

ROEDORES EN LA DIETA DE DOS AVES RAPACES NOCTURNAS (*BUBO VIRGINIANUS* Y *TYTO ALBA*) EN EL NORESTE DE DURANGO, MÉXICO

Elizabeth E. ARAGÓN, Benjamín CASTILLO y Alfredo GARZA

Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional Durango. Depto. de Fauna Silvestre.
Apdo. Postal 632. Durango 34000, Durango, MÉXICO

RESUMEN

De marzo de 1996 a febrero de 1997 se estudió la dieta del tecolote (*Bubo virginianus*) y de la lechuza (*Tyto alba*) y se monitoreó la comunidad de roedores en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango, México. El objetivo fue determinar la relación depredador-presa mediante la comparación del consumo y disponibilidad de roedores. Se analizaron 146 egagrópilas de 5 tecolotes y 63 de 4 lechuzas durante siete muestreos. El tecolote consumió once especies de roedores y la lechuza seis. Ambas especies consumieron aves, artrópodos y musarañas, pero el tecolote consumió además reptiles y helechos. De acuerdo a la densidad de roedores, el tecolote prefirió 8 especies (*Perognathus flavus*, *Neotoma albigula*, *Reithrodontomys megalotis*, *Dipodomys merriami*, *Chaetodipus penicillatus*, *D. nelsoni*, *Ch. nelsoni* y *Peromyscus eremicus*), mientras que la lechuza seleccionó cinco (*P. flavus*, *Ch. penicillatus*, *D. nelsoni*, *D. merriami* y *P. eremicus*). La dieta de ambas aves presentó escasa sobreposición, excepto durante su reproducción o crianza. El consumo de presas dependió del hábitat de forrajeo: el tecolote en matorrales arbustivos y pastizales y la lechuza sólo en pastizales. La selectividad de las presas dependió de sus altas densidades, mayor biomasa (*N. albigula*, *D. merriami* y *D. nelsoni*) y posiblemente de su fácil captura (*P. flavus*). El tecolote fue generalista y oportunista en su dieta, mientras que la lechuza fue generalista con cierta selectividad hacia sus presas.

Palabras Claves: Tecolote, lechuza, roedores, dieta, relación depredador-presa, trampeo radial, muestreo por distancias, Desierto Chihuahuense.

ABSTRACT

We studied the diet of two species of owls, and assessed the rodents communities and their relative densities from March 1996 through February 1997 in the Mapimí Biosphere Reserve, Durango, México: Great Horned Owl (*Bubo virginianus*) and Barn Owl (*Tyto alba*). The objectives were to understand the predator-prey relationships by comparing the availability and use of rodents by these owls. We analyzed 146 regurgitated pellets of five Great Horned Owl and 63 of four Barn Owl, both of seven samples. This species had different prey items: Great horned owls consumed eleven rodents species, while Barn owls consumed only six. In both bird's diets, arthropods and shrews were detected, and Great Horned Owl furthermore consumed ferns and reptiles. Based on the availability of rodents, the Great Horned Owl preferred eight rodent species: Silky Pocket Mouse, White-throated Woodrat, Western harvest mouse, Merriam's Kangaroo Rat, Desert Pocket Mouse, Nelson's Kangaroo Rat, Nelson's Pocket Mouse and Cactus Mouse. Barn Owl preferred five prey species: Silky Pocket Mouse, Desert Pocket Mouse, Nelson's Kangaroo Rat, Merriam's Kangaroo Rat and Cactus Mouse. Diets of the two raptors have little overlap, except during reproduction and chick rearing. Food habits of these birds appear to be dependent upon the foraging habitat: Great Horned

Owls foraged in creosote bush, prickly pear scrub and grasslands, whereas the Barn Owl foraged only in the grassland. Prey selection depended on the density, biomass (White-throated Woodrat, Merriam's Kangaroo Rat and Nelson's Kangaroo Rat) and perhaps easy capture of the rodents (*P. flavus*). Great Horned owls was a generalist and opportunist, while the Barn Owl was a generalist with respect to prey selectivity.

Key Words: Great Horned Owl, Barn Owl, rodents, food habit, predator-prey relationships, trapping-web, distance sampling, Chihuahuan Desert.

INTRODUCCIÓN

Las aves rapaces son de gran importancia en las cadenas tróficas. En latitudes altas se ha registrado que tanto sus poblaciones como las de sus presas tienden a regularse cíclicamente, pero la gran variedad de sus dietas y las estrategias tróficas las hacen susceptibles a las modificaciones de su hábitat (Brown & Amadon 1968, Clark *et al.* 1978, Johnsgard 1988, 1990).

Dentro de las poblaciones naturales, las interacciones depredador-presa ejercen una presión coevolutiva donde la selección natural origina que la presa desarrolle características morfológicas y estrategias para evitar ser capturada. Sin embargo, esto también ocurre en los depredadores para hacer eficiente su caza (Pianka 1978, Krebs 1989, Begon & Mortimer 1986).

En las aves rapaces la selección de la presa es muy importante, lo cual depende de diversos factores, tales como el hábitat (Frounfelker 1977, Longland & Price 1991), los períodos de actividad, la estacionalidad y la fluctuación poblacional, las características de las presas, así como de la probabilidad de capturar dichas presas (Thiollay 1981, Korpimäki & Norrdahl 1991, Korpimäki 1992, Petersen & Petersen 1979, Stone *et al.* 1994, Van Vuren *et al.* 1998).

En general, las aves rapaces nocturnas tienden a ser oportunistas y consumidores preferentemente de pequeños y medianos mamíferos (Voous 1988, Marti & Kochert 1995). En la actualidad existen pocos estudios sobre la dieta de los Strigiformes en México, en los cuales se ha visto que las especies son principalmente generalistas y oportunistas, la sobreposición trófica de los depredadores es baja y al parecer consumen las presas más abundantes (López-Forment & Urbano 1977, Thiollay 1981, Grenot 1983, Pérez-Barbería 1990, Linas *et al.* 1991, Rodríguez-Estrella 1993, Rodríguez-Estrella & Ortega-Rubio 1993).

En el Bolsón de Mapimí existen dos especies de aves rapaces nocturnas cohabitando, el tecolote (*Bubo virginianus*) y la lechuza (*Tyto alba*). Por otra parte, la estructura de las comunidades de roedores del área depende de la diversidad fisonómica-florística, observándose segregación interespecífica y densidades variables de acuerdo con las lluvias (Barbault & Halffter 1981, Grenot & Serrano 1982, Aragón 1999).

Por lo anterior, este trabajo define como ocurre la relación depredador-presa entre ambas rapaces, comparando los restos óseos de los roedores en las egagrópilas y la estimación de densidad de roedores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La Reserva de la Biosfera de Mapimí es una zona árida representativa del Desierto Chihuahuense. Se encuentra situada en la provincia fisiográfica del Bolsón de Mapimí, que forma parte de la Meseta Central Norte del Altiplano Mexicano, en el vértice de los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila (Fig. 1). La altitud varía entre 1100 a 1350 msnm y cuenta con una superficie aproximada de 172,000 ha (Montaña & Breimer 1988). El clima es tropical árido continental, con lluvias estivales e inviernos frescos. La temperatura media anual es de 20.8EC y la precipitación media anual es de 264.2 mm, presentándose las mayores lluvias de junio a septiembre (Cornet 1988).

El área de estudio se ubicó entre los paralelos 26E35' y 26E40' N y 103E45' y 104E00' W (Fig. 1). Durante el estudio (1996-1997) la temperatura media fue de 18.9EC y la precipitación anual fue de 242.8 mm.

La vegetación es un matorral xerófilo, con comunidades arbustivas características de las regiones áridas y semiáridas (Rzedowski 1978), incluyendo matorrales micrófilo, crasicale, rosetófilo y pastizal (González 1983).

