 2001) y en la actualidad es de 14,787 (Pacheco, datos no publicados). Esto es una reducción del 73% en la cobertura en menos de 20 años.

A simple vista parecería que el ecosistema a conservar sea el del mezquite, que es el que presenta mayor riqueza y abundancia de especies; pero dando una mirada más analítica es de preocupar la situación que está pasando los pastizales. La pérdida de las colonias de perros llaneros trae implícitas cuestiones que necesitan ser analizadas más de fondo. Los perros llaneros son considerados una especie ecológicamente clave (Miller *et al*, 1994), pero también las ratas canguro lo son (Brown y Heske, 1990), principalmente las ratas canguro de mayor tamaño como *Dipodomys spectabilis*, al perderse los pastizales se provoca un cambio en la riqueza, abundancia y composición de especies de pequeños mamíferos que a su vez modifican el ambiente. Brown y Munger (1985) realizaron un experimento en algunos sitios experimentales y encontraron que tanto los cricétidos como los heterómidos cuadrúpedos incrementan su densidad significativamente cuando son removidas las ratas canguro. Esto mismo sucede con la cobertura vegetal de las plantas anuales, las cuales aumentan significativamente al ser removidas las ratas canguro (Brown y Heske, 1990). Las ratas canguro se alimentan forrajeando en áreas abiertas y en el caso del pastizal, son las

ratas canguro *Dipodomys spectabilis* las que lo hacen en las colonias de perros llaneros. Thompson *et al* (1991) observaron que paralelamente a las exclusiones de las ratas canguro en los experimentos de Brown y Heske, el número de aves granívoras que forrajeaban en el lugar disminuía significativamente debido al incremento de plantas herbáceas.

Y es el grupo de las aves asociadas a los perros llaneros los que presentan varias especies amenazadas o en peligro de extinción, aunque también existen anfibios, reptiles y mamíferos de los cuales la mayoría están asociados a los pastizales, principalmente en las colonias de perros llaneros.

Para cuestiones de conservación es importante conservar el mezquite, pues ahí se presenta una gran variedad y diversidad de pequeños mamíferos, pero también es muy importante conservar los pastizales, que son los ecosistemas más amenazados, y principalmente los complejos de colonias de los perros llaneros, los cuales mantienen una gran diversidad de especies de vertebrados asociados a ellos. Al perderse los pastizales se provoca que el mezquite avance lentamente en sitios que antes eran ocupados por pastizales perdiéndose así este hábitat. Aunado a la pérdida de las colonias de perros llaneros y la invasión de mezquite, en los últimos años se ha presentado una invasión de rodadora (*Salsola kali*) que es una planta exótica que se ha visto beneficiada con la pérdida de los pastizales.

Por eso es de vital importancia que se tomen medidas de conservación de los pastizales y principalmente de las colonias de perros llaneros y toda la biodiversidad asociada a ellos, aunque también es muy importante comprender los mecanismos y los procesos relacionados no solo a ellos, sino con toda la biodiversidad regional. De ahí la importancia del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Agnew, W., D. W. Uresk, y R. M. Hansen. 1986. Flora and fauna associated with prairie dog colonies and adjacent ungrazed mixed grass prairie in western South Dakota. *Journal of Range Management*, 39:135-139.
- Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua. Taxonomy and distribution. *American Museum of Natural History*, 148:153-410.
- Arita, H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista mexicana de mastozoología*, 2:33-71.
- Archer, S. R., M. G. Garret, y J. K. Detling. 1987. Rates of vegetation change associated with prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) grazing in North American mixed-grass prairie. *Vegetation*, 72:159-166.
- Bonham, C. D. y A. Lerwick. 1976. Vegetation changes induced by prairie dogs on shortgrass range. *Journal of Range Management*, 29:221-225.
- Brady, M. J. y N. A. Slade. 2004. Long-term dynamics of a grassland rodent community. *Journal of Mammalogy*, 85(3): 552-561.
- Brown, J. H., y E. J. Heske. 1990. Temporal changes in a Chihuahuan desert rodent community. *Oikos*, 59:290-302.
- Brown, J. H., D. A. Kelt y B. J. Fox. 2002. Assembly rules and competition in desert rodents. *The American Naturalist*, 160(6): 815-818.
- Brown, J. H. y S. K. Morgan Ernest. 2002. Rain and rodents: Complex dynamics of desert consumers. *BioScience* 52(11): 979-987.
- Brown, J. H., y J. C. Munger. 1985. Experimental manipulation of a desert rodent community: food addition and species removal. *Ecology*, 66:1545-1563.
- Brown, J. H., y Z. Zeng. 1989. Comparative population ecology of eleven species of rodents in the Chihuahuan Desert. *Ecology*, 70: 1507- 1525.
- Burt, W. H. y R. P. Grossenheider. 1980. Mammals. Houghton Mifflin, Boston, Massachusetts, USA.
- Campbell, T. M. y T. W. Clark. 1981. Colony characteristics and vertebrate associates of white-tailed and black-tailed prairie dogs in Wyoming. *American Midland Naturalist*, 105:269-276.

