



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO  
CAMPUS IZTACALA**



**ELECCIÓN DEL USO DE HÁBITAT DE LA  
LIEBRE DE COLA NEGRA, *Lepus californicus*,  
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE  
MAPIMÍ: POSIBLES IMPLICACIONES  
DE LA DEPREDACIÓN**

278930

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A

**ARIADNA IVONNEE MARÍN SÁNCHEZ**

Tlalnepantla, Estado de México, 2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



**INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C.**

Este trabajo se llevó a cabo en el Instituto de Ecología, A. C.—Centro Regional Durango, como parte del proyecto CONACYT 1843P-N9507, titulado: "Efecto de mamíferos nativos e introducidos sobre la composición y estructura de dos comunidades vegetales en el Desierto Chihuahuense", bajo la responsabilidad de la Doctora e Investigadora del mismo, Lucina Hernández García.

## **Cuando sepas hallar una sonrisa . . .**

Cuando sepas hallar una sonrisa  
en la gota sutil que se rezuma  
de las porosas piedras, en la bruma,  
en el sol, en el ave y en la brisa;

cuando nada a tus ojos quede inerte,  
ni informe, ni incoloro, ni lejano,  
y penetres la vida en el arcano  
del silencio, las sombras y la muerte;

cuando tiendas la vista a los diversos  
rumbos del cosmos, y tu esfuerzo  
propio sea como potente microscopio  
que va hallando invisibles universos;

entonces, en las flamas de la hoguera  
de un amor infinito y sobrehumano,  
como el santo de Asís, dirás hermano  
al árbol, al celaje y a la fiera.

Sentirás en la inmensa muchedumbre  
de seres y de cosas tu ser mismo;  
serás todo pavor con el abismo  
y serás todo orgullo con la cumbre.

Sacudirá tu amor el polvo infecto  
que macula el blancor de la azucena,  
benedicirás las márgenes de arena  
y adorarás el vuelo del insecto,

y besarás el garfio del espinoso  
y el sedefo ropaje de las dalias...  
Y quitarás piadoso tus sandalias  
por no herir a las piedras del camino

*Enrique González Martínez*

# CONTENIDO

	Páginas
Dedicatoria. . . . .	i
Agradecimientos. . . . .	ii
Resumen. . . . .	1
Introducción. . . . .	4
Antecedentes . . . . .	10
Predicciones, Hipótesis. . . . .	14
Objetivos, General y Particulares. . . . .	15
Área de estudio. . . . .	16
Metódos. . . . .	19
<i>Trabajo de campo.</i> . . . .	19
Análisis de datos (métodos estadísticos). . . . .	23
Uso de hábitat	
Riesgo a la depredación	
Oferta de alimento	
Resultados . . . . .	25
Uso de hábitat	
Riesgo a la depredación	
Oferta de alimento	
Herbáceas y Precipitación	
Discusión. . . . .	36
Conclusiones. . . . .	42
Literatura citada. . . . .	43

## **Dedicatoria**

A mis padres por traerme a este sueño intenso de vivir

A mi hermano por tantas y tantas cosas.

A la amistad, que me fue rodeando de muchas personas.

Al lugar que me abrió las puertas en tantos sentidos para adquirir de su interior todo lo que mi capacidad pudo obtener, la majestuosa Universidad Nacional Autónoma de México.

A este país lleno de dualidad, México.

A la magia que engendra la vida misma en todas sus expresiones.

## **Agradecimientos**

A la vida por permitirme sentir y palpar la emoción y la duda de su condición y naturaleza

A mis padres, Rosa María Sánchez y Carlos Marín, por todo lo que soy, tengo y hago; por su apoyo incondicional y por el respeto a mis ideas, decisiones y sueños. Gracias porque este trabajo también es suyo

A mi hermano Noé Carlos Marín, por enriquecer siempre la calidad y el contenido de mis ideas. Por los momentos de crítica y ayuda hasta en los pequeños detalles, por el tiempo que, junto a mí, se sentó frente a la computadora y por los medios que a través de su experiencia profesional obtuve, gracias por su gran amistad.

A mi asesora de tesis Lucina Hernández García y a John Laundré por el tiempo, dinero y esfuerzo invertidos en mi trabajo y por supuesto en mi persona.

Gracias a Gloria Portales por la oportunidad que me dio de conocer la Reserva y, con ello, a la gente de ese lugar, pero sobre todo por su valioso apoyo y comprensión incondicionales, por abrirme las puertas de su casa y por las horas de tiempo que gastó haciéndome compañía, por su equipo de computo para editar mis figuras, por los desayunos comidas y cenas tanto en Mapimí como en su casa y gracias por su amistad y por todos esos detalles que la hacen ser una gran persona y amiga.

A Fernando Cervantes por involucrarse en tantos sentidos en mi formación, por sus observaciones y críticas acertadas y por el apoyo recibido a pesar de mis decisiones inquietas y precipitadas, por su tiempo que, como amigos, le dedico a revisar mi trabajo para enriquecerlo y mejorarlo.

A Alberto González por sus consejos y sugerencias, por el entusiasmo que siempre contagia en el trabajo de campo y por sus palabras en esos momentos difíciles, por sus correos electrónicos siempre oportunos y alentadores y por escucharme y aconsejarme no solo referente a lo académico sino también respecto a la parte humana

A José Antonio Santos Moreno por una lista infinita de cosas, consejos, asesorías, revisiones tiempo, pláticas, consultas vía telefónica y por correos electrónicos. Por sentarse conmigo a revisar y analizar datos, por compartir sus conocimientos por la gran oportunidad que tuve de cambiar de aires, madurar más y concretar la parte gruesa de mi trabajo de tesis, por el hospedaje, por esos fines de semana que dedicamos a mi trabajo, por sus críticas y sugerencias tanto profesionales como personales y sobre todo por la gran amistad que se desarrolló a lo largo de estas actividades.

A todas las personas que conocí en el Laboratorio de la Reserva y que intervinieron directa o indirectamente en mi trabajo como son Patricia Vela, Jorgue López Portillo, el Chuca, Jorgue Servín y Abel García. A Quico, su esposa Tina y a sus hijos Ana, Karina, Pancho y Daniela, que estuvieron brindándome compañía, por compartir esos momentos a la mesa, disminuyendo la carga del trabajo de campo y minimizando el extremoso aislamiento (no por eso desagradable) del desierto; por las tardes de esparcimiento jugando a la pelota y por los paseos al atardecer alrededor del Laboratorio.

Al personal del Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional Durango; a Claudia, Araceli, Lupita y especialmente a José Olivas, por las horas de trabajo juntos, tanto de oficina como de campo, por la compañía y por la gran ayuda para la generación de datos.



A Miguel Ángel Briones y Graciela González, por brindarme una oportunidad de trabajo y por permitirme utilizar sus recursos para terminar de ensamblar y concretar mi Tesis

A mi mejor amiga Eida Merino por el número infinito de cosas que hemos compartido

A mi amiga Adriana Rodríguez por las porras y las 20 cartas que recibí estando en Durango y que me hicieron sonreír en momentos difíciles, por esos extensos y afectuosos saludos por correo electrónico que recibí

A todos mis compañeros y amigos de carrera en Iztacala, especialmente a Beatriz Hernández, José Luis Castelo y Emiliano Robles, por esa formación compartida y por su valiosa amistad.

A todas aquellas personas que siempre quedan en el anonimato pero que han formado parte de mi desarrollo directa o indirectamente, muchas gracias por todo y mil disculpas por no escribir sus nombres, pero esas personas saben perfectamente que me refiero a ellos.

## Resumen

La selección que hacen los individuos de un sitio para adquirir alimento constituye una de las decisiones más importantes para su supervivencia (Alcock 1978). El factor del riesgo a ser depredado, debería ser considerado en la selección del hábitat ya que esto aumenta el costo en la selección de un lugar para alimentarse. Dentro de este marco teórico se realizó este estudio en el Desierto Chihuahuense para evaluar si la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) selecciona su hábitat de alimentación en función de la oferta de alimento (beneficio) y el riesgo de ser depredado (costo).

Resultados preliminares en la Reserva de la Biosfera de Mapimí indican que existe una mayor densidad de liebres en las comunidades de pastizales (42 ind/km<sup>2</sup>) que en las de matorrales (17 ind/km<sup>2</sup>). Además, dentro de cada comunidad vegetal se presentan áreas que son usadas más intensamente (zonas con alta densidad de liebres) que otras (zonas con baja densidad de liebres). Para responder a tales diferencias nos apoyamos en la teoría de forrajeo óptimo planteando dos predicciones: (1) A gran escala (entre comunidades) las liebres seleccionan hábitats donde el riesgo a la depredación es menor. Las zonas abiertas, es decir, las que ofrecen una estructura de hábitat que les permite detectar al depredador y escapar más rápidamente son las más usadas. (2) Dentro de cada comunidad vegetal, las liebres seleccionan áreas que ofrezcan más alimento.

El diseño experimental de este estudio consistió en dos bloques (pastizal y matorral), dos factores (alta y baja densidad de liebres) y siete repeticiones (fechas de muestreo). Fueron trazados cuatro transectos de 200m por cada bloque, en donde se ubicaron 20 áreas de muestreo de 5m<sup>2</sup> para cada sitio de colecta.

El uso de hábitat se determinó empleando como variable de respuesta al número de excretas de las liebres. A través de un análisis de varianza se encontró que la comunidad más usada es el pastizal con respecto a la de matorral ( $P = 0.031$ ).

Dentro de cada bloque las zonas establecidas como de alta densidad fueron más usadas que las de baja densidad ( $P = 0.002$ ). La frecuencia de uso entre los bloques (pastizal y matorral) y entre los factores (alta y baja densidad de liebres), resultó variable a través de las repeticiones, es decir, de las siete fechas de muestreo ( $P = 0.01$ )

El *riesgo a la depredación* se determinó a partir de la estructura de la vegetación leñosa, midiendo los factores del arbusto más cercano: la distancia (valor transformado en el índice de la densidad arbustiva o arbórea), el volumen (longitudes del eje mayor, eje menor) y la altura. Se aplicó el análisis de componentes principales para obtener un sólo valor por punto de aquellas medidas que definieron la estructura del hábitat. Con los valores de  $z_1$  obtenidos se llevó a cabo un *análisis de varianza* para determinar si la selección de hábitat se hace con respecto a la estructura de hábitat. Se encontró que las áreas con valores altos en la estructura del hábitat que correspondieron a las zonas de pastizales fueron seleccionadas favorablemente ( $P \leq 0.001$ ). Dentro de cada bloque no hubo diferencias entre las zonas de alta y baja densidad ni entre los meses.

La *oferta de alimento* para cada transecto, se determinó aplicando el método de punto de contacto para establecer la abundancia de herbáceas, leñosas y cactáceas. El análisis demuestra que hay más herbáceas en matorral que en pastizal ( $P = 0.005$ ), más en las zonas de alta densidad que de baja densidad de liebres ( $P \leq 0.001$ ) y se detectaron diferencias de herbáceas entre los meses de muestreo ( $P \leq 0.001$ ). Respecto a las leñosas se observó que son más abundantes en la zona de matorral que en la de pastizal ( $P \leq 0.001$ ) y más en las zonas de baja densidad que en las de alta densidad ( $P \leq 0.001$ ), no se encontraron diferencias entre los meses. Existió un mayor número de cactáceas en matorral que en pastizal ( $P \leq 0.001$ ) y más en las zonas de baja densidad que de alta densidad de liebres ( $P = 0.002$ ), no se obtuvieron diferencias entre los meses.