Este trabajo se desarrolló en la zona de las bajadas y en los cerros (Montaña & Breimer 1988), sitios en donde se evidenció la presencia de algún tecolote o lechuza (Fig. 1): matorrales crasicale y rosetófilo en los cerros (*Larrea tridentata*, *Jatropha dioica* con *Selaginella sp.* y *Yuca sp.*) (A, B, C y D), matorral micrófilo en la bajada superior de cerros (*Larrea tridentata*, *Prosopis glandulosa*, *Cordia greggi*, *Opuntia rastrera*, *Agave asperrima*) (E y 1) y en el pastizal en la zona de bajada inferior de los cerros (F y 2). Cabe mencionar que se hicieron recorridos en otros cerros hacia el Ejido la Flor y hacia la zona de dunas, sin encontrarse animales (C. Apartado, Espinazo del Diablo, entre otros, Fig. 1).

Muestreo

De marzo de 1996 a febrero de 1997 se llevaron a cabo siete muestreos, realizando dos tipos de monitoreos, 1) comunidad de roedores y 2) búsqueda de egagrópilas:

marzo: 26 de marzo al 6 de abril de 1996 (10 días)
mayo: 29 de abril al 6 de mayo de 1996 (8 días)
junio: 27 de mayo al 3 de junio de 1996 (8 días)
julio: 1 al 8 de julio de 1996 (8 días)
septiembre: 16 al 23 de septiembre de 1996 (8 días)
noviembre: 4 al 13 de noviembre de 1996 (10 días)
febrero: 10 a 17 de febrero de 1997 (8 días)

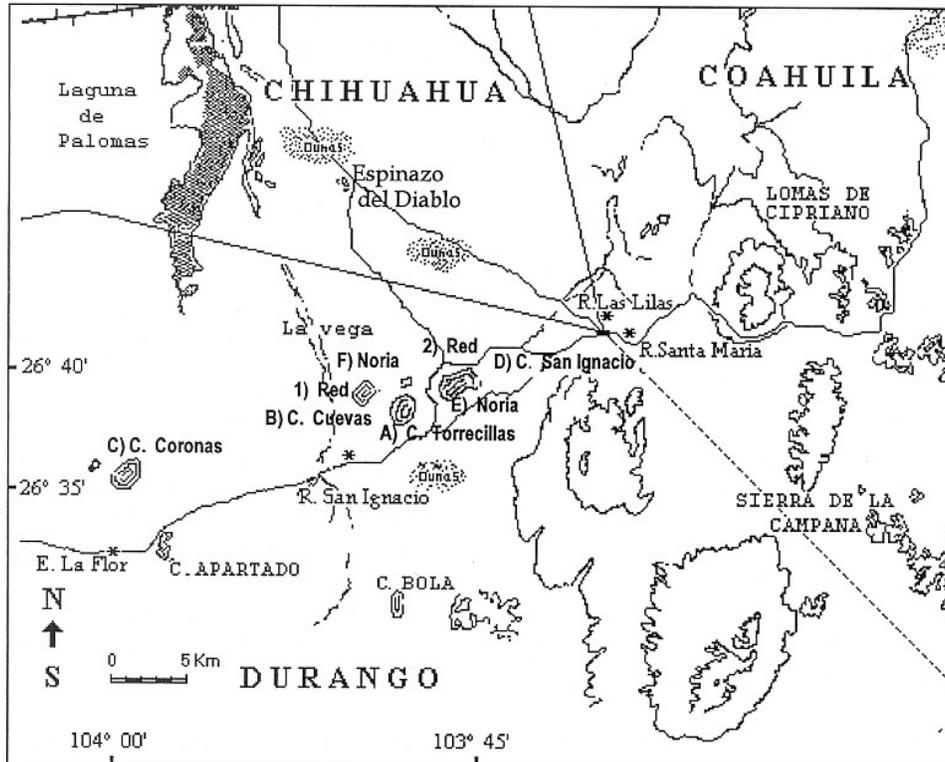


Figura 1

Localización del área de estudio y los sitios muestreados (en negritas). Matorral crasicauale y rosetófilo en cerros: A) C. Torrecillas B) C. Cuevas C) C. Coronas D) C. San Ignacio. Matorral micrófilo en la bajadas superior de cerros: E) Noria abandonada y 1) Red de trapeo de roedores. Pastizal en la bajada inferior: F) Noria abandonada y 2) Red de trapeo de roedores.

1) Comunidad de roedores. Se establecieron dos redes de trapeo cerca de los refugios o sitios de descanso de las rapaces, una en el matorral (Red 1) y otra en el pastizal (Red 2) (Fig. 1). Esta última sólo se monitoreó en marzo y noviembre de 1996. En promedio se capturaron 37.5 individuos totales con un éxito de trapeo del 26%.

La densidad de roedores se estimó mediante el muestreo por distancias, que es estadísticamente más adecuado que el trapeo en cuadrantes (Buckland *et al.* 1983). El método se basa en la aplicación de transectos en puntos, en donde a los individuos capturados se les asocia una probabilidad de detección considerando los siguientes supuestos (Anderson *et al.* 1983):

- a) Los animales son capturados con certeza por lo menos una vez en el centro de la red en t ocasiones (probabilidad de captura = 1).
- b) Durante el trapeo los animales se mueven en pequeñas distancias dentro de la red y no hay migraciones; por tanto, la distancia entre las trampas se establece dependiendo de la movilidad de las especies.
- c) Las distancias entre trampas son medidas con exactitud.
- d) Los animales capturados son eventos independientes.

Los parámetros considerados para seleccionar el modelo de mejor ajuste para estimar la densidad fueron: mayor criterio de información akaike, menor error estándar, menor coeficiente de variación y chi-cuadrada no significativa (a mayor distancia menor probabilidad de encuentro entre los individuos) y la tendencia gráfica de las tasas de encuentro con respecto a las distancias.

Cada red de trapeo consistió de 145 trampas Sherman cebadas con avena durante 3 noches. La red consistió de 12 líneas distribuidas radialmente desde un punto central y cada línea constó de 12 estaciones de trapeo: las cuatro primeras separadas 5 m de distancia a partir del centro y las 8 restantes a intervalos de 10 m. Así, cada transecto tuvo una longitud de 100 m y la red un diámetro de 200 m (Fig. 2).

Los animales se marcaron con tinta indeleble para el reconocimiento y conteo de individuos, registrando los siguientes datos: especie, fecha, número de trampa, captura o recaptura, peso, sexo y edad.

2) Dieta de las aves rapaces. Las egagrópilas se colectaron en los cerros Torrecillas, Coronas y Cuevas para el tecolote (A, B y C, Fig. 1). En el Cerro San Ignacio se observaron búhos pero no se encontraron perchas de regurgitación (D, Fig. 1). También se colectaron en dos norias abandonadas para la lechuza, cerca de los cerros Cuevas y San Ignacio (E y F, Fig. 1). Se observaron 5 tecolotes (1 individuo solitario y dos parejas) y 2 parejas de lechuzas.

De cada egagrópila se separó el material óseo y el orgánico. El material se identificó hasta especie, familia u orden, dependiendo de los diferentes grupos taxonómicos utilizando la técnica propuesta por Errington (1932), apoyándose en claves (Baker & Greer 1962, Anderson 1972, Hall 1981, Hoffmeister 1986) y comparándolos con cráneos de referencia de las especies del área de estudio. La cuantificación de los individuos de cada especie de roedor se realizó mediante el número de cráneos y mandíbulas. Para el conteo de artrópodos se consideraron los pares de patas, las cabezas, las mandíbulas, el número de tenazas y los agujones, pero no se estimó la disponibilidad de éstos en el ambiente.