- Castillo, R. A. 2005. *Dipodomys merriami*. Pp. 616-617. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Castro-Arellano, I. 2005. *Chaetodipus intermedius*. Pp. 643-644 En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Ceballos, G. 1989. Population and community ecology of small mammals from tropical deciduous and arroyo forest in western Mexico. Tesis de doctorado. University of Arizona, Tucson. 158 pp.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp. 167-198. En *Topics in Latin America mammalogy: history, biodiversity and conservation* (M. A. Mares y D. J. Schmidly. Eds.). University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA.
- Ceballos, G., E. Mellink y L. Hanebury. 1993. Distribution and conservation status of prairie dogs (*Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus*) in Mexico. *Biological Conservation*, 63:105-112.
- Ceballos, G. y J. Pacheco. 2000. Los perros llaneros de Chihuahua. Importancia biológica y conservación. *Biodiversitas (Boletín de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, CONABIO)*, 31:1-5.
- Ceballos, G., J. Pacheco y R. List. 1999. Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico. *Journal of Arid Lands* 41:161-172.
- Ceballos, G., J. Pacheco, R. List., P. Manzano, G. Santos y M. Royo. 2005. Prairie dogs, cattle, and crops: diversity and conservation of the Grassland-Shrubland habitat mosaic in Northwestern Chihuahua, Mexico. En: Carton J.L.E., G. Ceballos y R.S. Felger (Eds), *Biodiversity, Ecosystems, and conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 425-438.
- Chávez, C. B. y L. A. Espinoza. 2005. *Peromyscus leucopus*. Pp. 744-745. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.

- Chávez, J. C. 1993. Dinámica poblacional y uso de hábitat por roedores en un matorral de palo loco (*Senecio praecox*). Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 63 pp.
- Cid, M. S., J. K. Detling, A. D. Whicker, y M. A. Brizuela. 1991. Vegetational responses of mixed-grass prairie site following exclusion of prairie dogs and bison. *Journal of Range Management*, 44:100-105.
- Clark, T. W. 1989. Conservation biology of the black-footed ferret *Mustela nigripes*. Special Scientific Report No. 3. Wildlife Preservation Trust, Jersey, Channel Islands, England.
- Clary, M. L., R. E. Strauss, B. A. Locke, D. J. Howell, R. J. Baker y R. D. Bradley. 2002. Small mammals communities and habitats association in the Chihuahuan Desert near Fort Bliss, New Mexico. Occasional Papers of Museum of Texas Tech University, 215: 1-15.
- Colwell R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 345: 101-118.
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: estudio de país. CONABIO., México, D. F.
- CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. CONABIO, México, D. F.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.
- Coppock, D. L., J. K. Detling, J. E. Ellis y M. I. Dyer. 1983a. Plant –herbivore interaction in a North America mixed-grass prairie. I. Effects of black-tailed prairie dogs on intraseasonal aboveground plant biomass and nutrient dynamics and plant species diversity. *Oecologia*, 56:1-9.
- Coppock, D. L., J. E. Ellis, J. K. Detling, y M. I. Dyer. 1983b. Plant –herbivore interaction in a North America mixed-grass prairie. II. Responses of bison to modification of vegetation by prairie dogs. *Oecologia*, 56:10-15.
- Coupland, R. T. 1979. Introduction. Pp. 23-37, en *Grassland ecosystem of the world: analysis of grasslands and their uses* (R. T. Coupland. Ed.). Cambridge University Press, England.