De esta forma la teoría de forrajeo óptimo fue una herramienta útil para explicar la preferencia del hábitat de la liebre de cola negra en el Desierto Chihuahuense. Los hábitats de pastizales con mayor cantidad de herbáceas y con un valor mayor en la estructura de hábitat (áreas más abiertas) fueron los más seleccionados. En hábitats de matorral y pastizal las zonas más buscadas fueron las que tuvieron mayor número de herbáceas, sin que tuviera un valor de peso la estructura del hábitat.

## Introducción

Un problema fundamental para la mayoría de las especies animales radica en la localización de un lugar óptimo para vivir. Evidentemente esta decisión determina de manera importante su supervivencia (Alcock 1978).

La evaluación que hacen los animales para la selección de un hábitat ha sido planteada bajo el argumento de que existe una relación directamente proporcional entre la disponibilidad de los recursos y el uso del hábitat, pero este argumento no siempre resulta del todo cierto, ya que dicha preferencia puede no estar basada exclusivamente en la disponibilidad de los recursos (Mysterud y Anker, 1997)

Existen numerosos estudios de diferentes grupos taxonómicos, en los cuales se describen situaciones a las que los animales se enfrentan al experimentar una serie de decisiones de conflicto que influyen en la selección del hábitat, tales como la presencia de recursos alimenticios, pero se destaca la evaluación que realizan respecto a las características espaciales que les permitan contar con escondites o rutas de escape contra los depredadores (Lima y Dill 1990; Brown 1992; Moody et al. 1996). Estos estudios incluyen peces (Milinski y Heller 1978; Gilliam y Fraser 1987), insectos (Sih 1980, 1982, Sih et al. 1990), pájaros (Grubb y Greenwald 1982; Lima 1985) y pequeños mamíferos (Holmes 1984; Brown 1988; Kotler y Blaustein 1995).

También a escala individual, la teoría del forrajeo óptimo (Stephens y Krebs, 1986), señala que en la elección del hábitat (UH), un organismo tiene que considerar dos factores: la cantidad y calidad del alimento (A) y el riesgo a ser depredado (D). Esto puede ser representado en la siguiente función:

$$UH = A + D$$

El organismo tendrá que ser capaz de diferenciar los distintos niveles de alimento que ofrece el ambiente, es decir, los tipos diferentes de éste, su abundancia y la calidad nutricional pero al mismo tiempo deberá percibir los factores de la estructura del ambiente que afecten el nivel de riesgo de depredación, lo que resultaría de una combinación en la presencia de cuevas o escondites y al mismo tiempo la ausencia de obstáculos que permitan vigilar mejor el área (Brown y Alkon 1990; Brown *et al* 1994)

Los lagormorfos son organismos en los que están basados muchos de los experimentos de depredador-presa, ya que su abundancia, su exitosa tasa de reproducción y su tamaño mediano, los coloca como una adecuada presa que soporta a un amplió número de depredadores tan diferentes como son las zorras, coyotes, gatos, aves de presa y serpientes (Chapman y Flux 1990).

La presencia de la liebre de cola negra en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, en adición con las características anteriores, permitieron emplear a dicho animal como organismo de estudio.

La liebre de cola negra, *Lepus californicus*, pertenece al Orden Lagomorpha y a la Familia Leporidae. Esta familia está representada por 11 géneros y 53 especies, en donde el género *Lepus* esta representado por 29 especies, dentro de las cuales encontramos a *L. californicus*. (Chapman y Flux 1990). De acuerdo con Hall (1981) en Norte América existen 17 subespecies de *L. californicus*, ubicando geográficamente a este organismo dentro de la subespecie *texianus* (Fig. 1).

La liebre de cola negra es delgada, con un peso promedio de 2.5kg (1.3 - 3.1kg); su longitud total va desde 363mm hasta 664 mm; sus orejas tienen una coloración negruzca en las puntas y son largas, midiendo de 62mm a 144 mm; la cola también presenta la punta superior negruzca y es relativamente larga, de 25mm a 112 mm; su pata trasera también es larga y mide de 112mm a 189 mm. Su superficie superior o espalda negra, se extiende como una línea sobre la grupa y es la

manera más simple de distinguir a esta liebre, el vientre es de color blanco y sus costados son más claros que el dorso, presentando una coloración grisácea parda o arenosa, lo que permite mimetizarla en las zonas secas desérticas de pastizales (Hall 1981, Chapman y Feldhamer 1982, Chapman y Flux 1990) (Fig 2).

La distribución de esta liebre es amplia, ya que de acuerdo con Chapman y Flux (1990), abarca desde el estado de Hidalgo y el sur de Querétaro hasta el norte de Sonora, pasando por Baja California en México, hasta el suroeste de Oregon y el centro de Washington, el sur de Idaho, la parte este de Colorado, el sur de Dakota del Sur, el oeste de Missouri y el noreste de Arkansas en Estados Unidos (Fig 1)

Como en la mayoría de las liebres, la dieta cambia respecto a la disponibilidad de los recursos, consumiendo predominantemente pastos en el verano, hasta arbustos en el invierno o en temporadas secas en áreas desérticas (Chapman y Feldhamer 1982; Hoagland 1992; Best 1996). Pueden llegar a consumir hasta 390g de forraje al día y producir un promedio de 545 heces fecales por día (Arnold y Reynolds 1943; Best 1996, Ceballos y Galindo 1984).

Diversos trabajos, demuestran que las densidades de las liebres presentan fluctuaciones cíclicas que resultan particulares respecto a cada lugar estudiado (Gross *et al.* 1974; Clark 1975; Anderson y Shumar 1986), pero existe un incremento del número de organismos en presencia de un extensivo programa de control de los depredadores como son los coyotes (Hoffmeister 1986).

Resultados preliminares del proyecto "Mamíferos nativos e introducidos en dos comunidades del Desierto Chihuahuense" (proyecto CONACyT, 903- 04) muestran que la densidad de las liebres difiere considerablemente de una zona pastizal de toboso (*Hilaria mutica*) con un promedio de 42 individuos por kilómetro cuadrado, al de matorral de mezquite (*Prosopis glandulosa*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), con 17 individuos por kilómetro cuadrado,

pudiendo establecer con esto, el hecho de que las liebres seleccionan un hábitat para vivir

Respecto a la depredación de las liebres dentro de la Reserva, se sabe que el protagonista de esta relación es el coyote (*Canis latrans*), seguido por el gato montés (*Felis rufus*) (Delibes *et al.* 1986; Hernández *et al.* 1993, Hernández y Delibes 1994) En menor escala, pero no por eso menos importantes están la zorra del desierto, la víbora de cascabel y algunas aves de rapiña como águilas y buhos

Aprovechando la estructura de la vegetación una liebre puede intentar escabullirse alejándose sigilosamente hasta parecer invisible al "intruso"; la respuesta usual ante el peligro es la de "congelarse" y saltar repentinamente cuando sabe que ha sido vista. En la carrera de huida una liebre puede alcanzar hasta 56km por hora, cubriendo los 2 a 3 metros de longitud en cada salto (Garland 1983)



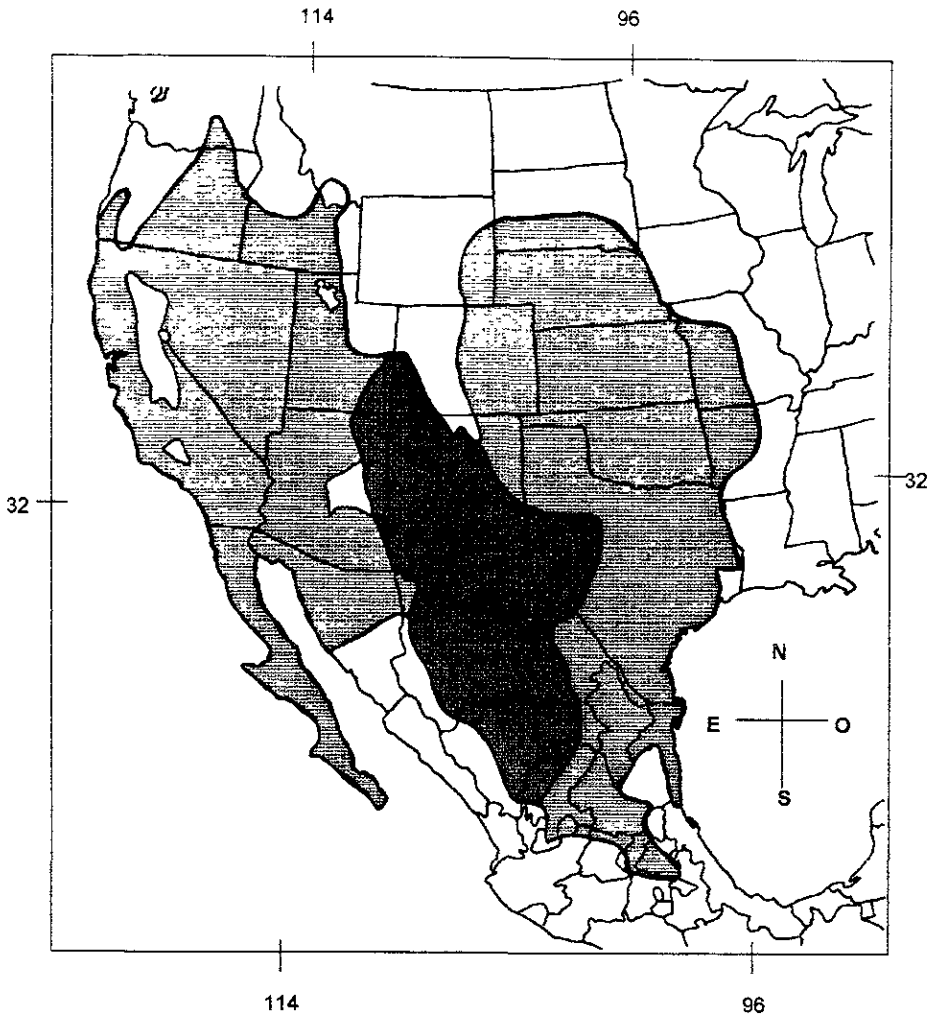


Figura 1. Distribución geográfica de la liebre de cola negra *Lepus californicus*, la región más oscura corresponde a *Lepus californicus texianus*. (Tomado de Hall 1981).