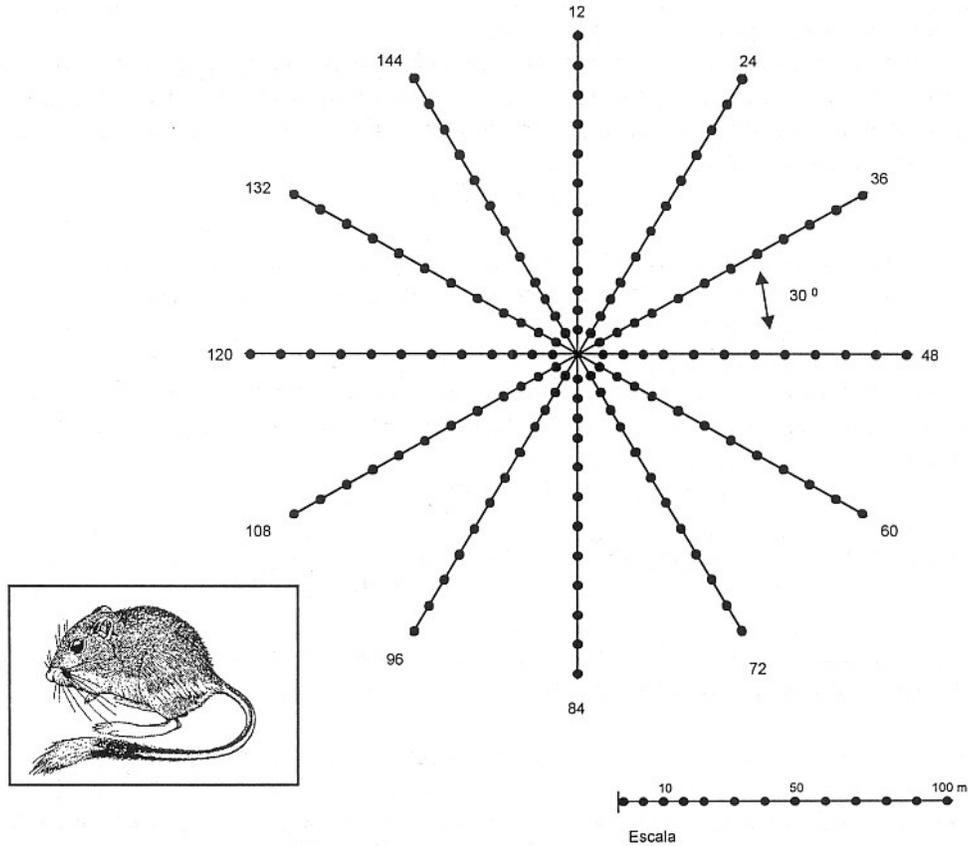


Figura 2

Diseño de la red de trapeo de roedores. Cada punto corresponde a una estación de trapeo.

Análisis de datos

La densidad de las especies de roedores se calculó mediante el programa DISTANCE ver. 2.1 (Buckland *et al.* 1993, Laake *et al.* 1994), el cual simula tres modelos de probabilidad de detección (seminormal, al azar y uniforme) con 3 parámetros de ajuste (coseno, polinomial y ermitaño), mismos que son los más adecuados para obtener valores de densidad estadísticamente precisos (Buckland *et al.* 1993, Laake *et al.* 1994). La densidad por especie se calculó como una proporción del valor de densidad de toda la comunidad.

El porcentaje de roedores presentes en la dieta se obtuvo de las frecuencias de aparición (número de cráneos y/o mandíbulas) de las diferentes especies en las

egagrópilas. La biomasa se obtuvo a partir de la frecuencia de aparición de cada especie de presas por su peso promedio.

La amplitud del nicho se calculó mediante el índice de Levins (programa DIVERS; Krebs 1989), el cual ha sido utilizado para hacer comparaciones entre sitios para las aves estudiadas (Marti 1992). Los valores varían entre 1 (un tipo de presa) y n (varios tipos de presa).

$$B = 1/\sum p_i^2$$

donde B = índice de amplitud de nicho de Levins.

p_i = proporción de la contribución de la especie i en la dieta del depredador.

La diversidad trófica en cuanto a las presas se calculó mediante el complemento del índice de Simpson (1-D), que varía entre los valores 0 a 1 (menos a más diverso).

$$1-D = 1-\sum(p_i^2)$$

donde 1-D = índice de diversidad de Simpson.

p_i = proporción de la especie i en la comunidad.

El recíproco de Simpson (1/D) se obtuvo para estimar las especies comunes o más abundantes en los alimentos de ambas rapaces (Krebs 1989).

$$1/D = 1/\sum p_i^2$$

La similitud mensual de las dietas de cada especie de ave se analizó mediante el índice de Horn (1966), utilizando el programa SIMILAR (Krebs 1989), el cual se calculó directamente de la frecuencia de cada una de las presas. Los valores varían proporcionalmente de 0 a 1 (menor a mayor similitud) y se puede expresar en porcentajes.

$$Ro = \frac{\sum[(X_{ij}+X_{ik})\log(X_{ij}+X_{ik})]-\sum(X_{ij}\log X_{ij})-\sum(X_{ik}\log X_{ik})}{[(N_j+N_k)\log(N_j+N_k)]-(N_j\log N_j)-(N_k\log N_k)}$$

donde Ro = Índice de Similitud de Horn para las muestras j y k.

X_{ij} , X_{ik} = Número de individuos de la especie i en las muestras j y k,

$N_j = \sum X_{ij}$ = Total de individuos en la muestra j,

$N_k = \sum X_{ik}$ = Total de individuos en la muestra k.

La sobreposición de las dietas de ambos depredadores se calculó por el índice de Horn (1966), usando el programa NICHE (Krebs, 1989), cuyos valores fluctúan de 0 a 1 (menor a mayor sobreposición) o de 0 a 100% (porcentaje).

$$Ro = \frac{\sum(p_{ij} + p_{ik})\log(p_{ij} + p_{ik}) - \sum p_{ij}\log p_{ij} - \sum p_{ik}\log p_{ik}}{2\log 2}$$

donde Ro = Índice de sobreposición de las especies j y k .

p_{ij} = Proporción del recurso i del total de recursos utilizados por la especie j .

p_{ik} = Proporción del recurso i del total de recursos utilizados por la especie k .

Las preferencias de las rapaces se analizaron por el índice de Alfa de Manly, que evidencia el grado de selectividad hacia las presas consumidas. Esta se define como las presas que se consumen proporcionalmente más que su abundancia en el hábitat y se calculó por el programa PREFER (Krebs 1989), en donde las especies preferidas presentan un valor igual o mayor al alfa de Manly estimada para cada período de muestreo o de tiempo establecido.

$$\alpha_i = (r_i/n_i) / \sum(r_j/n_j), \text{ donde } \sum \alpha_i = 1.0.$$

donde α_i = Índice de preferencia de alfa de Manly para el tipo de presa i

r_i, r_j = Proporción de la especie de presa i o j en la dieta.

n_i, n_j = Proporción de la especie de presa i o j en el medio.

i y $j = 1, 2, 3, \dots, m$

m = Número de especies de presas posibles.

Si $\alpha_i \geq 1/m$, entonces la especie de presa i es preferida en la dieta y si $\alpha_i < 1/m$, la especie de presa i es evitada en la dieta.

RESULTADOS

Densidad de comunidad de roedores

Las densidades de roedores se ajustaron a un modelo uniforme con un parámetro de transformación a coseno en todos los casos, cumpliendo todos los supuestos del muestreo por distancias. No hubo necesidad de truncar los datos, ya que el número de animales capturados fue mayor hacia el centro de la red y disminuyó hacia el exterior de la red.

Las especies que presentaron densidades promedio mayores a 4.5 ind/ha fueron: *Dipodomys merriami* (9.8), *Chaetodipus penicillatus* (6.3), *Chaetodipus nelsoni* (5.1), *Neotoma albigula* (4.8) y *Peromyscus eremicus* (4.7), encontrándose diferencias entre los muestreos, siendo más densos durante mayo, septiembre y/o noviembre (Fig. 3). En cambio, *P. flavus*, *O. torridus* y *R. megalotis* presentaron valores de densidad muy bajos (0.03, 0.04 y 0.02 ind/ha, respectivamente), razón por lo cual no se detallan gráficamente. No se encontró una relación entre la densidad y el consumo de roedores en las dos especies de aves rapaces al realizar regresiones lineales.

Los geómidos (tuzas) sólo se consideraron para obtener el porcentaje de presas (Apéndice I), pero fueron excluidos de las estimaciones de densidad debido a su baja presencia en la dieta de las rapaces y a que requieren ser capturadas con otro tipo de trampas.

Dieta general de las aves rapaces

El tecolote se alimentó de 382 presas encontradas en 146 egagrópilas de 21 distintos grupos de alimento. El mayor porcentaje correspondió a mamíferos (53.4%), principalmente roedores (52.6%), seguidos de los artrópodos (45.3%), incluyendo coleópteros, escorpiónidos, ortópteros, homópteros y otros invertebrados no identificados. La presencia de aves (0.6%), reptiles (0.3%) y el helecho flor de peña (*Selaginella lepidophylla*, 0.5%) fue baja (Apéndice I).

