



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

USO DE HÁBITAT POR DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS DE
LAGOMORFOS EN TRES ASOCIACIONES VEGETALES DEL
PARQUE NACIONAL LA MALINCHE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

ANA MARÍA CLAVIJO GUTIÉRREZ

TUTOR

DR. ARMANDO JESÚS MARTÍNEZ CHACÓN

2007





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alimno
Clavijo
Gutiérrez
Ana María
56507270
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
097387060
2. Datos del tutor
Dr.
Armando Jesús
Martínez
Chacón
3. Datos del sinodal 1
Dr.
Zenón
Cano
Santana
4. Datos del sinodal 2
Dr.
José Antonio
Guerrero
Henríquez
5. Datos del sinodal 3
Dra.
Gloria Luz
Portales
Betancourt
6. Datos del sinodal 4.
M. en C.
José Ignacio
Fernández
Méndez

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue posible gracias a la colaboración y apoyo de varias personas. Primero agradezco de manera particular a mi tutor el Dr. Armando Jesús Martínez Chacón, por su apoyo y paciencia que tuvo conmigo en la elaboración de esta investigación. Igualmente agradezco al comité revisor de mi tesis, por darme sus valiosas aportaciones para el mejoramiento de esta tesis. Agradezco infinitamente al Dr. Zenón Cano Santa por motivarme y apoyarme, por sus sabios consejos, por sus clases apasionantes de ecología en la Facultad de Ciencias, por encaminarme a esta fascinante ciencia. A la Dra. Gloria Luz Portales Betancourt, por sus apreciables observaciones que mejoraron en mucho este trabajo y además por sus atinados consejos. Al M. en C. José Ignacio Fernández Méndez, por su tiempo para explicarme los análisis estadísticos de esta tesis, por sus clases de Modelación Matemática en la Facultad de Ciencia y por tu valiosa contribución en la mejoría de este trabajo al Dr. José Antonio Guerrero, por hacerme el honor de aceptar ser mi sinodal. También quiero agradecer al M. en C. Iván Castellanos, por sus valiosas palabras que me motivaron. A todos, por mostrarme el lado profesional pero también el lado humano de la ciencia.

A mi familia, especialmente a mis papás Rosa y José Luis, por su apoyo incondicional, por sus sabios consejos, por que sin su impulso, optimismo e interés en mi educación, hubiera sido imposible el llegar a este punto. A mis hermanas Lidia y Karla, por su amistad y por haberme apoyado en todo momento. A mis sobrinitos Midory Renné y Charbel, por darme la oportunidad de participar en sus juegos inocentes y por darme momentos de alegría y felicidad.

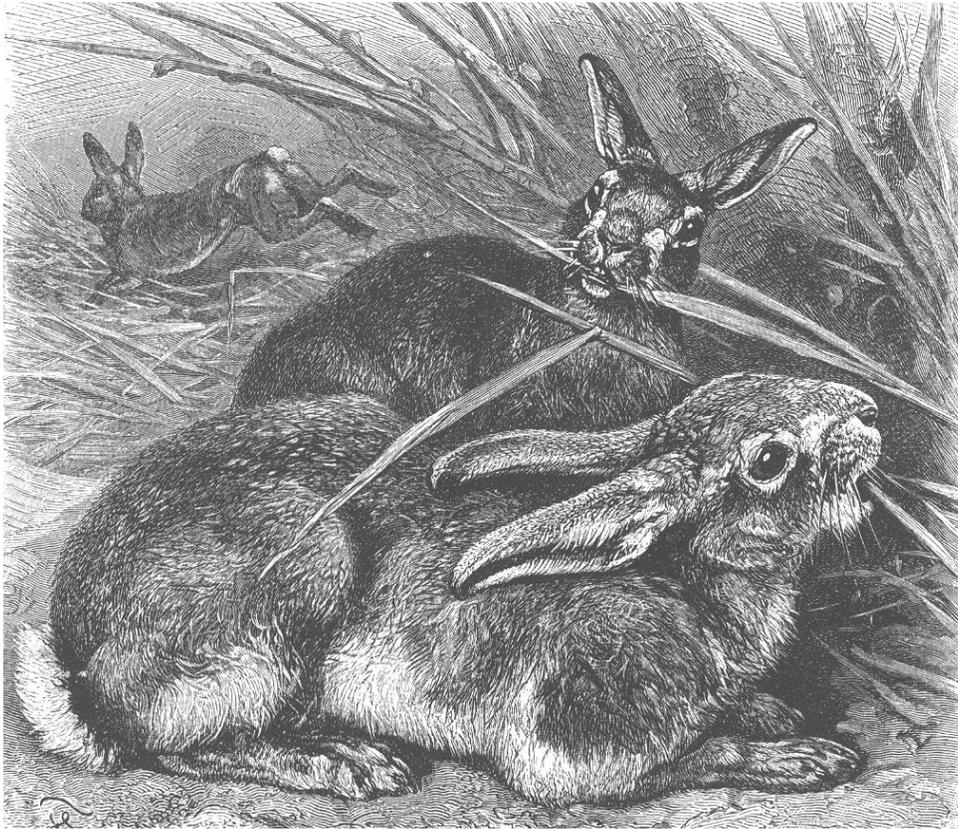
A todos mis amigos, en especial a la bióloga Angie por tu comprensión y consejos, por los momentos apasionantes tanto en los exámenes de matemáticas en el CCH-Sur, en las clases y prácticas de campo que tuvimos juntas en la carrera y en La Malinche. A mis amigos y compañeros de la Facultad de Ciencias y en especial a Gaby, Yahaira, Carmen, Joel e Itzel. A mis amigos becarios del museo de la ciencias UNIVERSUM, por el entusiasmo que disfrutamos juntos al momento de ser participes en la divulgación de la ciencia, en especial quiero agradecer a mis amigos Ixchel, Ismael, Berenice, Luz María, Uriel, Mauricio, Alex, José Juan, Gema, Anita, Pedro, todos son muy importantes para mí. Finalmente quiero agradecer a mi querido amigo Valentín por tu apoyo leal.