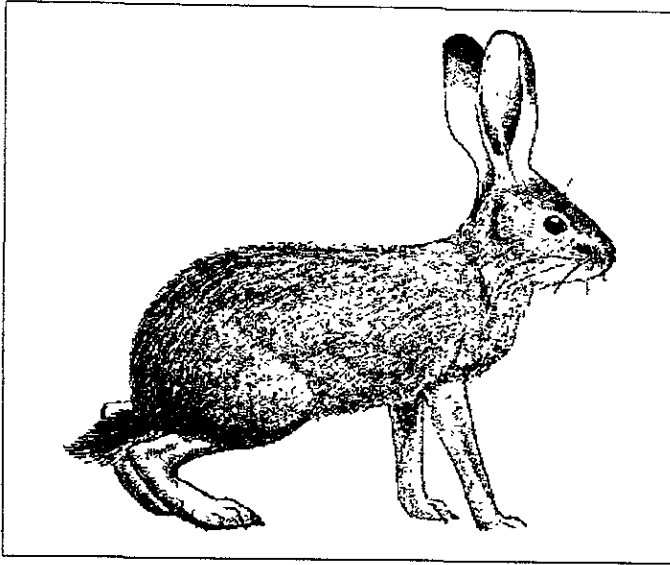


Figura 2. Esquema de la liebre de cola negra *Lepus californicus*. (Tomado de Hall 1981).

## Antecedentes

La mayor parte de los estudios ecológicos actuales continúan siendo principalmente de tipo descriptivos, razón por la cual consideramos importante enfocarnos hacia un problema de una manera más bien predictiva, poniendo a prueba una hipótesis sustentada en dos predicciones.

Hay trabajos realizados respecto a la elección que hacen los animales de un sitio para vivir, así como de las posibles variables que intervienen en dicho evento, principalmente en lo que nos compete: forrajeo y riesgo de depredación.

En el trabajo de Gilliam y Fraser (1987), los animales de estudio (peces de agua dulce) tienen que elegir entre dos áreas de forrajeo que difieren entre ellas en cuanto a la densidad de recursos y en el nivel de mortalidad (presencia de depredadores). Es notable la preferencia de los peces por áreas (hábitats) que minimizan el riesgo de mortalidad y que incrementan la energía obtenida por medio del alimento o forraje.

Trabajos como el de Brown *et al.* (1994<sup>a</sup>), en comunidades de roedores granívoros del desierto, muestran la presencia de mecanismos que permiten la coexistencia de tres comunidades distintas de roedores, basados en la teoría de forrajeo óptimo y considerando varias formas de selección de hábitat en tiempo (eficacia de forrajeo) y espacio (reducción de la competitividad usando parches).

En otro de sus trabajos con roedores de desierto, Brown *et al.* (1994<sup>b</sup>), habla de la respuesta al incremento de la depredación, en donde la actividad forrajera se reduce y cambia hacia zonas más seguras, por lo que la decisión de un lugar para alimentarse está más influenciada por la depredación que por los costos energéticos que brinda el alimento.

Cassiní (1994), basa su trabajo en la teoría evolutiva respecto a las estrategias de los herbívoros en la selección de su dieta, en donde menciona que frecuentemente estos organismos desarrollan mecanismos complejos para la detección y selección de las plantas que conforman su alimento, con lo que debe existir alguna característica que les permita detectar sus componentes químicos y es a esto a lo que él denomina el "saber nutricional". Esto sugiere que los animales deben discriminar una planta de otra y por lo tanto la preferencia o conveniencia de un sitio para vivir

El trabajo de Lima y Dill (1990), enfatiza el hecho de que la depredación actúa como una fuerza selectiva en la evolución de las diversas características animales tanto morfológicas como conductuales. Ellos destacan los sistemas complejos de las presas para evaluar los subcomponentes del escape, principalmente la vía más apropiada y próxima para huir hacia una cobertura vegetal que ofrezca protección así como la distancia entre él mismo y su depredador, lo que indica que las decisiones hechas presentan una simple jerarquía. ¿cuándo comer? (horas luz/obscuridad), ¿en dónde comer? (vegetación cerrada o abierta), ¿qué comer? (forraje pobre o rico en nutrientes) y ¿cómo manipular lo consumible? (comerlo en ese lugar o llevarlo a sitios más seguros).

Brown (1992), señala que los factores que influyen en el riesgo de depredación incluyen, en orden de importancia: el estado del alimento o forraje (Dill y Fraser 1984), el riesgo directo o indirecto de la depredación (Brown et al 1988), el tiempo que se está expuesto al depredador (Kotler 1992) y aquellas especies existentes consumibles del lugar.

Existen diversos trabajos referidos a la elección que las diversas especies de liebres hacen de los sitios para vivir y de las implicaciones de la calidad nutricional del alimento así como a la influencia de la depredación.

Nuevamente Cassini (1994), menciona que la liebre de la nieve, *Lepus americanus* tiene que elegir los alimentos de acuerdo a sus componentes químicos en donde hace una selección respecto a las concentraciones de toxinas, a la energía proporcionada o a la presencia de nutrientes específicos limitados

En el trabajo de Krebs *et al.* (1995), también con la liebre de la nieve, son manipulados tanto la abundancia del alimento como la presencia de los depredadores. Los bloques con exclusión de depredadores y con adición de alimentos dieron como resultado un incremento en la densidad de las liebres. La adición de nutrientes (fertilizantes) en las plantas, incrementó el tamaño de éstas, pero no influyó en la densidad de las liebres. Con lo anterior, se demuestra que el alimento y la depredación son elementos combinados que afectan en la densidad de las liebres.

Existen trabajos basados en la liebre de cola negra respecto a la alimentación y el uso del hábitat (Hayden 1966; Hansen y Flinders 1969; Griffing y Davis 1976; Westoby 1980; Hoagland 1992), así como a la depredación (Clark 1972; Kolter y Hoyt 1989). Aún así, resultan ser pocas o prácticamente nulas las evidencias actuales respecto a la estrecha relación de estas dos variables en estudios realizados en nuestro país y especialmente para el Desierto Chihuahuense.

Para el caso de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, han comenzado a realizarse estudios respecto a los modelos de depredador-presa y han sido observadas las notables fluctuaciones en las densidades poblacionales de los lagomorfos, las cuales podrían estar relacionadas con las fluctuaciones poblacionales de sus depredadores.

De acuerdo a lo anterior, se sabe que las densidades poblacionales de los lagomorfos son variables entre años y por supuesto entre zonas, siguiendo un comportamiento cíclico. En California, en el periodo que abarcó los años de 1951-1970, las densidades de liebres fluctuaron entre los 0.1 individuos/ha hasta 1

individuo/ha. alcanzándose las máximas densidades entre los 6 y los 10 años (Gross *et al.* 1974, Clark 1975)

Se ha sugerido que los factores causantes de estas fluctuaciones en las densidades podrían ser, entre otros, el efecto combinado de la disponibilidad del alimento y las variaciones poblaciones de sus depredadores (Krebs *et al.* 1995)

Es importante señalar que la ganadería es una actividad presente en el área de la Reserva. De entrada, esto no corresponde idealmente con el objetivo de las Reservas como el caso de Mapimí, pero lo cierto es que no resulta factible eliminar y controlar las perturbaciones que la actividad humana a creado a partir de estas actividades. Esta problemática podría agregar una variable mas al estudio por cuestiones de competencia por los recursos y el espacio, pero se sabe muy poco acerca de esta relación, aunque se ha observado que las liebres muestran una gran flexibilidad en presencia del ganado, modifican ciertas conductas para esquivar dicha competencia como el explotar aquellos recursos que normalmente no consumen (Cole 1960).

## **Predicciones**

En la elección del hábitat la liebre de cola negra tiene que tomar en cuenta dos factores: 1) la estructura de la vegetación que ofrezca mayores ventajas contra los depredadores (escondite y/o huida) y 2) las diferentes ofertas alimenticias (oferta forrajera) de cada hábitat. Considerando este esquema, bajo la teoría de forrajeo óptimo, se establecen dos predicciones:

1. A gran escala (entre comunidades) las liebres seleccionarán hábitats donde el riesgo a la depredación sea menor. Las zonas abiertas, serán las más usadas, puesto que les ofrecen una estructura del hábitat que les permitirá detectar al depredador y escapar más rápidamente.
2. Dentro de cada comunidad vegetal, las liebres seleccionarán áreas que les ofrezcan mayores fuentes de alimento.

## **Hipótesis**

En la elección del hábitat la liebre de cola negra, considera a la estructura de la vegetación como indicador del nivel de riesgo de depredación así como al factor alimento (cantidad y calidad).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Probar la hipótesis de que las liebres seleccionan áreas de uso con diferentes niveles de alimento y de estructura vegetal, poniendo a prueba las dos predicciones.

Para probar estas predicciones, se necesita estimar lo siguiente:

### **Objetivos Particulares**

- 1.- Estimar la intensidad de uso de hábitats.
- 2.- Estimar la estructura de las leñosas como oferta de refugios.
- 3.- Estimar la oferta alimenticia (oferta forrajera).
- 4.- Estimar los cambios en la estructura de las leñosas y la oferta alimenticia (forraje) a través del año.



## Area de estudio

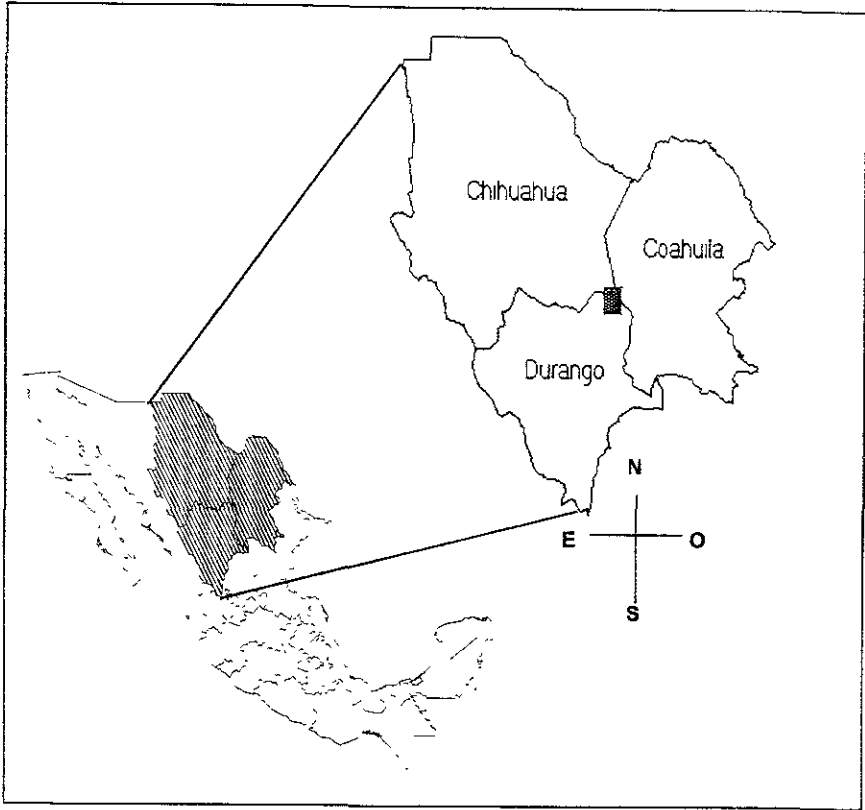
La Reserva de la Biosfera de Mapimí forma parte del Desierto Chihuahuense y está ubicada en el área donde confluyen los límites políticos de los Estados de Durango, Coahuila y Chihuahua. cuenta con una extensión de 172.000 ha y está localizada entre los paralelos 26° 20' y 26° 52' de latitud Norte y los meridianos 103° 32' y 103° 58' de longitud Oeste (Fig 3). Presenta diferentes niveles altitudinales que van desde los 1100 a 1350 msnm. El clima es de tipo árido con una precipitación anual de 270 mm, con un 80.2% de lluvias que abarcan los meses de junio a octubre y una temperatura promedio de 20°C (Cornet 1988).