La lechuza consumió 229 presas encontradas en 63 egagrópilas de 12 diferentes tipos de alimento. El 97.7% fueron mamíferos (97.4 roedores) y el consumo de aves (1.3%) y de artrópodos fue escaso (0.8%) (Apéndice I).

El tecolote tuvo una mayor amplitud de nicho trófico (9.07) que la lechuza (1.58) (Apéndice I).

Roedores en la dieta de las aves rapaces

El tecolote consumió en general 11 especies de roedores de las familias Heteromyidae, Muridae y Geomyidae, mientras que la lechuza consumió sólo 6 especies (heterómidos y cricétidos) (Apéndice I, Cuadro 1). Los roedores que aportaron mayor biomasa (más de 400 g) fueron: *Neotoma albigula*, *Dipodomys merriami* y *Peromyscus eremicus* para el tecolote y *Perognathus flavus*, *D. nelsoni* y *D. merriami* para la lechuza, en ese orden de importancia (Cuadro 1).

La riqueza de roedores consumidos y del hábitat fue distinta en las dos especies de rapaces, ya que no se encontraron diferencias estadísticas en el tecolote ($O = 5.3$, $t = -1.62$, $P = 0.13$, $gl = 12$), mientras que en la lechuza si las hubo ($O = 3.7$, $t = -4.74$, $P = 0.0005$ $gl = 12$). El alto consumo de *Perognathus flavus* fue notable en ambas especies (Cuadro 2).

Cuadro 1

Espectro de los roedores en la dieta de *Bubo virginianus* y *Tyto alba*. Los pesos (gramos) corresponden a los roedores capturados en los trampeos durante este y otros estudios (*Aragón & Garza 1999), O = promedio, DS = desviación estándar y n = número de individuos. La frecuencia (Fr) es el número de presas consumidas y la biomasa (peso x frecuencia) está expresada en gramos.

ESPECIE	O	PESO DS	n	Fr	BIOMASA
<i>Bubo virginianus</i>					
<i>Dipodomys merriami</i>	41.4	8.9	402	23	952.2
<i>Dipodomys nelsoni</i>	83.1	15.8	87	4	332.4
<i>Chaetodipus nelsoni</i>	14.5	1.7	306	3	43.5
<i>Chaetodipus penicillatus</i>	13.7	1.7	193	17	232.9
<i>Perognathus flavus</i>	6.0	1.3	57	59	354.0
<i>Neotoma albigula</i>	146.5	47.0	71	42	6153.0
<i>Peromyscus eremicus</i>	20.2	3.6	112	24	484.8
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	11.3	2.4	12	24	271.2
<i>Onychomys torridus</i>	22.7	3.7	6	1	22.7
<i>Pappogeomys castanops*</i>	120.0	0.5	2	3	360.0
<i>Thomomys umbrinus*</i>	132.0	0.6	3	1	132.0
<i>Tyto alba</i>					
<i>Dipodomys merriami</i>	41.4	8.9	402	11	455.4
<i>Dipodomys nelsoni</i>	83.1	15.8	87	13	1080.3
<i>Chaetodipus penicillatus</i>	13.7	1.7	193	12	164.4
<i>Perognathus flavus</i>	6.0	1.3	57	181	1086.0
<i>Peromyscus eremicus</i>	20.2	3.6	112	5	101.0
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	11.3	2.4	12	1	11.3

La dieta del tecolote fue diversa, alimentándose de roedores de acuerdo a su disponibilidad en el sitio (O = 0.76, t = -0.8, P = 0.44, gl = 12). En cambio, en la lechuza fue poco diversa y significativamente diferente a lo encontrado en el hábitat (O = 0.36, t = -7.13, P = 0.00001, gl = 12). Los valores más altos fueron de mayo a julio para el tecolote (0.85, 0.80 y 0.84, respectivamente) y en marzo y mayo de 1996 y en febrero de 1997 para la lechuza (0.51, 0.45 y 0.46 respectivamente) (Cuadro 2).

El número de especies de roedores frecuentemente consumidos (1/D) fue similar al encontrado en el hábitat para el tecolote (O = 3.7, t = -1.46, P = 0.17, gl = 12), mientras que para la lechuza fue distinto (O = 1.6, t = -13.07, P = 1.9 x 10⁻⁸, gl = 12). Las especies de roedores comunes en la dieta del tecolote fueron *Dipodomys merriami*, *Neotoma albigula*, *Reithrodontomys megalotis*, *Chaetodipus penicillatus*, *Ch. nelsoni*, *Perognathus flavus* y *Peromyscus eremicus*, de las cuales las dos primeras mencionadas aparecieron durante seis de los siete meses muestreados (Cuadro 2). En cambio, la lechuza consumió regularmente tres especies, *P. flavus*, *Ch. penicillatus* y *D. nelsoni*, en donde la primera especie estuvo presente en todos los muestreos (Cuadro 2).

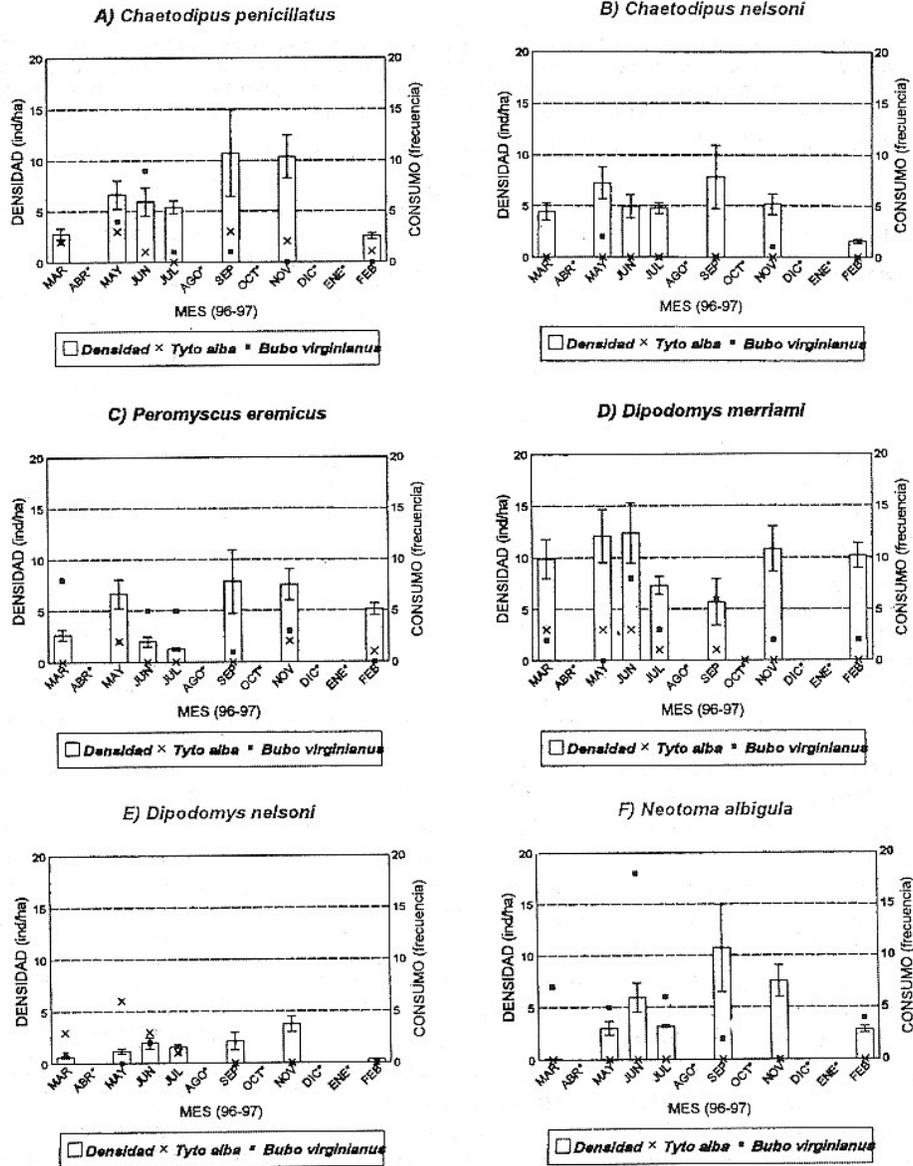


Figura 3

Densidad promedio en el hábitat (las barras representan el error estándar) y consumo de roedores de ambas rapaces nocturnas (cuadros y cruces). Se detallan sólo las seis especies consumidas con mayor frecuencia (A-F).