Al equipo de trabajo del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta por sus facilidades otorgadas durante las estancias en la Malinche: a la Dra. Margarita Martínez Gomez, al Dr. Carlos Lara, a la bióloga Jessy por tu amistad y ayuda a mi trabajo de campo, a Robert por acompañarme en esta etapa de la tesis, a George, Luisa, Bernardo, Tobe y Mine por su don de servicio y atención que tuvieron conmigo en cada momento en el campo, por ayudarme a la realización de los muestreos, por los conteos matutinos de los conejos, por el muestreo de las excretas, por la medición de la cobertura vegetal de los zacatonales, y finalmente por todas esas noches frías, con lluvia y a veces con aullidos de coyotes, que velábamos juntos en La Malinche. Sin olvidar por su puesto a mí muy querido amigo Alex (el Kinkin), quien muy amablemente me apoyo en el transporte de la última salida a campo.

A todos, ¡Muchas gracias!

Este trabajo fue financiado por la beca del proyecto “Dinámica poblacional y uso de hábitat del conejo endémico *Sylvilagus cunicularius* en el Parque Nacional La Malinche TLAX-2003-C02-12328” y el apoyo parcial del proyecto titulado “Comportamiento del forrajeo y ecofisiología de los lagomorfos bajo un enfoque de autocorrelación espacial y temporal en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango SEP-CONACYT-2003-CO-43838.

*Con cariño a mi familia:
A mis padres por sus consejos
a mis hermanas por su amistad
y apoyo y a mis sobrinitos
por su inocencia y alegría.
y alegría.*



ÍNDICE	Página
ÍNDICE	I
RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Definición de hábitat	3
2.2 Estudios de uso de hábitat en mamíferos	4
2.3 Métodos indirectos para el análisis del uso de hábitat.....	4
2.4 Estructura y uso de hábitat por lagomorfos	5
3. OBJETIVOS	8
4. ESPECIES DE ESTUDIO	9
4.1 <i>Sylvilagus cunicularius</i>	9
4.2 <i>Sylvilagus floridanus</i>	9
5. ÁREA DE ESTUDIO	10
6. MÉTODOS	12
6.1 Uso de hábitat	12
6.2 Estructura de hábitat	13
6.3 Abundancia de lagomorfos	14
6.4 Análisis estadísticos.....	15
7. RESULTADOS	15
7.1 Uso de hábitat	15
7.2 Estructura de hábitat	21
7.3 Abundancia de lagomorfos	24
8. DISCUSIÓN	25
9. CONCLUSIONES	30
10. LITERATURA CITADA	31
11. APÉNDICE	37
11.1 Apéndice 1.....	37
11.2 Apéndice 2.....	38

Clavijo-Gutiérrez, A. M. 2007. Uso de hábitat por dos especies simpátricas de lagomorfos en tres asociaciones vegetales del parque nacional “La Malinche”. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