El Instituto de Ecología, A. C., cuenta con instalaciones de trabajo dentro de la Reserva, conocidas también como "Laboratorio del Desierto o Laboratorio de la Reserva de Mapimí". Las instalaciones están ubicadas en el paralelo de latitud Norte en 26° 41' 08.2" y el meridiano 103° 44' 48.2" de longitud oeste.

En una pequeña porción del área de la Reserva fueron ubicadas las zona de estudio comprendidas por dos comunidades: la zona de pastizal de toboso (*Hilaria mutica*) y la zona de matorral de mezquite (*Prosopis glandulosa*) con nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), ubicadas ambas en la región occidental del Cerro San Ignacio (Montaña 1988).

Una de las características de los suelos de zonas áridas y semiáridas es la organización superficial de una película delgada que consiste de unos cuantos milímetros hasta los pocos centímetros de espesor, compactada y endurecida, mas o menos continua y poco permeable, que forma una verdadera costra. Los suelos en la bajada superior del área en donde se localiza el matorral de *Larrea-Opuntia* son regosoles del tipo coluvial, están poco evolucionados y su textura es gruesa, con rocas y gravas de origen basáltico, estos suelos presentan una salinidad media de tipo litológica a partir de los 60 cm. Los suelos del pastizal o bajada inferior son xerosoles y yermosoles principalmente, son suelos muy diferenciados y con

espesores de 80 a 160cm. de textura media y fina y muchas veces con acumulaciones secundarias de yeso de carbonato de calcio o ambos (Montaña 1988)



**Figura 3. Localización de la Reserva de la Biosfera de Mapimi.**

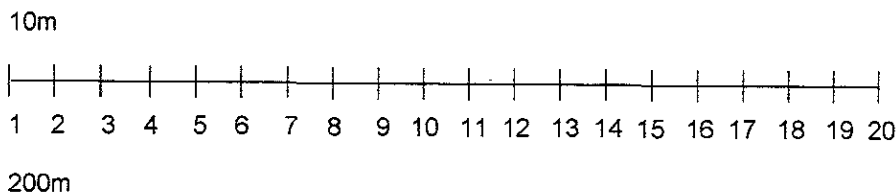
## Métodos

Se llevaron a cabo en dos fases trabajo de campo y análisis de datos (métodos estadísticos) El trabajo de campo comprendió un año de colecta a partir de noviembre de 1997 a noviembre de 1998.

### Trabajo de campo

El trabajo inicial consistió en seleccionar los sitios de muestreo, estableciendo transectos fijos, los cuales fueron determinados a partir de las dos rutas empleadas (una en pastizal y otra en matorral) en los conteos nocturnos de liebres del proyecto "Efecto de los mamíferos nativos e introducidos sobre la composición y estructura de dos comunidades vegetales en el Desierto Chihuahuense", proyecto CONACyT No 1843PN9507. Estas dos rutas miden 15km de longitud cada una y éstas cuentan respectivamente, con una estaca numerada cada 500m, haciendo un total de 31 estacas.

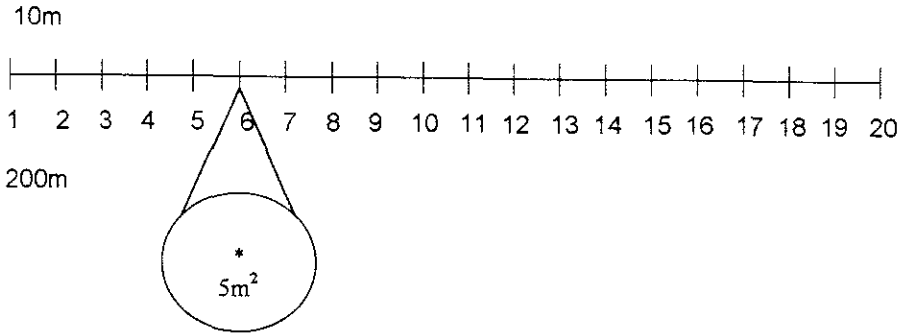
Partiendo de estas rutas y de los resultados de los conteos realizados a lo largo de 2 años (1996 y 1997) en dicho proyecto, se establecieron sitios de alta y baja densidad de liebres que nos ayudaron a delimitar un total de ocho transectos, cuatro de los cuales fueron para pastizal (con dos transectos de alta y dos de baja densidad) y cuatro para matorral (igualmente con dos de alta y dos de baja densidad). Dichos transectos fueron trazados perpendicularmente a la ruta de conteo y con orientación norte. Los transectos contaban con una longitud total de 200 m, presentando marcas cada 10 m, haciendo un total de 20 puntos por transecto (Fig. 4).



**Figura 4. Esquema de la disposición espacial de los transectos muestreados.**

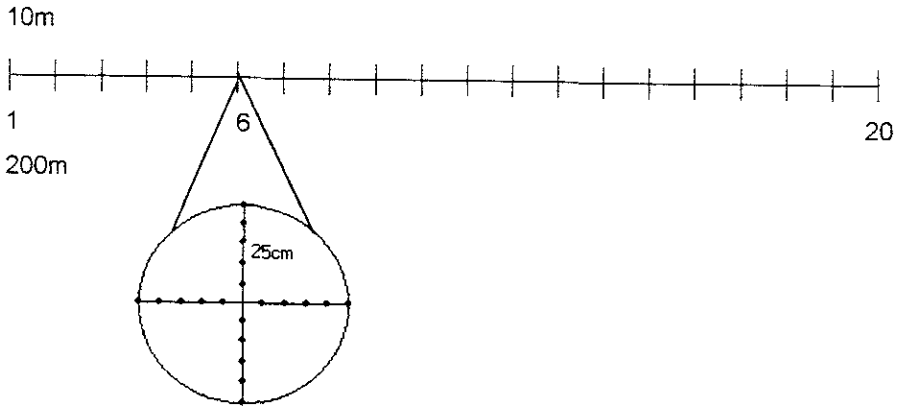
Posteriormente fueron registrados los siguientes datos

1 - Frecuencia de uso del hábitat. Se realizó la colecta de las excretas en una área que cubría los  $5m^2$  registrando el número de excretas o pellets por punto y por transecto. Esta colecta se realizó bimensualmente durante un año (Fig 5)



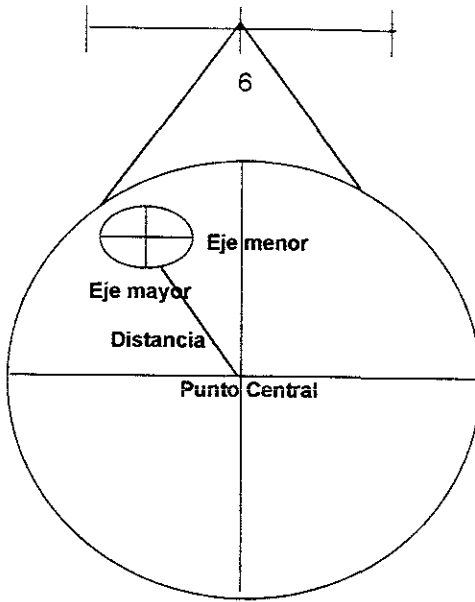
**Figura 5. Esquema de la distribución espacial del muestreo de la colecta de excretas (pellets o “bolitas”).**

2.- Cobertura vegetal. Se utilizaron los mismos transectos y puntos de colecta de excretas. Para el caso de la vegetación se aplicó la técnica de "punto de contacto" (Zabaia 1986, Krebs 1989), en donde se registraron el número total de plantas correspondientes, así como el nombre de las especies, agrupándolas en tres categorías: herbáceas leñosas y cactáceas (Fig. 6)



**Figura 6. Esquema de la distribución espacial de los transectos de muestreo en la toma de datos, por el método "punto de contacto" (número de herbáceas, leñosas y cactáceas).**

3.- Estructura vegetal Los datos fueron registrados inicialmente y en una sola ocasión utilizando los mismos transectos de colecta de excretas. Se empleó el método de distancia de "punto cuadrante" o de "vecino más cercano" (Cottam *et al*/ 1953, Cottam y Curtis 1956) para medir la distancia de los arbustos de cada cuadrante desde el punto central, registrando así la especie y tres diferentes medidas del arbusto. largo (eje mayor), ancho (eje menor) y altura (Fig. 7).



**Figura 7. Esquema de la distribución espacial del muestreo, aplicando el método de "vecino más cercano".**

## **Análisis de datos (métodos estadísticos)**

### **Uso del hábitat**

Cada hábitat estuvo representado por cuatro transectos, dos ellos correspondían a baja densidad y los otros dos a alta densidad de liebres. En cada transecto se registraron los números de excretas o pellets para cada punto (con un total de 80 datos del número de excretas para pastizal y 80 para matorral) y para cada una de las fechas (con un total de siete fechas de muestreo). Se obtuvo la sumatoria de cada línea y con ello los valores promedio, teniendo así cuatro datos del número total de excretas para cada hábitat y para cada una de las siete fechas. Posteriormente se realizó la suma del valor promedio del transecto de baja uno (B1) con el de baja dos (B2) y se dividió entre dos para obtener un único valor que representara al pastizal de baja densidad.

$$\text{Pastizal de baja densidad} = \frac{(B1 + B2)}{2}$$

Se realizó lo mismo con los transectos de alta densidad (A1 y A2), tanto para pastizal como para matorral y para cada una de las siete fechas muestreadas. Con estos datos se aplicó un análisis de varianza.

### **Riesgo a la depredación**

Los datos de la medición del largo y ancho de los arbustos más cercanos registrados como eje mayor y eje menor, fueron analizados como área arbustiva por medio de la fórmula del área de una elipse ( $A=\pi ab$ ), los cuatro valores obtenidos por punto fueron utilizados como un valor único por medio del promedio en área. Los valores de distancia y altura del vecino más cercano también están representados por un valor promedio, resultado de cuatro datos para cada punto. En el caso de la distancia, una vez obtenido el valor promedio se dividió entre diez



para representar la densidad arbórea de los individuos correspondientes a 10m<sup>2</sup>. La estructura del hábitat correspondiente a estos tres grupos de datos (área, altura y distancia promedios), manifiesta los refugios potenciales y estos son los valores que fueron sometidos a un análisis de componentes principales para obtener un único valor de z. Posteriormente se realizó un análisis de varianza con los valores de z para determinar si la selección del hábitat se hace respecto a la estructura del lugar.