Cuadro 2

Diversidad mensual y especies comunes de los roedores en la dieta del tecolote y de la lechuza. RE = Riqueza específica, 1-D = Complemento del índice de Diversidad de Simpson, 1/D = Recíproco del índice de Diversidad de Simpson, Especies comunes = Son las frecuentemente consumidas conforme a 1/D, Especies no comunes = Especies escasamente consumidas, O = Promedio y ES = Error estándar.

DIME = *Dipodomys merriami*

DINE = *Dipodomys nelsoni*

CHNE = *Chaetodipus nelsoni*

CHPE = *Chaetodipus penicillatus*

PGFL = *Perognathus flavus*

NEAL = *Neotoma albigula*

PEER = *Peromyscus eremicus*

REME = *Reithrodontomys megalotis*

MES	RE	1-D	1/D	ESPECIES COMUNES EN LA DIETA	ESPECIES NO COMUNES EN LA DIETA
<i>B. virginianus</i>					
Mar	8	0.73	3.6	PGFL NEAL PEER DIME	CHPE ONTO DINE REME
May	6	0.85	4.9	PGFL NEAL PEER CHPE	REME
Jun	6	0.80	4.7	CHNE	DINE
Jul	7	0.84	5.0	PGFL NEAL PEER DIME	CHPE DINE
Sep	4	0.64	2.4	CHPE	CHPE PEER
Nov	3	0.73	2.6	PGFL NEAL DIME PEER	
Feb	3	0.72	2.8	REME	
O	5.3	0.76	3.7	NEAL DIME	
ES	1.98	0.08	1.2	PEER DIME CHNE PGFL NEAL DIME	
<i>T. alba</i>					
Mar	4	0.51	2.0	PGFL DINE	CHPE DIME
May	6	0.45	1.8	PGFL DINE	CHPE DIME PEER REME
Jun	4	0.37	1.6	PGFL DINE	CHPE DIME
Jul	3	0.09	1.1	PGFL	DIME DINE
Sep	3	0.20	1.2	PGFL	CHPE DIME
Nov	3	0.43	1.7	PGFL CHPE	PEER
Feb	3	0.46	1.7	PGFL CHPE	PEER
O	3.7	0.36	1.6		
ES	1.11	0.02	0.3		
Hábitat					
Mar	9	0.76	4.1	DIME CHNE CHPE DINE	NEAL ONTO PEER PGFL
May	6	0.79	4.6	DIME CHNE CHPE PEER	REFU
Jun	6	0.80	4.3	DINE	NEAL
Jul	6	0.80	4.6	DIME CHPE NEAL CHNE	DINE PEER
Sep	6	0.82	5.2	DIME CHPE CHNE NEAL DINE	PEER
Nov	6	0.77	4.3	NEAL CHPE CHNE PEER	SINE
Feb	8	0.74	3.7	DIME	CHNE DINE
O	6.7	0.78	4.4	DIME CHPE PEER NEAL	CHNE DINE PEMA ONTO
ES	1.25	0.03	0.5	DIME PEER NEAL CHPE	

La alimentación del tecolote varió mucho temporalmente (del 27 al 90%), en cambio en la lechuza fue muy constante durante el estudio (del 81 al 99%) (Cuadro 3). La sobreposición de la dieta de ambas rapaces fue escasa la mayor parte del año, sólo en marzo, mayo y junio fue alta (65%, 51.1% y 71% respectivamente, Cuadro 4).

Cuadro 3

Comparación de la dieta de cada especie de Strigiforme. Se indican los valores mensuales del índice de similitud de Horn (%). Los valores por abajo de la diagonal corresponden a la lechuza (*Tyto alba*) y los de arriba al tecolote (*Bubo virginianus*).

Tecolote							
MES	MAR	MAY	JUN	JUL	SEP	NOV	FEB
MAR		72	75	80	47	44	71
MAY	97		80	77	48	40	6
JUN	99	97		84	75	50	90
JUL	89	91	94		75	62	75
SEP	91	92	93	95		64	63
NOV	82	91	83	82	91		27
FEB	83	92	83	81	90	99	

Lechuza**Cuadro 4**

Índice de sobreposición de nichos de Horn (%) entre las dietas de *Bubo virginianus* y *Tyto alba*.

	MAR	MAY	JUN	JUL	SEPT	NOV	FEB
INDICE DE HORN	65.0	51.1	71.5	31.7	17.0	22.0	48.2

De acuerdo al análisis de disponibilidad y uso de recursos, el tecolote prefirió consumir 8 especies de roedores y la lechuza 5 (Cuadro 5). Generalmente estas especies correspondieron a las que se consumieron más, adicionando a éstas otros roedores fuertemente seleccionados del medio, aunque presentes en bajas densidades. Estas especies fueron *R. megalotis* y *D. nelsoni* para el tecolote y *D. merriami*, *Ch. penicillatus* y *P. eremicus* para la lechuza (Cuadro 5). El roedor preferido por la lechuza fue *P. flavus*, que aunque estuvo ausente o poco abundante en el matorral, los muestreos de marzo y noviembre en pastizal permiten confirmar esta fuerte selectividad (0.87 y 0.64, respectivamente).

Cuadro 5

Roedores preferidos en la dieta de *Bubo virginianus* y *Tyto alba* según el índice de preferencia de Manly (está indicado por las xx). La especie fue preferida si α Manly calculada para cada especie fue mayor que la α Manly general ($xx > \alpha$). N = Total de especies consumidas.

DIME = *Dipodomys merriami* DINE = *Dipodomys nelsoni*
 CHNE = *Chaetodipus nelsoni* CHPE = *Chaetodipus penicillatus*
 PGFL = *Perognathus flavus* NEAL = *Neotoma albigula*
 PEER = *Peromyscus eremicus* REME = *Reithrodontomys megalotis*.

MES	ESPECIES PREFERIDAS							α Manly General	N	
	NEAL	PEER	DINE	PGFL	CHPE	REME	DIME			CHNE
MATORRAL										
<i>Bubo virginianus</i>										
Mar	xx			xx		xx			0.11	8
May			xx						0.11	6
Jun	xx	xx				xx			0.17	6
Jul	xx	xx							0.17	7
Sep							xx		0.17	4
Nov		xx					xx	xx	0.17	3
Feb	xx								0.12	3
<i>Tyto alba</i>										
Mar										
May			xx	xx					0.11	4
Jun			xx						0.11	6
Jul			xx						0.17	4
Sep							xx		0.17	3
Nov		xx				xx	xx		0.17	3
Feb		xx				xx			0.17	3
						xx			0.12	3
PASTIZAL										
<i>Bubo virginianus</i>										
Mar				xx		xx			0.12	8
Nov		xx					xx		0.17	3
<i>Tyto alba</i>										
Mar				xx					0.12	4
Nov				xx	xx				0.17	3

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La densidad de los roedores obtenida por la técnica de muestreo radial y el análisis estadístico mediante el programa DISTANCE son muy precisas (Parmenter et al. 1989), tal como se ha reportado en otros sitios (Anderson et al. 1983). El mejor modelo para estimar la densidad de roedores en el matorral y el

pastizal de esta zona árida, correspondió al uniforme con un parámetro de ajuste de coseno. Esto es de gran relevancia puesto que los modelos han sido escasamente aplicados para estos mamíferos.

Las especies de roedores con mayores densidades promedio fueron proporcionalmente similares a las registradas en ésta y otras áreas del Desierto Chihuahuense (Whitford 1976, Brown & Zeng 1989, Aragón 1999) y correspondieron a las cinco especies frecuentemente consumidas por ambos strigiformes en Mapimí. Cabe mencionar que los picos máximos de densidad de estos roedores fueron cuando ocurrió la reproducción y el reclutamiento de los jóvenes.

La baja densidad de *Perognathus flavus*, *Reithrodontomys megalotis* y *Onychomys torridus* fue similar a lo reportado en otros trabajos (Schmidly 1974, Findley & Care 1974, Rogovin *et al.* 1991, Aragón 1999).