- Cruzado, J., J. Pacheco y G. Ceballos. 2002. Restos de pequeños mamíferos en egagrópilas de lechuga en la región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua. VI Congreso Nacional de Mastozoología, Oaxaca.
- Dalmagro, A. y E. M. Vieira. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecology*, 30: 353-362.
- Diamond, J. y J. Case (Eds). 1986. *Community ecology*. Harper y Row, New York, New York.
- Davidson, A. D., Parmenter, R. R., Gosz, J. R., 1999. Responses of small mammals and vegetation to a reintroduction of Gunnison's prairie dogs. *Journal of Mammalogy* 80 (4), 1311–1324.
- Galindo-Leal y Krebs. 1997. Habitat structure and demographic variability of a specialist: the rock mouse (*Peromyscus difficilis*). *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:72-89.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F.
- Ghobrial, L. I., y T. A. Tour. 1975. The physiological adaptations of desert. Pp. 413-444. *En* Rodents in Desert Environments (I. Prakash y P. K. Ghosh, Eds.). The Hague. W. Junk, Publishers.
- Godínez-Álvarez, H. 2005. *Onychomys arenicola*. Pp. 704-705 *En*: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- González-Romero, A. Hernández, J. W. Laundré, E. Aragón y J. López-Portillo. 2005. Monitoreo de dos comunidades de roedores en la Reserva de la Biosfera Mapimí, Durango, México. Pp. 15-26. *En* Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa (V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín). Instituto de Biología, UNAM. CONABIO.
- Hall, E. R. *The mammals of North America*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Hansen, R M. y I. K. Gold. 1977. Black-tailed prairie dog, desert cottontails and cattle trophic relations on sorthgrass range. *Journal of Range Management*, 30:210-214.
- Heske, E. J., J. H. Brown, y S. Mistry. 1994. Longterm experimental study of a Chihuahuan Desert rodent community: 13 years of competition. *Ecology*, 75:438-445.

- Hoyt, C. A. 2002. The Chihuahuan Desert: Diversity and Risk. *Endangered Species Bulletin*, 27(2):16-17.
- Hutchenson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theor. Biol.*, 29:151-154.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8:151-161.
- Kelt, D. A., J. H. Brown, E. J. Heske, P. A. Marquet, S. R. Morton, J. R. W. Reid, K. A. Rogovin y G. Shenbrot. 1996. Community structure of desert small mammals: comparisons across four continents. *Ecology*, 77(3): 746-761.
- Kotliar, N. B. 2000. Application of the new keystone species concept to prairie dogs: how well does it work? *Conservation Biology*, 14:1715-1721.
- Kotliar, N. B., B. W. Baker, A. D. Whicker y G. Plumb. 1999. A critical review of assumptions about the prairie dog as keystone species. *Environment Management*, 24:177-192.
- Knopf, F. L. 1994. Avian assemblages on altered grasslands. *Studies in Avian Biology*, 15:247-257.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y abundancia*. 2ª ed. Harla, México, D. F. 753 pp.
- Kruger, K. 1986. Feeding relationships among bison, pronghorn and prairie dogs: an experimental analysis. *Ecology*. 67:760-770.
- List, R. 1997. Ecology of the kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of the prairie dog ecosystem in northern Mexico. Tesis de Doctorado, Oxford University, England.
- List, R. y D. W. Macdonald. 1998. Species inventory and abundance of carnivores in the Janos-Nuevo Casas Grandes prairie dogs complex. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 3:95-112.
- List, R., O. Moctezuma y C. Martínez del Río. 2000. Cooperative conservation, Wildlands Project efforts in the Sierra Madre Occidental. *Wild Earth*, 10:51-54.
- Lomolino, M. V. y G. A. Smith. 2001. Dynamic biogeography of prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) towns near the edge of their range. *Journal of mammalogy*, 82: 937-945.