## **Oferta de alimento**

Para cada transecto se obtuvieron los datos de los números totales de herbáceas, leñosas y cactáceas para cada punto (con un total de 80 datos del número de herbáceas, leñosas y cactáceas para pastizal y 80 para matorral) y para cada una de las fechas (con un total de siete fechas de muestreo). Se obtuvo la sumatoria de cada línea y con ello los valores promedio, dando así cuatro datos del número total de herbáceas, leñosas y cactáceas para cada hábitat y para cada una de las siete fechas. Posteriormente se realizó la suma del valor promedio del transecto de baja uno (B1) con el de baja dos (B2) para obtener un único dato que representara a pastizal baja, se hizo lo mismo con los transectos de alta (A1 y A2), tanto para pastizal como para matorral, así como para cada una de las siete fechas. Con estos datos se realizó un análisis de varianza para cada grupo de plantas (herbáceas, leñosas y cactáceas).

## Resultados

### Uso de hábitat

A través de un análisis de varianza se observó que la zona de mayor uso es la de pastizal respecto a la de matorral (g.l.= 1,  $F = 7.85$ ,  $P = 0.031$ , Fig. 8a). Dentro de cada bloque, las zonas establecidas como las de alta densidad fueron las más usadas (g.l. = 1,  $F = 28.29$ ,  $P = 0.002$ , Fig. 8b). También se obtuvieron diferencias a través del tiempo (g.l. = 6,  $F = 8.54$ ,  $P = 0.010$ ), siendo noviembre 1997 y enero 1998 los meses en donde hubo mayor número de excretas (Fig. 9).

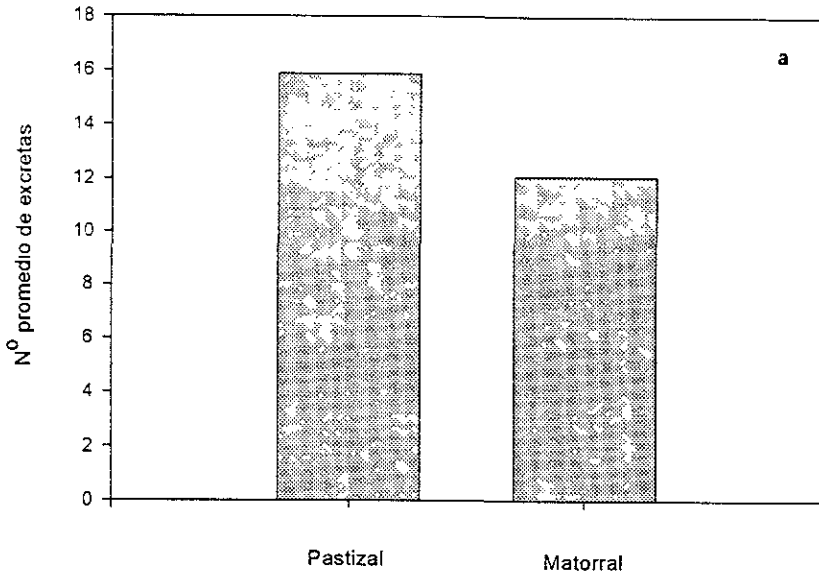


Figura 8a. Frecuencia de uso de hábitat. (a) Diferencia en el número promedio de excretas entre matorral y pastizal (g.l. = 1,  $F = 7.85$ ,  $P = 0.031$ )

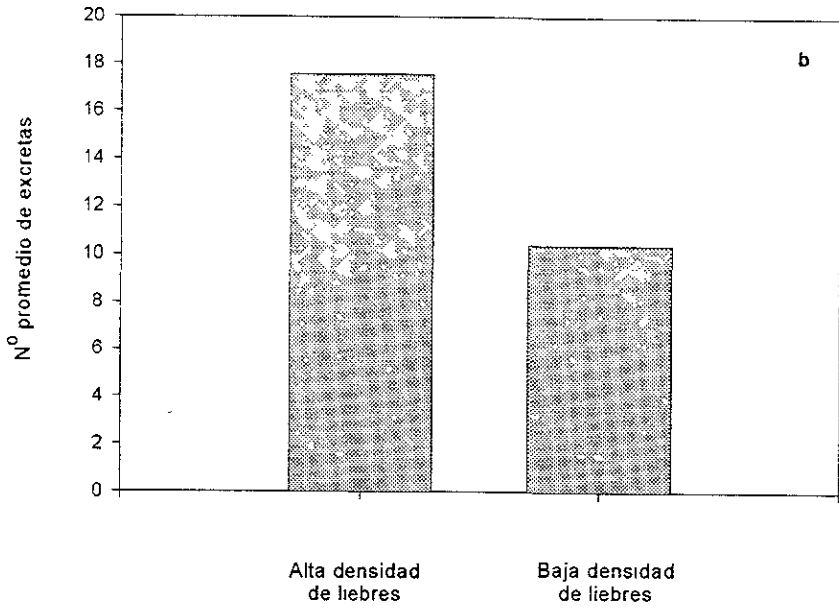


Figura 8b. Frecuencia de uso de hábitat (b) Diferencia en el número promedio de excretas entre zonas de alta y baja densidad de liebres (g.l. = 1,  $F = 28.29$ ,  $P = 0.002$ ).

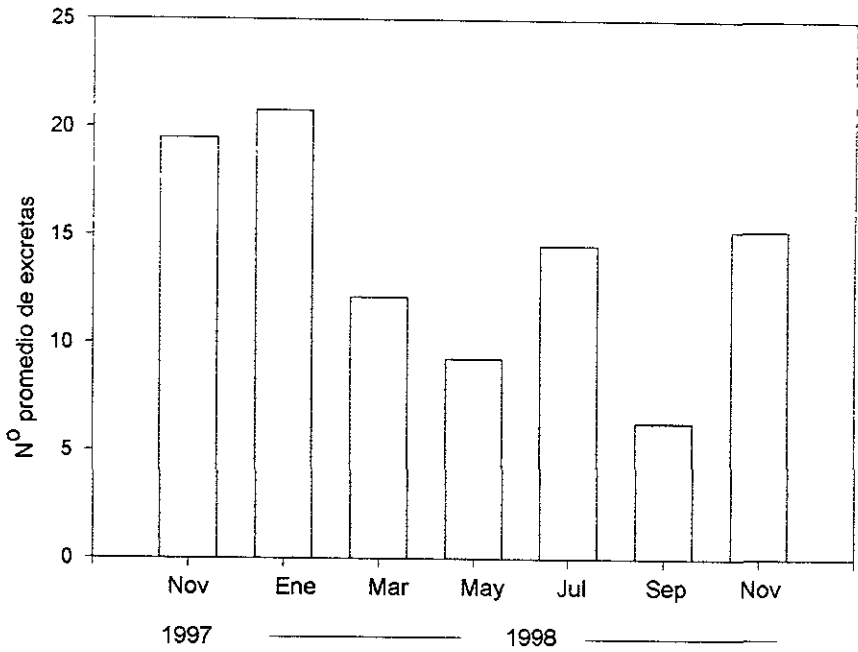


Figura 9. Diferencia en el número promedio de excretas de la liebre de cola negra entre noviembre de 1997 y noviembre de 1998 (g.l. = 6,  $F = 8.53$ ,  $P = 0.010$ ).

## Riesgo a la depredación

Se empleó un análisis de componentes principales para sumarizar en un solo valor por punto las medidas que definieron la estructura de hábitat: densidad, área y altura de leñosas. Los coeficientes que se obtuvieron para las tres variables son: densidad = -0.8, área = 0.805 y altura = 0.115. En este análisis el primer componente principal ( $z_1$ ) explicó el 43.3 % de la variabilidad de los datos. Estos coeficientes fueron usados para dar un valor de estructura de hábitat a cada punto de muestreo (20 puntos por transecto). Con estos valores se determinó mediante un análisis de varianza si la estructura del hábitat es distinta entre los bloques y dentro de ellos.

Se encontraron diferencias entre hábitats (g.l. = 1,  $F = 110.23$ ,  $P < 0.001$ ), pero no dentro de los bloques. La comunidad de pastizal tuvo valores mas altos en estructura de hábitat con respecto a la de matorral (4.240 vs. 2.454). Para conocer cual de los tres factores que describieron la estructura del hábitat (densidad, área y altura de leñosas) contribuyó a explicar esta diferencia, se hicieron tres análisis de varianza considerando cada factor como variable de respuesta. Se encontró que la menor densidad y la mayor área de leñosas en pastizal fueron las dos variables de peso que explicaron las diferencias en la estructura entre los bloques (densidad: g.l. = 1,  $F = 116.78$ ,  $P \leq 0.001$ ; área, g.l. = 1,  $F = 25.91$ ,  $P \leq 0.001$ , Fig. 10). No hubo diferencias significativas entre los bloques con respecto a la altura de las leñosas.

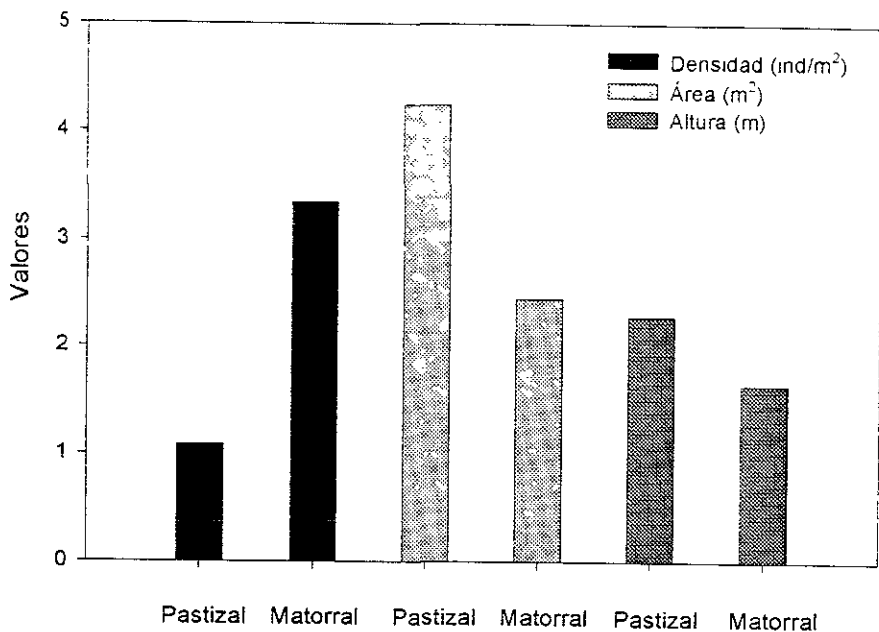


Figura 10 Riesgo a la depredación. Valores de: densidad expresados en individuos/10m<sup>2</sup> (g.l. = 1,  $F = 116.78$ ,  $P \leq 0.001$ ); área expresados en m<sup>2</sup> (g.l. = 1,  $F = 25.91$ ,  $P \leq 0.001$ ) y altura expresados en m (no significativos), de leñosas entre pastizal y matorral.

## Oferta de alimento

La oferta de alimento se determinó empleando el número de puntos de la vegetación presente en cada uno de los transecto (puntos de contacto), los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza para cada grupo de plantas (herbáceas, leñosas y cactáceas). Se encontraron más herbáceas en matorral que en pastizal (g.l. = 1,  $F = 19.11$ ,  $P = 0.005$ , Fig. 11). Hubo diferencias significativas entre las zonas de alta y baja densidad de liebres (g.l. = 1,  $F = 177.72$ ,  $P \leq 0.001$ , Fig. 12). La cantidad de herbáceas resultó significativamente mayor en los meses de septiembre y noviembre de 1998 respecto los cinco meses previos. (g.l. = 6,  $F = 29.05$ ,  $P \leq 0.001$ , Fig. 13).