La falta de relación entre la densidad y el consumo de cada especie de roedor por ambas rapaces se debe a que probablemente existen otros factores de influencia, o la interacción de varios factores en su alimentación que no fueron evaluados en este estudio (por ejemplo el contenido nutricional).

El tecolote incorporó en su dieta una gran variedad de presas (total y temporal) y tuvo un amplio nicho trófico, que seguramente es resultado de la disponibilidad de estos recursos en el ambiente. Esto fue similar a lo reportado en otras zonas áridas de México (Donázar *et al.* 1989, Johnsgard 1988, Llinas-Gutiérrez *et al.* 1991, Rodríguez-Estrella 1993), lo cual la sitúa como una especie generalista. Esta afirmación se apoya además en que la especie está ampliamente distribuida, ya que se encuentra en cualquier tipo de hábitat (desde los trópicos hasta los bosques boreales), inclusive en los que han sido fragmentados y en que sus ámbitos hogareños grandes, les permite utilizar mejor los recursos disponibles (Gutiérrez 1985, Morrell & Yahner 1994, Laiding & Dobkin 1995).

En cambio, la poca variación de presas consumidas y la amplitud de nicho trófico menor de la lechuza con respecto al tecolote, indican que en Mapimí la especie fue selectiva en cuanto a las presas consumidas durante el estudio. Esto es distinto a lo reportado sobre la amplitud de nicho en el área (en 1985 de 4.9 y en 1986 de 7.2, Rodríguez-Estrella 1993) y para la distribución norte desértico de la especie, en Texas es de 8.0, en Colorado de 2.5, en Louisiana de 3.4 y en Columbia Británica de 1.7 (Glasgow 1962, Otteni *et al.* 1972, Campbell *et al.* 1987, Marti 1988, Baker 1991). También en áreas templadas la lechuza tiene una alimentación variada, la cual está compuesta desde invertebrados hasta carnívoros (López-Forment & Urbano 1977). Por otra parte, debido a que es posible encontrar varias especies cohabitando en una comunidad (Marti 1974), las diferencias encontradas en la amplitud de nicho pueden estar influenciadas por diversos factores bióticos (vegetación, competencia, depredación) y abióticos (temperatura, precipitación, humedad, suelo) o las interacciones de ambos, así

como la limitación y reparto de los recursos y el nivel de competencia interespecífica que son de gran influencia en la presencia de especies simpátricas (Gordon 2000, Schmidly 1974).

Las especies de roedor que aportaron mayor biomasa para cada especie de rapaz fueron distintas, correspondiendo principalmente a los de mayores densidades del matorral para el tecolote o del pastizal para la lechuza. Las tuzas fueron consumidas ocasionalmente por ambas especies de depredadores, por ser roedores de vida fosorial.

Los altos valores de diversidad encontrados en la dieta de la lechuza, de febrero a mayo, corresponden a su estación reproductiva (Marti 1992, 1997, Rodríguez-Estrella 1993) y de mayo a julio a la crianza del tecolote (Rodríguez-Estrella, 1993). Esto posiblemente ocurre porque ambas especies aumentan el tiempo de forrajeo durante esos períodos y así encuentran una mayor diversidad de presas.

Perognathus flavus fue el roedor más importante en la dieta de ambas especies de búhos, ya que frecuentemente fue consumido aún cuando sus densidades fueron bajas tanto en matorral como en el pastizal, principalmente por la lechuza. En general, se sabe que este roedor se encuentra en bajas densidades en Mapimí, siendo una especie residente de pastizales (Schmidly 1974, Grenot 1983, Rogovin et al. 1991, Aragón & Garza 1999). Además, se sabe que los roedores heterómidos dependen fundamentalmente de la producción de frutos y semillas (Lemen & Rosenzweig 1978) y existe un patrón de uso diferencial del microhábitat y del tamaño de las semillas. Las especies grandes se asocian a los sitios abiertos, seleccionando semillas grandes y las pequeñas a hábitats arbustivos, seleccionando semillas pequeñas y dispersas (Bowers & Brown 1982, Thompson 1982), todo en función de la reducción de los gastos energéticos. Por otro lado, existen algunas evidencias que sugieren que la selección de presas por los depredadores depende de su tamaño y su vulnerabilidad (Marti 1992). Por lo anterior, suponemos que la vegetación abierta puede exponer más a ésta especie a la depredación y probablemente es de fácil captura. Las especies de roedores comunmente consumidas en Mapimí fueron equivalentes a las reportadas para ambos strigiformes. El tecolote consume principalmente *Microtus* sp., *Perognathus* sp. y *Dipodomys* sp. en otras zonas áridas de México (Dónazar et al. 1989, Llinas-Gutiérrez et al. 1991), mientras que la lechuza consume más frecuentemente dos géneros de roedores (*Microtus* sp. y *Sigmodon* sp.) (Campbell 1983, Marti 1992).

La gran variación de la dieta del tecolote durante el estudio confirma que es una especie oportunista. En la lechuza, la alta similitud en su alimentación a lo largo del año define a esta especie como un depredador selectivo de sus presas.

La baja sobreposición de la dieta de ambas especies rapaces coincide con el patrón reportado para otras rapaces nocturnas que coexisten y segregan su nicho trófico (*Strix varia* y *Asio flammeus*; Stone et al. 1994, Laidig & Dobkin 1995 y *B. virginianus* y *T. alba*; Marti 1974). La sobreposición observada (marzo a junio),

posiblemente ocurre por el mayor requerimiento alimentario durante la reproducción y crianza, además de que probablemente el medio les ofrece los mismos recursos o estos son encontrados con una mayor probabilidad. En otros sitios, el tecolote es depredador de la lechuza y otros strigiformes de menor tamaño (Gutiérrez 1985, Laidig & Dobkin 1995, Marti 1992). Por lo que de manera indirecta se puede sugerir que la segregación de nichos tróficos funcione no sólo como una estrategia la cual reduce la competencia interespecífica, sino también como una estrategia de defensa antidepredatoria, aunque se requieren más estudios experimentales para comprobarlo.

Considerando las especies de roedores reportadas en las distintas unidades topográficas y vegetales de Mapimí durante varios años (Grenot & Serrano 1982, Rogovin *et al.* 1991, Aragón & Garza 1999), se sabe que los roedores asociados a matorrales son muy diversos, siendo particularmente abundantes *Dipodomys merriami*, *Peromyscus eremicus* y *Neotoma albigula*. En cambio, *Reithrodontomys megalotis*, *P. flavus* y *O. torridus* están fuertemente asociadas a pastizales y que *Ch. penicillatus* tiene altas densidades en este mismo hábitat. De acuerdo a los roedores encontrados en las egagrópilas, se puede deducir de manera indirecta que el tecolote se alimenta tanto en las bajadas de cerros (matorrales y nopaleras) como en los pastizales y que la lechuza caza preferentemente en hábitats abiertos, utilizando los pastizales para buscar su alimento, como se ha observado en otros sitios (Campbell & Campbell 1983, Marti 1992). Probablemente esta diferencia en los sitios utilizados para forrajear y en las presas consumidas, disminuye la sobreposición en el uso del espacio y de los recursos alimentarios, favoreciendo su cohabitación. Esto no ha sido documentado en otras áreas.

Las especies de roedores que prefirió el tecolote fueron variadas, caracterizándose principalmente por ser de alta densidad y de mayor aporte de biomasa. En cambio, en la lechuza fueron menos especies, pero seleccionó las de mayor biomasa. Adicionalmente, ambos depredadores prefirieron *P. flavus*. Como ya se mencionó, aún cuando este roedor se encuentra en bajas densidades en Mapimí (Grenot 1983, Aragón & Garza 1999) es residente de pastizales (Schmidly 1974, Rogovin *et al.* 1991), encontrándose en hábitats abiertos y, por lo tanto, puede ser más vulnerable a la depredación.