- Lomolino, M. V. y G. A. Smith. 2003. Prairie dog towns as islands: applications of island biogeography and landscapes ecology for conserving nonvolant terrestrial vertebrates. *Global ecology and biogeography*, 12: 275-286.
- Lomolino, M. V. y G. A. Smith. 2004. Terrestrial vertebrate communities at black-tailed prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) towns. *Biological Conservation*, 115: 89-100.
- Luévano, J. y E. Mellink. 2005. *Peromyscus eremicus*. Pp. 731-732. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Manzano Fischer P. y R. List. 2006. Los pastizales del norte de México: Una Perspectiva para su conservación. Pp. 43-46, en: Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-U.S. borderlands: Conference proceedings (Basurto, X. y D. Hadley, Eds). Proc. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Manzano Fischer, P., R. List y G. Ceballos. 1999. Grassland bird in prairie dog towns in northwestern Chihuahua, México. *Studies in Avian Biology*. 19:263-271.
- Manzano Fischer, P., R. List, G. Ceballos y J. L. E. Cartron. 2006. Avian diversity in a priority area for conservation in North America: the Janos-Casas Grandes Prairie Dog Complex and adjacent hábitats in northwestern México. *Biodiversity and Conservation* 15:3801-3852.
- Manzano Fischer, P., G. Ceballos, R. List, O. Moctezuma y J. Pacheco. 2000. AICA 133 Janos-Nuevo Casas Grandes. Pp. 171-172. En áreas de importancia para la conservación de las Aves en México (Arizmendi, M y L. Márquez, Eds). Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México, D. F.
- Marcé, E. 2001. Distribución actual y fragmentación de las colonias de perros llaneros de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) en el Noroeste de Chihuahua, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Marsh, R. E. 1984. Ground squirrels, prairie dogs and marmots as pest on rangeland. Pp 195-208. In Proceedings of the conference for organization and practice of vertebrate pest control. *ICI Plant Protection Division*, Fernherst, England.
- Mc Cain. C. M. 2003. North American desert rodents: A test of the mid-domain effect in species richness. *Journal of mammalogy*, 84(3): 967-980.

- Mellink, E. y J. Luévano. 2005. *Neotoma albigula*. Pp. 682-683. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Miller, B., C. Wemmer, D. Biggins y R. Reading. 1990. A proposal to conserve black-footed ferrets and the prairie dog ecosystem. *Environment Management* 14:763-769.
- Miller, B. G. Ceballos y R. Reading. 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology*, 8:667-681.
- Miller, B., R. Reading, J. Hoogland, T. Clark, G. Ceballos, R. List, S. Forrest, L. Haneboury, P. Manzano, J. Pacheco y D. Uresk. 2000. The role of prairie dogs as a keystone species: Response to Stapp. *Conservation Biology*, 14:318-321.
- O’Meilia, M. F., F. L. Knopf y J. C. Lewis. 1982. Some consequences of competition between prairie dogs and beef cattle. *Journal of Range Management*, 35:580-585.
- Oliva, G. 2005. *Dipodomys ordii*. Pp. 619-620. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Oliva, G. 2005. *Dipodomys spectabilis*. Pp. 622-623. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Oliva, G. 2005. *Perognathus flavus*. Pp. 653-654. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Pacheco, J., G. Ceballos y R. List. 2000. Los mamíferos de la región de Janos – Casas Grandes, Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4: 71-85.
- Pacheco, J., G. Ceballos, G. Santos, R. List, P. Manzano y J. Cruzado. 2006. Vertebrate Diversity in Northwestern Chihuahua, Mexico. Pp. 31-32, en: Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-U.S. borderlands: Conference proceedings (Basurto, X. y D. Hadley, Eds). Proc. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Price, M. V. 1978. The role of microhabitat in structuring desert rodent communities. *Ecology*, 59: 910-921.