La zona del matorral presentó mayor número de leñosas respecto a la zona del pastizal (g.l. = 1,  $F = 776.4$ ,  $P \leq 0.001$ , Fig. 11) y hubo más leñosas en las zonas de baja densidad que en las de alta densidad de liebres (g.l. = 1,  $F = 60.33$ ,  $P \leq 0.001$ , Fig. 12). No se observaron diferencias significativas entre los meses.

Se encontró mayor número de cactáceas en matorral que en pastizal (g.l. = 1,  $F = 126.93$ ,  $P \leq 0.001$ , Fig. 11) y más cactáceas en las zonas de alta densidad que en las de baja densidad de liebres (g.l. = 1,  $F = 25.54$ ,  $P = 0.002$ , Fig. 12). No se obtuvieron diferencias significativas entre los meses. Todo esto determina que existe una mayor oferta de alimento en matorral que en pastizal. En las zonas de alta densidad de liebres se observaron más herbáceas y cactáceas, mientras que para las zonas de baja densidad hay un mayor número de leñosas.



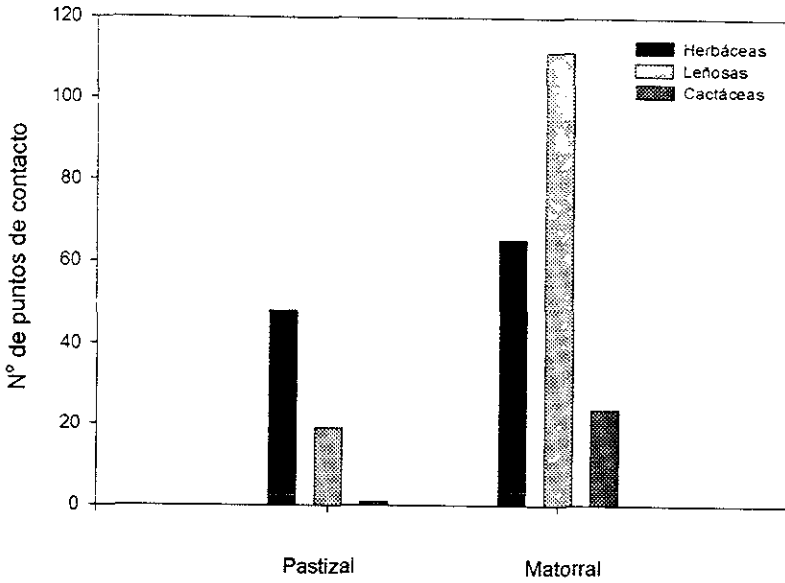


Figura 11. Diferencias del número de puntos de contacto entre pastizal y matorral en: herbáceas (g.l. = 1,  $F = 19.11$ ,  $P = 0.005$ ); leñosas (g.l. = 1,  $F = 776.4$ ,  $P \leq 0.001$ ) y cactáceas (g.l. = 1,  $F = 126.93$ ,  $P \leq 0.001$ ).

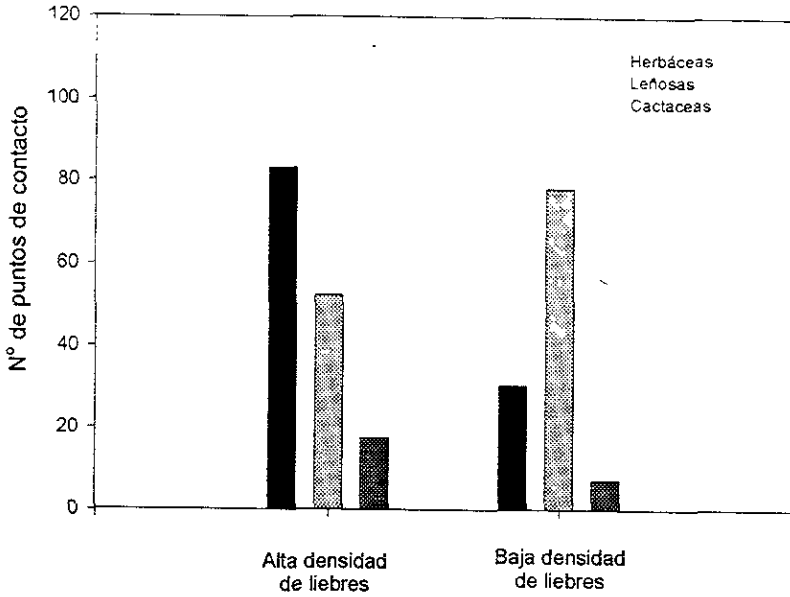


Figura 12. Diferencias del número de puntos de contacto entre zonas de alta y baja densidad de liebres en: herbáceas (g.l. = 1,  $F = 177.72$ ,  $P \leq 0.001$ ); leñosas (g.l. = 1,  $F = 60.33$ ,  $P \leq 0.001$ ) y cactáceas (g.l. = 1,  $F = 731.04$ ,  $P = 0.002$ ).

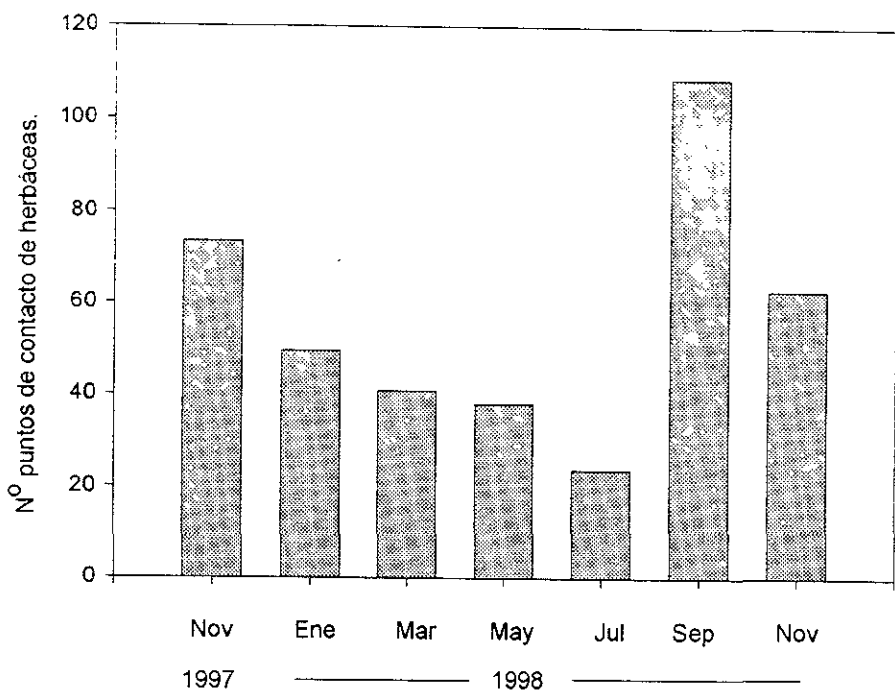


Figura 13. Diferencias entre el número de puntos de contacto de herbáceas a través de los siete meses de colecta de datos (g.l. = 6,  $F = 29.05$ ,  $P \leq 0.001$ ). No hubo diferencias significativas en el tiempo en cuanto a leñosas y cactáceas.

## Herbáceas y Precipitación

De manera complementaria se realizaron tres análisis de correlación con los datos del número de herbáceas y con los valores promedio de la precipitación

En el primer caso se analizaron los valores del número promedio de herbáceas y el valor promedio de la precipitación que correspondía a la fecha del muestreo (por ejemplo: número promedio de herbáceas en noviembre vs. precipitación promedio de noviembre). Respecto al pastizal la correlación no resultó significativa ( $r = 0.084$ ,  $g.l. = 1$ ,  $F = 0.04$ ,  $P = 0.857$ ). Para las herbáceas del matorral la correlación tampoco resultó ser significativa ( $r = 0.42$ ,  $g.l. = 1$ ,  $F = 1.084$ ,  $P = 0.346$ ).

El segundo análisis consistió en los mismos valores promedios de herbáceas y el valor promedio de precipitación que correspondía al mes anterior de la fecha de muestreo (por ejemplo: número promedio de herbáceas en noviembre vs. precipitación promedio de octubre). Para el pastizal la correlación no resultó significativa ( $r = 0.61$ ,  $g.l. = 1$ ,  $F = 2.897$ ,  $P = 0.15$ ). Para las herbáceas de matorral, la correlación tampoco resultó significativa ( $r = 0.70$ ,  $g.l. = 1$ ,  $F = 4.88$ ,  $P = 0.078$ ).

El tercero y último análisis se realizó con los valores promedio del número de herbáceas y con la suma de los valores promedios de ambas precipitaciones (mes anterior al muestreo + mes de muestreo). Ninguna de las correlaciones resultó significativa, teniendo para el pastizal ( $r = 0.34$ ,  $g.l. = 1$ ,  $F = 0.66$ ,  $P = 0.45$ ) y para el matorral ( $r = 0.58$ ,  $g.l. = 1$ ,  $F = 2.56$ ,  $P = 0.17$ ).

## Discusión

Cabe aclarar que los números de excretas registrados no fueron empleados como índices de estimación de densidades, más bien fueron utilizados como indicadores espaciales y temporales de presencia y uso de las liebres en las distintas comunidades vegetales (Hulbert et al 1996)

Los resultados del análisis de uso de hábitat a través del número de excretas de las liebres, fueron simplemente comparados con los resultados encontrados en las estimaciones de densidades de liebres mediante los conteos nocturnos ("Mamíferos nativos e introducidos en dos comunidades del Desierto Chihuahuense" proyecto CONACyT, 903- 04), en cuyo caso fue aplicado el análisis de la probabilidad de detección de los individuos (Buckland et al. 1993).

Esta comparación del número de excretas es consistente con lo que se observó en dicho trabajo, en donde existe una mayor densidad de liebres en el pastizal (42 ind/km<sup>2</sup>) con respecto al matorral (17 ind/km<sup>2</sup>).

Las diferencias en densidades, presencia y uso de las diferentes comunidades vegetales, indican que la liebre de cola negra no explota los recursos de manera uniforme, por lo que cada comunidad vegetal es usada de diferente manera, existiendo así zonas de mayor y de menor concentración de liebres, lo cual coincide con trabajos previos respecto a esta variación en la explotación de los recursos (Hayden 1966; Hansen y Flinders 1969; Griffing y Davis 1976; Westoby 1980; Dunn et al. 1982; Johnson y Peek 1984).

Actualmente en el Desierto Chihuahuense, se ha observado una transición en la vegetación, es decir, una creciente y marcada dominancia de los arbustos sobre los pastos, esto como resultado de la combinación de los fenómenos naturales y la influencia de las actividades humanas (Buffington y Herbel 1965). Este fenómeno de desertificación da como resultado áreas que presentan una combinación de

recursos y son denominadas como "islas de fertilidad" (Schlesinger *et al* 1990), dadas por la concentración espacial de los recursos, principalmente la limitación de los nutrientes minerales (Westoby *et al* 1989).