En resumen, el tecolote tendió a ser generalista y oportunista en sus hábitos alimentarios, ya que varió las presas consumidas durante todo el año conforme a su disponibilidad en el hábitat (riqueza específica, diversidad y especies comunes) y presentó una mayor amplitud del nicho trófico. La lechuza se puede definir como un depredador selectivo de sus presas y del área de forrajeo (pastizal), ya que las presas consumidas no fueron necesariamente las más disponibles en el hábitat (riqueza, diversidad y especies comunes), pero se sabe que habitan en estos sitios. Esto difiere a lo reportado en otros trabajos, en donde la lechuza es oportunista (López-Forment & Urbano 1977, Marra *et al.* 1989,

Pérez-Barbería 1990, Jones & Goetze 1991) y coincide con lo encontrado por Rodríguez-Estrella en la misma área (1993).

En la relación depredador-presa el consumo de las presas dependió de los siguientes factores: 1) hábitat de forrajeo, 2) disponibilidad de las presas (densidad), 3) requerimientos alimentarios del depredador (mayor biomasa, principalmente en la reproducción y crianza), 4) vulnerabilidad de las presas y, 5) amplitud del nicho trófico de estas rapaces.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se desarrolló gracias al apoyo del Instituto de Ecología, A.C., al formar parte de la línea de investigación "Ecología y conservación de pequeños mamíferos". También se recibió apoyo financiero del CONACYT, proyecto "Efecto de mamíferos nativos e introducidos sobre la composición y estructura de dos comunidades vegetales en el Desierto Chihuahuense" (Clave 1843P-N9507). Agradecemos al Biól. Javier Espinosa por su ayuda al identificar parte del material óseo (Escuela Superior de Biología, UJED, así como a los directivos de dicha institución por facilitarnos los laboratorios). Agradecemos a Ernesto Herrera, por su valiosa ayuda en el trabajo de campo. Al Sr. Francisco Herrera (Kiko) y familia, por las atenciones recibidas y el apoyo durante las estancias en el Laboratorio del Desierto.

LITERATURA CITADA

- Anderson, S.** 1972. Mammals of Chihuahua. Taxonomy and Distribution. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 148:149-410.
- Anderson, D.R., K.P. Burnham, G.C. White & D.L. Otis.** 1983. Density estimation of small-mammal populations using a trapping web and distance sampling methods. *Ecology* 64:674-680.
- Aragón, E.E. & A. Garza.** 1999. Actualización del inventario de los mamíferos silvestres de la Reserva de la Biosfera de Mapimí. *Acta Cient. Potos.* 14(1):7-25.
- Baker, R.H.** 1991. Mammalian prey of the Common Barn-Owl (*Tyto alba*) along the Texas coast. *Southwest. Nat.* 36:343-347.
- Baker, R. & J.K. Greer.** 1962. *Mammals of the Mexican State of Durango.* Publications of the Museum Michigan State University. *Biol. Series* 2:25-154.
- Barbault, R. & G. Halffter.** 1981. A comparative and dynamic approach to the vertebrate community organization of the desert of Mapimí (México). Pp 11-18. *In: Ecology of the Chihuahuan Desert* (R. Barbault y G. Halffter, Eds.). Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. 167 pp.
- Begon, M. & M. Mortimer.** 1986. *Population Ecology: A Unified Study of Animals and Plants.* 2nd. Ed. BlackWell Scientific Publications.
- Bowers, M. A., & J. H. Brown.** 1982. Body size and coexistence in desert rodents: chance or communities structure?. *Ecology* 62: 391-400.
- Brown J.H. & D. Amadon.** 1968. *Eagles, hawks and falcons of the world.* McGraw Hill. London.

- Brown J.H. & Z. Zeng.** 1989. Comparative population ecology of eleven species of rodents in the Chihuahuan Desert. *Ecology* 70:1507-1525.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham & J.L. Laake.** 1993. *Distance Sampling. Estimating Abundance of Biological Populations*. 1a Ed. Publ. Chapman and Hall. London. 446 pp.
- Campbell, R.W.** 1983. *Feeding ecology of the Common Barn Owl in North America*. Seattle, WA: University of Washington. M.S. Thesis.
- Campbell, E.C. & R.W. Campbell.** 1983. *Status report on the Common Barn Owl (Tyto alba) in Canada - 1982*. Victoria, BC: Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, British Columbia Ministry of the Environment.
- Campbell, R.W., D.A. Manuwal & A.S. Harestad.** 1987. Food habits of the Common Barn Owl in British Columbia. *Can. J. Zool.* 65:578-586.
- Clark, R.J., D.G. Smith & L.H. Kelso.** 1978. Working bibliography of owls of the world. National Wildlife Federation. *Sc. Tech Series* No. 1. Washington, DC. 319 pp.
- Cornet, A.** 1988. Principales características climáticas. Pp. 45-76. In: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. I Ambiente Natural y Humano* (C. Montaña, Ed.). Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Donázar, J.A., F. Hiraldo, M. Delibes & R.R. Estrella.** 1989. Comparative food habits of the Eagle Owl *Bubo bubo* and the Great Horned Owl *Bubo virginianus* in six palearctic and nearctic biomes. *Ornis Scandinavica* 20:298-306.
- Errington, P.L.** 1932. Techniques of raptor food habits study. *Condor* 34:75-86.
- Findley, J.S. & W. Caire.** 1974. The status of mammals in the northern region of the Chihuahuan Desert. Pp. 127-139. In: *Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region*. United States and Mexico. (Waver, R.H. y D.H. Riskind, Eds.). U.S. Dept. of the Interior National Park Service.
- Frounfelker, C.R.** 1977. *Prey selection of the Great Horned Owl with reference to habitat and prey availability*. Moscow, ID: University of Idaho. M.S. Thesis.
- Glasgow, L.L.** 1962. *The Barn Owl*. Louisiana Wildl. Fish. Comm. Wildl. Ed. Bull. No. 44.
- Gordon, C.E.** 2000. The coexistence of species. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 73:175-198.
- González, E.S.** 1983. *La vegetación de Durango*. Serie: Cuadernos de Investigación Tecnológica. CIIDIR-IPN, Unidad Durango, Dgo. 1(1): 1-114.
- Grenot, C.** 1983. *Desierto Chihuahuense. Fauna del Bolsón de Mapimí*. Ecología y conservación de los vertebrados. Publ. UACH. Depto. de Zonas Áridas. México, D.F.
- Grenot, C. & V. Serrano.** 1982. Distribution spatiale et structure des communautés de petits vertébrés du Désert de Chihuahua. *C.R. Soc. Biogéogr.* 58:159-191.
- Gutiérrez, J.A.** 1985. An overview of recent research on the Spotted Owl. In: *Ecology and Management of the Spotted Owl in the Pacific Northwest* (R.J. Gutiérrez y A.B. Carey, Tech. Eds.). Gen. Tech. Report PNW-185, U.S. Forest Service, Portland, OR. pp. 39-49.
- Hall, E.R.** 1981. *The mammals of North America*. 2a Ed. Wiley & Sons. New York, 1181 pp.
- Hoffmeister, D.F.** 1986. *Mammals of Arizona*. Univ. of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Horn, H.S.** 1966. Measurement or "overlap" in comparative ecological studies. *Am. Natur.* 100:419-424.