RESUMEN

Los lagomorfos seleccionan y usa el hábitat en función al conjunto de elementos tanto bióticos como abióticos, los cuales influyen directamente sobre las decisiones y comportamiento de los animales para preferir determinados tipos de hábitat. El objetivo de esta tesis fue comparar el uso del hábitat de dos especies simpátricas de *Sylvilagus* y su relación con la estructura del microhábitat en tres diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional “La Malinche”. Para ello, se trazaron al azar dos transectos de 100 m de longitud por 2 m de ancho, cada transecto tenía ubicados diez puntos fijos que se situaron a una separación de 10 m y en estos puntos se delimitaron cuadros de 4 m², dentro de cada área se cuantificó trimestralmente la biomasa, densidad y tamaño de las excretas de las dos especies de lepóridos. Asimismo, se determinó la estructura vegetal en la época de lluvias y secas en cada microhábitat y se realizaron recorridos matutinos en cada ambiente abarcando una distancia de 1.5 km para determinar mediante observaciones directas el conteo de individuos de lagomorfos asociados a cada tipo de vegetación. El conejo montés *S. cunicularius* deposita mayor cantidad de excretas en la zona de pastizal y zona de transición, en cambio el conejo castellano *S. floridanus* lo hace en la zona de transición. Asimismo, hubo una interacción significativo de lagomorfos por el tipo de hábitat por fecha en que son depositadas las excreta, lo cual indica variación espacio-temporal en cuanto al uso del hábitat, aspecto que se relaciona con la estructura vegetal del microhábitat. Hubo una menor cantidad de lagomorfos en la zona boscosa, en contraste con la del pastizal que en la zona de transición. Las dos especies usaron de forma distinta el hábitat dependiendo de la estructura vegetal, lo que puede estar estrechamente relacionado con aspectos de refugio y rutas de escape para protección en contra de los depredadores o con la disponibilidad de alimento. Los resultados indican que los requerimientos de *S. cunicularius* son muy específicos en cuanto a las características del microhábitat, en tanto que *S. floridanus* usa más la zona de transición, la cual esta sujeta a cambios por manejo agrícola y cacería furtiva.

Palabras clave: Uso de hábitat, microhábitat, abundancia de lagomorfos, *Sylvilagus cunicularius*, *S. floridanus*, cuantificación de excretas, cobertura vegetal.

SUMMARY

Lagomorphs select and use the habitat in function of the influence the factors biotic and abiotic, which directly influence the decisions and the behavior of the animals to prefer habitat. The aim of this thesis was to compare the use of the habitat of two species sympatric of *Sylvilagus*, and its relation with the structure of the microhabitat in three types of the vegetation of the National Park “La Malinche”. For this, situated two transects of 100 m of the length by 2 m of wide were located at random in grassland, zone transition and woodland. Each transect had located in ten fixed plots of 4 m² with a separation of 10 m between quadrants of the sampling. In these areas quantified the biomass, density and the size of fecal pellets them of the two species of leporids. Also, the vegetal structure was determined between the seasonal of rain and the seasonal of drought in each microhabitat and plots. In pathway of 1.5 kilometers in the three types of vegetation, we count the number of rabbits observed during two monthly morning samplings of June of 2004 to June of 2005. The wild rabbit *S. cunicularius* deposits more fecal pellets in the grassland and the zone of the transition. Nevertheless, cottontail rabbit *S. floridanus* deposited more fecal pellets in the site transition. There is a significant interaction of the species of rabbits by the type of habitat and by the climatic station in which they are deposited the fecal pellets, this indicates space-temporary variation in the habitat use, aspect associated to the vegetal structure of the microhabitat. The count of rabbits indicates a minor number of leporids in woodland, contrasting whit the zone of grassland and transition in where more rabbits were observed frequently. The two species of rabbits used of differing forms the habitat depending on the vegetal structure but *S. cunicularius* necessitate characteristics of the microhabitat more specific than *S. floridanus* which use more the zone of the transition in where there is agricultural management and furtive hunting.