De acuerdo al trabajo de Alipayou *et al.* (1993<sup>a</sup>), la liebre de cola negra muestra una preferencia por hábitats distribuidos en mosaicos de pastos y arbustos más que por zonas exclusivas de sólo pastos o arbustos. Esta combinación en el paisaje les provee de una mayor diversidad de recursos alimenticios y al mismo tiempo les proporciona una cierta cobertura ventajosa de protección. Por lo que finalmente Alipayou concluye que estos dos factores representan los principales parámetros en la selección de un hábitat para la liebre de cola negra.

Para el caso de los sitios de muestreo de este trabajo, la comunidad vegetal de pastizal aparentemente ofrece una limitada cantidad de recursos alimenticios para las liebres, siendo representado casi exclusivamente por una mayor disponibilidad de pastos, sin embargo, es en donde existe una mayor frecuencia de uso. En esta comunidad la vegetación de leñosas es menos densa, por lo que la estructura resulta en zonas o parches más abiertos, de esta forma las liebres tendrán mayor éxito en la detección de los depredadores.

Además de la densidad de leñosas, la superficie arbórea es también un factor importante en la caracterización de un hábitat contra los depredadores (Cox *et al* 1997), lo que ha llegado a resumirse como la utilización de microhábitats (Brown y Litvaitis 1995).

Pese a la menor densidad de leñosas, las liebres logran esconderse del depredador aprovechando los árboles y arbustos que presentan una mayor superficie arbórea, los cuales probablemente tienen esta característica debido a una menor competencia por espacio y nutrientes entre ellos. Los mejores refugios están representados por arbustos con amplia superficie arbórea, quienes también contribuyen a proteger a las liebres de factores climáticos como los rayos del sol y

las fuertes corrientes de viento que entorpecen la captación de sonidos que representen peligro, con ello se reducen el gasto de energía en controlar otras variables y por lo tanto se logra maximizar la energía para el estado de alerta y escape (Alipayou *et al.* 1993<sup>a</sup>)

El siguiente nivel de selección es por alimento y se sabe que la dieta principal de las liebres consiste en pastos (*Bouteloa sp*) y plantas suculentas, incluyendo varias especies de nopal (*Opuntia spp*) durante los meses calurosos y lluviosos y cambia a arbustos como el mezquite (*Prosopis sp*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*) durante el invierno (Chapman y Feldhamer 1982; Hoagland 1992; Best 1996).

Los resultados de este trabajo indican que precisamente en las zonas de alta densidad de liebres es en donde se encontró un mayor número de herbáceas y de cactáceas. La disponibilidad de las plantas depende principalmente de las estaciones anuales, por lo que la alimentación de las liebres se da gracias a estos ciclos.

En el trabajo de Alipayou *et al.* (1993<sup>b</sup>), se realizó un análisis microhistológico de las excretas de las liebres para obtener el porcentaje de la composición vegetal a lo largo del verano y del invierno. Para el verano los pastos representaron la mayor relación con el 38%, le siguieron los arbustos con 32% y finalmente las hierbas con el 30%. Comparados con el invierno la relación de los porcentajes se invierten, presentado mayor incidencia de arbustos con un 55%, le siguen las hierbas, las cuales conservaron la relación entre ambos periodos con 30% y finalmente los pastos con un 15%.

En verano las liebres requieren de mayor cantidad de agua respecto a las demás estaciones, esto relacionado obviamente con el aumento de la temperatura en el ambiente y por lo tanto a la necesidad de mantenerse frescas. De acuerdo con Best (1996), los requerimientos de agua estimados son por lo menos de 120ml agua/kg/día, por lo que, además de las fuentes naturales de agua, su dieta muestra

una preferencia por vegetales suculentos, es decir cactáceas, lo que las provee de hasta un 68% de agua al día.

En adición a lo anterior, Nagy *et al* (1976) afirman que las liebres son capaces de regular la pérdida de agua por evaporación a través de mecanismos fisiológicos. Se ha observado que la liebre de cola negra exhibe un cambio diurno de temperatura corporal. Una liebre adulta en descanso tiene una temperatura corporal de 37 a 38°C. Para mantener la temperatura corporal normalmente requieren de considerables cantidades de agua para el enfriamiento evaporativo, sin embargo, evitan esta demanda de agua incrementando la temperatura corporal a 41°C durante las horas más calurosas, con esta estrategia almacenan el calor que de otra manera tendría que ser dispersado. Así mismo, las liebres poseen algunas adaptaciones para concentrar la orina y reducir una pérdida adicional de agua, esto puede ser logrado a través de la precipitación de sales de calcio en la orina.

Las liebres también pueden reducir la pérdida de agua excretando heces secas. La pérdida de agua fecal fue estimada en no más que el 15% de la pérdida total de agua. Otra adaptación fisiológica para perder calor es incrementar el flujo sanguíneo en las orejas, la cual resulta en una mayor pérdida convectiva y radiativa (Chapman y Feldhamer 1982).

En el caso de las zonas con menor densidad de liebres, se presentó un mayor número de leñosas, lo cual concuerda con lo que mencionan Taylor y Lay (1944) así como Alipayou *et al*. (1993<sup>a</sup>), en cuyos trabajos observaron que las liebres son poco comunes o prácticamente ausentes en áreas caracterizadas por altas densidades de arbustos. Pese a que las liebres son ramoneadoras de arbustos, estos son consumidos mayormente en las primeras etapas de crecimiento o en sus nuevos brotes (Dunn *et al* 1982), esto coincide también con las observaciones hechas por Chacón (1998), en su trabajo realizado en zonas aledañas a los sitios muestreados en este trabajo.



De acuerdo con el trabajo de Beatley (1969), la alimentación por brotes representa también una fuente de agua, pero sobre todo de derivados esenciales para la alimentación, especialmente vitaminas, cuyo material fresco de estas plantas influye grandemente en el papel fisiológico de la reproducción.

Existe la suposición de que al ramonear los brotes, las liebres participan en la arquitectura de la vegetación, favoreciéndolas a largo plazo al lograr despejar ciertas áreas y mantener así aquellos ambientes abiertos que resultan un tipo conveniente de estructura (Alipayou *et al.* 1993<sup>a</sup>)

Sólo se encontraron diferencias en la cantidad de herbáceas respecto al tiempo y en el número de excretas también respecto al tiempo. La respuesta de los pastos y hierbas se da gracias a la variación estacional, dicha respuesta es más conspicua que la de los arbustos, por lo que resulta clara esta tendencia observada (Gutiérrez y Whitford 1987). Al mismo tiempo, una mayor cantidad de herbáceas se refleja en una mayor intensidad de uso de dicho recurso y por lo tanto en el incremento del número de excretas encontradas (Hulbert *et al.* 1996).

Los resultados de este estudio solo abarcan un año y no se pueden hacer extrapolaciones de la respuesta de las comunidades en relación con la precipitación o la respuesta y cambio de las comunidades vegetales y animales debidos a las lluvias u otros fenómenos climáticos. No obstante, ciertos trabajos mencionan que los patrones de precipitación son cruciales en la expansión de la estructura de las comunidades en ambientes áridos (Noy-Meir 1973; Laycock 1991). Un estudio realizado al sur de Nevada indica que existe una correlación entre la precipitación y la abundancia de anuales de invierno (Beatley 1969).

En este estudio, la correlación entre la abundancia de herbáceas en pastizal y matorral con la precipitación no fue significativa ni considerando el mismo mes de precipitación, ni un mes anterior, ni la acumulación de lluvias en los dos meses. Esta diferencia de resultados posiblemente se debe a que es necesario prolongar el

tiempo de muestreo para poder conocer como responden los diferentes grupos vegetales a las precipitaciones de invierno y verano en esta parte del Desierto Chihuahuense

En el trabajo de Gutiérrez y Whitford (1987), mencionan que las lluvias afectan de manera distinta a la vegetación, ya sea incrementando la biomasa o incrementando la densidad, esto se debe a una suma compleja de factores importantes como la eficiencia fotosintética de las plantas  $C_4$  y  $C_3$  así como a la disponibilidad de minerales importantes, principalmente el nitrógeno. Este elemento presenta diversas tasas de fijación respecto a las características del suelo y a las diversas constituciones de las raíces, además, en este trabajo se enfatiza que la respuesta de las plantas a la humedad en el ambiente y en el suelo, no es mas que el resultado acumulado de estaciones, que pueden resultar en ciclos estacionales, semestrales o incluso anuales.

Entre la abundancia de excretas y el número de herbáceas, no existió ninguna relación. De acuerdo a nuestros resultados las liebres eligen de manera prioritaria sitios seguros, si un sitio es seguro para vivir, ofrecerá distintas fuentes potenciales de alimento, no siendo limitado exclusivamente por los pastos, sino ofreciendo otras alternativas como las leñosas y las cactáceas.

## Conclusiones

La aplicación de la teoría de forrajeo óptimo permitió la evaluación de dos de los procesos fundamentales en la selección de un hábitat, en donde definitivamente la selección de un hábitat ocurre principalmente como un balance entre el riesgo a ser depredado y las características de estructura y abundancia del alimento.

En el caso de este trabajo la principal atención se enfoca en el factor depredación como un elemento que determina la selección de sitios para poder llevar a cabo la alimentación de una manera segura, con lo que las predicciones resultan correctas en ambos sentidos:

1) La liebre de cola negra selecciona, a gran escala, hábitats en donde el riesgo a la depredación es menor, como ocurre en el pastizal. Estas zonas abiertas ofrecen una estructura de hábitat que les permite detectar al depredador y escapar más rápidamente, haciéndolas zonas de mayor uso

2) Dentro de los dos diferentes hábitats la selección se hizo en cuanto a la oferta de alimento, siendo la abundancia de herbáceas la que favoreció a esta selección

El objetivo de este trabajo se cumplió favorablemente por lo que la hipótesis queda apoyada:

*“En la elección del hábitat la liebre de cola negra considera a la estructura de la vegetación como indicador del nivel de riesgo de depredación, así como al factor alimento (cantidad y calidad)”.*

Es importante considerar que éste trabajo representa un análisis de tiempo y espacio determinados con resultados particulares del momento y lugar señalados, por lo tanto, la generalidad de algunas de las situaciones queda sustentada y apoyada por los trabajos previos citados en este documento.