- Johnsgard, P.A.** 1988. *North American Owls: Biology and natural history*. Smithsonian Institution Press, Washington, USA, 295 pp.
- _____. 1990. Hawks, eagles and falcons of North America. Smithsonian Institution Press. Washington, USA. 403 pp.
- Jones, C. & J.R. Goetze.** 1991. Vertebrate remains found in Barn Owl pellets from Wilbarger County, Texas. *The Texas Jour. Sci.* 43:326-328.
- Korpimäki, E.** 1992. Diet composition, prey choice, and breeding success of Long-eared owls: effects of multiannual fluctuations in food abundance. *Can. J. Zool.* 70:2373-2381.
- Korpimäki, E. & K. Norrdahl.** 1991. Numerical and functional responses of kestrels, Short-eared owls, and Long-eared owls to vole densities. *Ecology* 72:814-826.
- Krebs, C.J.** 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row Publ. New York. 654 pp.
- Laake, J.L., Buckland, S.T., Anderson, D.R. & Burnham, K.P.** 1994. *DISTANCE User's Guide V2.1*. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research United Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, USA.
- Laiding, K.J. & D.S. Dobkin.** 1995. Spatial overlap and habitat associations of Barred Owls and Great Horned Owls in southern New Jersey. *J. Raptor Res.* 29:151-157.
- Lemen, C.A., & M.L. Rosenzweig.** 1978. Microhabitat selection in two species of heteromyid rodents. *Oecologia* 33:127-135.
- Llinas-Gutiérrez, J., G. Arnaud & M. Acevedo.** 1991. Food habits of the Great Horned Owl (*Bubo virginianus*) in the Cape region of lower California, México. *J. Raptor Res.* 25:140-141.
- Longland, W.S. & M.V. Price.** 1991. Direct observations of owls and heteromyid rodents: can predation risk explain microhabitat use?. *Ecology* 72:2261-2273.
- López-Forment, W. & G. Urbano.** 1977. Restos de pequeños mamíferos recuperados en regurgitaciones de lechuza, *Tyto alba*, en México. *An. Inst. Biol., UNAM. Serie Zool.* 48:231-241.
- Machniak, A. & G. Feldhamer.** 1993. Feeding habits of Short-eared owls overwintering in Southern Illinois. *Trans. Illinois State Acad. Sci.* 86:79-82.
- Marra, P.P., B.M. Burke & I. Albergamo.** 1989. An analysis of Common Barn-Owl pellets from Louisiana. *Southwest. Nat.* 34:142-144.
- Marti, C.D.** 1974. Feeding ecology of four sympatric owls. *Condor* 76:45-61.
- _____. 1988. A long-term study of food-niche dynamics in the Common Barn Owl: comparisons within and between populations. *Can. J. Zool.* 66:1803-1812.
- _____. 1992. *Tyto alba* Barn Owl. 1991. In: *The Birds of North America*, No. 1 (A. Poole, P. Stettenheim y F.Gill, Eds.). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C.: The American Ornithologists' Union.
- _____. 1997. A 20-year study of Barn Owl (*Tyto alba*) reproduction in northern Utah. In: *Biology and Conservation of owls of the Northern Hemisphere* (J.R. Duncan, D.H. Johnson y T.H. Nicholls, Eds.). USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC-190:261.
- Marti, C.D. & M.N. Kochert.** 1995. Are Red-tailed Hawk and Great Horned Owls diurnal-nocturnal dietary counterparts? *Wilson Bulletin* 107:615-628.
- Montaña, C. & R. Breimer.** 1988. Major vegetation and environment units. Pp. 99-114. In: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de*

- Mapimí. I Ambiente natural y humano* (C. Montaña, Ed.). Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Morrell, T.E. & R.H. Yahner.** 1994. Habitat characteristics of Great Horned Owl in southcentral Pennsylvania. *J. Raptor Res.* 28:164-170.
- Otteni, L.C., E.G. Bolen & C. Cottam.** 1972. Predator-prey relationships and reproduction of the Barn Owl in southern Texas. *Wilson Bull.* 84:434-438.
- Parmenter, R., J.A. Macmahon & D.R. Anderson.** 1989. Animal Density Estimation Using a Trapping Web Design: Field Validation Experiments. *Ecology* 70:169-179.
- Pérez-Barbería, F.J.** 1990. Patrones de predación de la lechuza común (*Tyto alba*) sobre murciélagos (chiroptera): especialización u oportunismo? *Rev. Biol. Univ. Oviedo* 8:99-105.
- Petersen, M.K. & M.K. Petersen.** 1979. A temporal comparison of owl pellet contents with small mammal population levels in Durango, México. *Centzontle* 2:2-19.
- Pianka, E.R.** 1978. *Evolutionary Ecology*. 2nd. ed. Harper & Row, Publishers 397 pp.
- Rodríguez-Estrella, R.** 1993. *Ecología trófica y reproductiva de seis especies de aves rapaces en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango, México*. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 181 pp.
- Rodríguez-Estrella, R. & A. Ortega-Rubio.** 1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (Strigiformes: Strigidae) in Durango, México. *Rev. Biol. Trop.* 41:143-148.
- Rogovin, K., G. Shenbrot & A. Surov.** 1991. Analysis of spatial organization of a desert rodent community in Bolson de Mapimí, México. *J. Mammal.* 72:347-359.
- Rzedowski, J.** 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. 1a. ed. México, D.F. 432 pp.
- Schmidly, D.J.** 1974. Factors governing the distribution of mammals in the Chihuahuan Desert region. Pp. 163-192. *In: Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region*. United States and Mexico. (Waver, R.H. y D.H. Riskind, Eds.). Us. Depto. of the Interior National Park Service.
- Stone, E., J. Smith & P. Thornton.** 1994. Seasonal variation and diet selection from pellet remains of short-eared owls (*Asio flammeus*) in Wyoming. *Great Basin Nat.* 54:191-192.
- Thiollay, M.J.** 1981. Structure and seasonal changes of bird population in a desert scrub of northern Mexico. Pp. 143-167. *In: Ecology of the Chihuahuan Desert* (R. Barbault y G. Halffter, Eds.). Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Thompson, S. D.** 1982. Microhabitat utilization and foraging behavior of bipedal and quadrupedal heteromyid rodents. *Ecology* 63:1303-1312.
- Van Varen, D., T.G. Moore & C.A. Ingels.** 1998. Prey selection by Barn Owls using artificial nest boxes. *California Fish and Game* 84:127-132.
- Voous, K. H.** 1988. *Owls of the Northern Hemisphere*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Whitford, W.G.** 1976. Temporal fluctuations in density and diversity of desert rodent populations. *J. Mammal.* 57:351-369.

Recibido: 23 de enero 2001

Aceptado: 11 de enero 2002

Apéndice I

Porcentaje de individuos por grupo taxonómico encontrados en las egagrópilas de *Bubo virginianus* y *Tyto alba*. Entre paréntesis se indica el número de individuos. La amplitud del nicho trófico se evaluó mediante el índice de Levins (B), donde π_i = proporción de cada presa.

PRESAS CONSUMIDAS	<i>Bubo virginianus</i>	<i>Tyto alba</i>
MAMIFEROS INSECTIVOROS		
Soricidae		
<i>Notiosorex crawfordi</i> (musaraña)	0.7 (3)	0.4 (1)
ROEDORES		
Heteromidae		
<i>Dipodomys merriami</i> (rata canguro)	6.0 (23)	4.8 (11)
<i>Dipodomys nelsoni</i> (rata canguro)	1.0 (4)	5.7 (13)
<i>Chaetodipus nelsoni</i> (ratón de abazones)	0.8 (3)	--
<i>Chaetodipus penicillatus</i> (ratón de abazones)	4.5 (17)	5.2 (12)
<i>Perognathus flavus</i> (ratón de abazones)	15.4 (59)	79.0 (181)
Muridae		
<i>Neotoma albigula</i> (rata nopalera)	11.0 (42)	--
<i>Peromyscus eremicus</i> (ratón de cactus)	6.3 (24)	2.2 (5)
<i>Reithrodontomys megalotis</i> (ratón orejudo)	6.3 (24)	0.4 (1)
<i>Onychomys torridus</i> (ratón hierbero)	0.3 (1)	--
Geómidae		
<i>Pappogeomys castanops</i> (tuza)	0.8 (3)	--
<i>Thomomys umbrinus</i> (tuza)	0.3 (1)	--
TOTAL	53.4 (204)	97.7 (224)
AVES		
PASSERIFORMES		
Emberizidae		
Emberizinae (Gorrión)	0.3 (1)	0.9 (2)
Icterinae (Calandria)	0.3 (1)	0.4 (1)
TOTAL	0.6 (2)	1.3 (3)
ARTROPODOS		
ORTHOPTERA (Chapulines)	16.5 (63)	--
COLEOPTERA (Escarabajos)	2.9 (11)	0.4 (1)
HOMOPTERA (Cigarras)	0.5 (2)	--
SCORPIONIDA (Alacranes)	11.8 (45)	--
Otros	13.6 (52)	0.4 (1)
TOTAL	45.3 (173)	0.8 (2)
REPTILES		
<i>Phrynosoma modestum</i> (Camaleón)	0.3 (1)	--
TOTAL	0.3 (1)	--
PLANTAS		
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Flor de peña)	0.5 (2)	--
TOTAL	0.5 (2)	--
NO. DE PRESAS	382	229
AMPLITUD DE NICHOS TROFICOS ($B = \sum \pi_i^2$)	9.07	1.5