Keywords: Habitat use, microhabitat, rabbit abundance, *Sylvilagus cunicularius*, *S. floridanus*, quantity pellets, vegetation structure,

1. INTRODUCCIÓN

La fauna silvestre selecciona y usa el hábitat en función de las condiciones tanto bióticas como abióticas que lo integran, componentes que influyen directamente sobre las decisiones y comportamiento de los animales. Así, en un ambiente heterogéneo el “forrajeador” tiene la posibilidad de seleccionar entre distintos hábitat en lo cuales puede desarrollar sus actividades, aunque para ello depende de características como cantidad y calidad de los recursos así como de la protección en contra de los depredadores (Wywiałowsky 1987; Rangely y Kramer 1998). Este proceso depende a su vez de cómo cada especie percibe estos atributos del hábitat o parche, lo que ocasiona variaciones sobre la preferencia y uso de un ambiente determinado (Rosenzweig 1981; Brown 1988; Brown *et al.*, 1999). Esta situaciones asocia al hecho de que los animales presentan distintas estrategias para aumentar o reducir el uso de determinados tipos de hábitat y esto evidentemente implica cambios conductuales para afrontar las condiciones ambientales (Alcock 2005; Stephens y Krebs 1986).

Este proceso de selección y uso de hábitat por parte de los animales se puede fundamentar en relación a la teoría del “forrajeo óptimo” en donde una de las interpretaciones es que las presas pueden equilibrar los beneficios que les confiere cierto tipo de hábitat, con el costo asociado que implica alimentarse en determinadas áreas, cuando el riesgo y vulnerabilidad hacia los depredadores puede afectar la supervivencia (MacArthur y Pianka 1966; Charnov 1976; Sih 1980; Lima y Dill 1990; Meyer y Valone 1999). De lo anterior surge la hipótesis de que un hábitat favorable debe incluir una mezcla de características en cuanto a recursos y protección se refiere, lo cual debe reflejarse en cierta preferencia de uso de hábitat y maximizar así las probabilidades del éxito reproductivo y supervivencia de cada especie (Brown 1988; Lima y Dill 1990). Este escenario puede variar bajo distintos gradientes espacio-temporales y por lo tanto los sujetos que son considerados presa deben ajustar tanto las ventajas como las desventajas de usar ciertos tipos de hábitat bajo distintas circunstancias ecológicas (Orians y Wittenberger 1991).

Bajo este contexto, los lagomorfos son un excelente sujeto de estudio para evaluar el uso de hábitat debido a que en distintos ambientes estos mamíferos son considerados como clave dentro de la estructura alimenticia, tanto por su papel como herbívoros primarios como por ser presas de distintas especies de carnívoros. Esta situación sin lugar a duda está relacionada con otros parámetros como la disponibilidad

de recursos, la densidad y la estructura vegetal, son factores que influyen en la selección y uso del hábitat, y que en conjunto aportan información básica sobre el comportamiento y dinámica poblacional (Rosenzweig 1981; Bell et al. 1994). Con base en esto, hay estudios que describen situaciones en donde los lagomorfos pueden ubicarse en un esquema de costo-beneficio que determina la selección de hábitat. Lechleitner (1958) por ejemplo, ya distinguía aspectos sobre posibles disyuntivas, puesto que infirió que la baja densidad de arbustos permite a la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) más amplitud visual para evadir el acecho por depredadores y esto podía ocasionar costos asociados a la conducta. Recientemente, Marín *et al.* (2003) determinaron que esta misma especie de lepórido usa el hábitat bajo un esquema de costo-beneficio entre acceder al alimento y evadir la depredación, utilizando como indicador la abundancia de excretas y la estructura vegetal.

En el caso del conejo europeo, Moreno *et al.* (1996) encontraron que *Oryctolagus cuniculus* prefiere usar áreas abiertas durante la noche y en el día usan sitios con densa cobertura de arbustos, por lo que el uso del hábitat acorde al ciclo circadiano puede ser una respuesta relacionada con el costo-beneficio entre maximizar el uso de energía y reducir al mínimo el riesgo a la depredación. Aunque, una respuesta alternativa a este tipo de uso de hábitat sea la de una conducta asociada a la reproducción como en el caso de *L. americanus* (Litvaitis 1990). A pesar de ello, la evidencia indica que la cubierta vegetal influye directamente sobre el uso de hábitat de los lagomorfos, ya que mientras más densa sea la vegetación mayor es el uso de hábitat y la agregación local, como es el caso de poblaciones de *S. transitionalis* en Nueva Inglaterra, Estados Unidos (Litvaitis *et al.* 2003). Asimismo, con esta especie que es simpátrica de *S. floridanus*, experimentalmente Smith y Litvaitis (2000) determinaron diferencias entre obtener alimento de baja y alta calidad relacionado con la densidad de la cobertura vegetal, en donde *S. transitionalis* sacrifica el valor nutricional a cambio de obtener seguridad por la cercanía a la cubierta vegetal. En México Fa *et al.* (1992) midieron el uso del hábitat del teporingo *Romerolagus diazi* y de los conejos *S. floridanus* y *S. cunicularius* mediante la deposición de excretas y determinaron que la estructura vegetal define el nivel de uso del hábitat entre las tres especies de conejos como un caso de segregación espacial.