## Literatura Citada

- Alipayou, D., J. Holechek, R. Valdez, A. Tembo, L. Saiwana, M. Fusco y M. Cardenas 1993<sup>a</sup>. Jackrabbit densities on fair and good condition Chihuahuan desert range. *Journal of Range Manage*, 46(6): 524-528.
- Alipayou, D., J. L. Holecher, R. Valdez, A. Tembo, L. Saiwana, M. Rusco y M. Cardenas 1993<sup>b</sup>. Range condition influences on Chihuahuan Desert cattle and jackrabbit diets. *Journal of Range Management*, 46(4): 296-301.
- Alcock, J. 1978. *Comportamiento Animal*. Salvat Editores. España. 588 pp.
- Anderson, J. E. y M. L. Shumar. 1986. Impacts of black-tailed jackrabbits at peak population densities on sagebrush-steppe vegetation. *Journal of Range Management*, 39: 152-156.
- Arnold, J. F. y H. G. Reynolds. 1943. Dropping of Arizona and antelope jack rabbits and the "pellets census". *The Journal of Wildlife Management*, 7: 322-327
- Beatley, J. C. 1969. Dependence of desert rodents on winter annuals and precipitation. *Ecology*, 50(4): 721-724.
- Best, L. T. 1996. *Lepus californicus*. American Society of Mammalogists. *Mammalian Species*, 530: 1-10.
- Brown, J. S. 1988. Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk and competition. *Behav Ecol Sociobiol*, 23:27-43.
- Brown, J. S. 1992. Patch use under predation risk: I models and predictions. *Annales Zoologici Fennici*, 29: 301-309.

- Brown, J. S. y P. U. Alkon. 1990. Testing values of crested porcupine habitats by experimental food patches. *Oecologia*, 83: 512-518.
- Brown, S. J., P. B. Kotler y W. A. Mitchell. 1994<sup>a</sup>. Foraging theory, patch use, and the structure of negev desert granivore community. *Ecology*, 75(8): 2286-2300.
- Brown, S. J., P. B. Kotler y C. Valone. 1994<sup>b</sup>. Foraging under predation: a comparison of energetic and predation in rodents communities. *Ecology*, 76(4): 1190-1213.
- Brown, A. L. y J. A. Litvaitis. 1995. Habitat features associated with predation of New England cottontails: What scale is appropriate? *Canadian Journal Zoology*, 73: 1005-1011.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. y Laake, J.L. 1993. Distance sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, Londres. 446 pp.
- Buffington, L. C. y C. H. Herbel. 1965. Vegetational changes on a semidesert grassland range from 1858 to 1963. *Ecology Monographic*, 35: 139-164.
- Cassini, M. H. 1994. Behavioral mechanisms of selection of diet components and their ecological implications in herbivorous mammals. *Journal of Mammalogy* 75(3): 733-740.
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Limusa e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 299 pp.

- Chacón, M. A. y J. P. López-Portillo. 1998. VII Congreso Latinoamericano de Botánica. XIV Congreso Mexicano de Botánica. Diversidad y conservación de los recursos vegetales en Latinoamérica (libro de resúmenes). México D. F. pag. 111
- Chapman, A. J. y A. G. Feldhamer, 1982. Wild mammals of north America, biology, management, economics. The John Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. United States of America.
- Chapman, J. A. y C. J. Flux (Eds). 1990. Rabbits, hares and pikas: status survey and conservation Action Plan. IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group. WWF Switzerland. 168 pp.
- Clark, F. W. 1972. Influence of jackrabbit density on coyote population change. *The Journal of Wildlife Management*, 36:343-356.
- Clark, D. O. 1975. Vertebrate pest control handbook. Department of Food and Agriculture. Sacramento, California. 300pp.
- Cole, L. C. 1960. Competitive exclusion. *Science* 132: 348-349.
- CONACYT. 1998. Efecto de mamíferos nativos e introducidos sobre la composición y estructura de dos comunidades vegetales en el Desierto Chihuahuense. Proyecto 1843P-N9507. Responsable del proyecto: Dra. Lucina Hernández (Investigadora).
- Cornet, A. 1988. Principales características climáticas. pag. 47-76. *In* C. Montaña (Ed.). Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Ambiente natural y humano. Instituto de Ecología, A.C. México. 290 pp.

- Cottam, G., Curtis, J. T., y Hale, B. W. 1953 Some sampling characteristics of a population of randomly dispersed individuals. *Ecology* 34: 741-757.
- Cottam, G. y Curtis, J. T. 1956 The use of distance methods in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- Cox, W. E., G. A. Robert y C. R. John. 1997 Effect of supplemental cover on survival of snowshoe hares and cottontail rabbits in patchy habitat. *Canadian Journal Zoology*, 75: 1357-1363
- Davis, C. A., Medlin, J. A y Griffing, J. P. 1975 Abundance of black-tailed jackrabbits, desert cottontail rabbits, and coyotes in southeastern New Mexico. New Mexico State University Agric. Exp. Stn. Res. Rep. 293 pp.
- Delibes, M., L. Hernández y F. Hiraldo. 1986. Datos preliminares sobre la ecología del coyote y el gato montés en el sur del Desierto de chihuahua, México. *Historia Natural* 6(9): 77-82.
- Dill, L. M. y A. H. G. Fraser. 1984: Risk of predation and the feeding behavior of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 16: 65-71.
- Dunn, J. P., J. A. Chapman y R. E. Marsh. 1982 jackrabbits: *Lepus californicus* and allies. Pp. 124- 145. *In* Wild mammals of North America: Biology, management, and economics (J. A. Chapman and G. A. Feldhamer, eds.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. 1147 pp.
- Garland, T. Jr. 1983. The relations between maximal running speed and body mass in terrestrial mammals. *Journal of Zoology (London)* 199: 157-170.

- Gilliam, J. F. y D. F. Fraser. 1987. Habitat selection under predation hazard: test of a model with foraging minnows. *Ecology*, 68: 1856-1862.
- Gutierrez, R. J. y W. G. Whitford. 1987. Chihuahuan desert annuals: importance of water and nitrogen. *Ecology*, 68(6): 2032-2045.
- Griffing, J. P. y C. A. Davis. 1976. Black-tailed jackrabbits in southeastern New Mexico: population structure, reproduction, feeding, and use of forms. New Mexico State University. Agricultural Experiment Station. Research Report. 318: 1-4.
- Gross, J. E., Stoddart, L. C. y Wagner, F. H. 1974. Demographic analysis of northern Utah population. *Wildlife Monographs*, 40: 1-68.
- Grubb, T. C. y L. Greenwald. 1982. Sparrows and brushpile: foraging responses to different combinations of predation risk and energy cost. *Animal Behaviour*, 30: 637-640.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sons. New York. 1: 1-600.
- Hansen, R. M. y J. T., Flinders. 1969. Food habits of North American hares. *Range Sci. Dep. Sci. Ser. 1*. Colorado State University, Fort Collins. 17pp.
- Hayden, P. 1966. Food habits of the black-tailed jackrabbit in southern Nevada. *Journal Mammalian*, 47(1): 42-46.
- Hernández, L., M. Delibes y E. Ezcurra. 1993. Activity pattern, home range and habitat preference by coyotes (*Canis latrans*) in the Mapimi Biosphere Reserve of the Chihuahuan Desert, Mexico. *Doñana Acta Vertebrata*, 20: 276-283.



- Hernandez L. y M. Delibes. 1994. Seasonal food habits of coyotes, *Canis latrans* in Bolson de Mapimi. Southern Chihuahuan Desert, Mexico. *Z. Säugetierkunde* 59: 82-86.
- Hoagland, D. B. 1992. Feeding ecology of an insular population of the black-tailed jackrabbit (*Lepus californicus*) in the gulf of California. *The Southwestern Naturalist*, 37(3): 280-286.
- Hoeffmeister, D. F. 1986. *Mammals of Arizona*. The University of Arizona Press and The Arizona Game and Fish Department (Tucson). 620 pp.
- Holmes, W.G. 1984. Predation risk and foraging behavior of the hoary marmot in Alaska. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 15: 293-301.
- Hulbert, I. A., G. R. Iason y P. A. Racey. 1996. Habitat utilization in a stratified alpine landscape by two lagomorphs with different feeding strategies. *Journal of Applied Ecology*. 33: 315-324.
- Johnson, D. R., y J. M. Peek. 1984. The black-tailed jackrabbit in Idaho: Life history, population dynamics and control. University of Idaho. College of Agriculture Cooperative Extension Service Bulletin, 637: 1- 16.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers, New York. 650 pp.
- Krebs, C. J., Boutin, S., Boonstra, R., Sinclair, A. R. E., Smith, J. N. M., Dale, M. R. T., Martin, K. Y. Turkington, R. 1995. Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle. *Science*, 269: 1112- 1115.
- Kolter, B. P. y R. D. Hoyt. 1989. Predation and competition: the interaction of two types of species interactions. *Oikos*, 54: 256-260.

- Kotler, B. P. 1992. Behavioral resource depression and decaying perceived predation in two species of coexisting gerbils. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 30: 239-244.
- Kotler, B. P. y L. Blaustein, 1995. Titrating food and safety in a heterogenous environment: when are the risk and safe patches of equal value? *Oikos*, 74: 251-258.
- Laycock, W. A. 1991. Stable states and thresholds of range conditions on North American rangelands. *Journal Range Manage*, 44: 427-433.
- Lima, S. L. 1985. Maximizing feeding efficiency and minimizing time exposed to predators: a trade-off in the black-capped chickadee. *Oecologia*, 66: 60-67.
- Lima, S. L. y L. M. Dill. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68: 619-640.
- Moody, A. L., A. I. Houston y J. M. McNamara. 1996. Ideal free distributions under predation risk. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 38: 131-143.
- Milinski, M. y R. Heller. 1978. Influence of a predator on the optimal foraging behavior of sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.). *Nature*, 275: 642-644.
- Montaña, C. 1988. Las formaciones vegetales. In C. Montaña (Ed.), *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Ambiente natural y humano*. Instituto de Ecología A.C. México. pag. 167-197.
- Mysterud, A. y R. I. Anker. 1997. Functional responses in habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology*, 79(4): 1435-1441.

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Nagy K. A. V. H. Shoemaker y W. R. Costa. 1976. Water, electrolyte, and nitrogen budgets of jackrabbit (*Lepus californicus*) in the Mojave Desert. *Physiological Zoology*, 49: 351-63.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and procedures. *Annual Review Ecology Systematic* 4: 25-51.
- Schlesinger, W. H., J. F. Reynolds, G. L. Cunningham, L. F. Hueneke, W. M. Jarrel, R. A. Virginia y W. G. Whitford. 1990. Biological feed-backs in global desertification. *Science*, 247: 1043-1048.
- Sih, A. 1980. Optimal behavior: can foragers balance two conflicting demands? *Science* 210:1041-1043.
- Sih, A. 1982. Foraging strategies and the avoidance of predation by an aquatic insect, *Notonecta hoffmanni*. *Ecology*, 63: 786-196.
- Sih, A., J. Krupa y S. Travers. 1990. An experimental study on the effects of predation risk and feeding regime on the mating behavior of the water strider. *American Naturalist*, 135: 284-290.
- Stephens, D. W. y J. R. Krebs. 1986. *Foraging Theory*. Princeton University Press. EUA. 247 pp.
- Taylor, W. P. y D. W. Lay. 1944. Ecology niches occupied by rabbits in eastern Texas. *Ecology*, 25: 120-121.
- Westoby, M. 1980. Black-tailed jack rabbit diets en Curlew Valley, northern Utah. *The Journal of Wildlife Management*, 44: 942- 948.

- Westoby, M. B. Walker I Noy-Meir 1989 Opportunistic management for rangelands not at equilibrium Journal Range Manage. 43 266-274
- Zabala, H. J. 1986 Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación Cuadernos de divulgación No 26 INIREB, Xalapa, Veracruz. pag 22-27