- Ramírez-Pulido, J., A. Sánchez, U. Aguilar y A. Castro-Campillo. 2005. *Peromyscus maniculatus*. Pp. 748-750. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Reading, R. P., J. J. Grenston, S. R. Brissinger y T. W. Clark. 1989. Attributes of black-tailed prairie dogs colonies in north central Montana, with management recommendations for the conservation of biodiversity. Pp. 13-28. In The prairie dog ecosystem: managing for biodiversity (T. W. Clark, D. Hickey y T. Rich, Eds.). *Montana Bureau Land Management Wildlife Technical Bulletin 2*. Billings, Montana, USA.
- Rehmeier, R. L., G. L. Kaufman y D. W. Kaufman. 2004. Long-distance movements of the deer mouse in tallgrass prairie. *Journal of Mammalogy*, 85(3): 562-568.
- Rosenzweig, M. L. 1973. Habitat selection experiments with a pair of coexisting heteromyd rodent species. *Ecology* 54:111-117.
- Rosenzweig, M. L. y J. Winakur, 1969. Population ecology of desert rodent communities: habitat and environmental complexity. *Ecology* 50: 558-572.
- Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Limusa, México, D. F.
- Santos – Barrera, G. y J. Pacheco. 2006. La diversidad de Anfibios y reptiles asociada a los pastizales de Janos – Casas Grandes, Chihuahua, México. Pp. 33-34 en: Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-U.S. borderlands: Conference proceedings (Basurto, X. y D. Hadley, Eds). Proc. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Schmidly, D. J. 1974. Factors governing the distribution of mammals in the Chihuahuan Desert Region. Pp. 163-192, en Transactions of the Symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region United States and Mexico (D. H. Riskind y R. H. Wauer, Eds). Chihuahuan Desert Institution. Alpine, Texas.
- Sharp, J. C. y D. W. Uresk. 1990. Ecological review of black-tailed prairie dogs and associated species in Western South Dakota. *Great Basin Naturalist*, 50:339-345.
- Shiple, B. K. y R. P. Reading. 2006. A comparison of herpetofauna and small mammal diversity on black-tailed prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) colonies

- and non-colonized grasslands in Colorado. *Journal of Arid Environments*, 66: 27-41.
- Smith, G. A. y M. V. Lomolino. M. V. Lomolino. 2004. Black tailed prairie dogs and the structure of avian communities on the shortgrass plains. *Oecologia*, 138: 592-602.
- Soberón M., J. y J. Llorente B. 1993. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, 7(3): 480-488.
- Stapp, P. 2007. Rodent communities in active and inactive colonies of black-tailed prairie dogs in short grass steppe. *Journal of mammalogy*, 88(1): 241-249.
- Thompson, D. B., J. H. Brown y W. D. Spencer. 1991. Indirect Facilitation of Granivorous Birds by Desert Rodents: Experimental Evidence from Foraging Patterns. *Ecology*, 72(3): 852-863.
- Tobón-García, E. D. 2005. *Onychomys leucogaster*. Pp. 705-706. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Vaughan, T. A. 1988. Mamíferos. 3ª ED. Interamericana. México, D. F. 587 pp.
- Vázquez-Domínguez, E. 2005. *Chaetodipus hispidus*. Pp. 642-643. En: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G. y G. Oliva, Eds). CONABIO–Fondo de Cultura Económica.
- Whicker, A. D. y J. K. Detling. 1998. Ecological consequences of prairie dog disturbances. *Bioscience*, 38:778-785.
- Weltzin, S., L. Dowhower, y R. K. Heitschmidt. 1997. Prairie dog effects on plant community structure in southern mixed-grass prairie. *Southwestern Naturalist*, 42:251-258.
- Whiteford, W. G. 1976. Temporal fluctuations in density and diversity of desert rodent populations. *Journal of Mammalogy*, 57: 351-369.
- Zarza, H. 2001. Estructura de la comunidad de pequeños mamíferos en diversos hábitats en la selva Lacandona, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Iztacala, UNAM. México. 129 pp.
- Zeng, Z., y J. H. Brown. 1987. Population ecology of a desert rodent: *Dipodomys merriami* in the Chihuahuan Desert. *Ecology*, 68: 1238-1 340.