A partir de lo anteriormente citado, el planteamiento principal de este trabajo se basa en la hipótesis de que los animales deben seleccionar en forma dinámica el tipo de ambiente en donde viven, y que dependiendo de las características estructurales de la

vegetación pueden maximizar o minimizar su preferencia de hábitat, por lo tanto, se esperaría un mayor uso de hábitat en zonas donde la cobertura vegetal es más densa puesto que puede proporcionar mayor área de refugio y protección. Dicha suposición fue puesta a prueba utilizando como sujetos de estudio a dos especies simpátricas de lagomorfos que habitan dentro de los diferentes tipos de vegetación que conforman el Parque Nacional “La Malinche”, de los cuales el conejo montés *S. cunicularius* es endémico del Eje Neovolcánico transversal y el conejo castellano *S. floridanus* se encuentra desde ambientes perturbados hasta la zona de bosque del Parque Nacional.

2. ANTECEDENTES

2.1 Definición de uso de hábitat

El hábitat se define como el lugar donde los animales desarrollan actividades, como alimentarse, descansar y buscar pareja (Litvaitis *et al.* 1994). Hall (1997), por su parte, define al hábitat como la suma total de características bióticas, geográficas, físicas y químicas del medio ambiente que requiere una especie para poder sobrevivir y reproducirse. En este sentido, los mamíferos constituyen un grupo de mayor interés en cuanto a evaluar el uso de hábitat a partir de distintas técnicas. Por ejemplo, en el caso de los lagomorfos la técnica de radio telemetría ha sido muy utilizada para definir aspectos como uso de hábitat, desplazamiento y tamaño de ámbito hogareño (Pietz 1983; Barbour y Litvaitis 1993; Hulbert *et al.* 1996; Moreno *et al.* 1996; Katzner y Parker 1997; Mysterud y Anker 1998; Zollner *et al.* 2000a; Bond *et al.* 2001; Hodges y Sinclair 2003). Además, existen otros métodos indirectos para medir el uso de hábitat que han sido aplicados a pequeños y medianos mamíferos como son la observación y cuantificación de rastros (Krebs *et al.* 2001; Murray *et al.* 2002; Mabry *et al.* 2003). Bajo dicho contexto, a partir del conteo de excretas se ha logrado determinar los sitios potenciales de uso que realizan distintas especies de lepóridos (Simonetti y Fuentes 1982; Fa *et al.* 1992; Hulbert *et al.* 1996; Forsy y Humphrey 1999; Zollner *et al.* 2000b; Murray *et al.* 2002; Litvaitis *et al.* 2003; Mabry *et al.* 2003). Por lo anterior, las dos formas de evaluación de uso de hábitat aportan información sustancial a distintas escalas espacio-temporales.

En general, el análisis de selección y uso de hábitat para la fauna silvestre implica la integración de la densidad de los diversos tipos de cubierta vegetal, las cuales son empleadas diferencialmente por los animales, ya que la densidad y el tipo de cobertura vegetal son aspectos relevantes para la evaluación y selección de hábitat de los vertebrados (Potvin *et al.* 2003). Para el caso de los mamíferos pequeños como los roedores, Kotler (1984) determinó diferencias en el uso del microhábitat relacionadas con las habilidades para detectar y evitar a sus depredadores en función a la densidad de cobertura vegetal y a su destreza locomotriz.

2.2 Estudios de uso de hábitat en mamíferos

Existe una vasta cantidad de estudios en donde se ha evaluado las preferencias de uso de hábitat en diversas especies de mamíferos y los siguientes son tan sólo algunos (Rodríguez y Monteiro-Filho 2000; Valenzuela y Cevallos 2000; Potvin *et al.* 2003; Yamaguchi *et al.* 2003). Por ejemplo Zollner *et al.* (2000a), examinaron el ámbito hogareño de *Sylvilagus aquaticus* asociado a la frecuencia de inundaciones de zonas boscosas en Arkansas, Estados Unidos utilizando el seguimiento mediante radiotelemetría.

2.3 Métodos indirectos para el análisis del uso de hábitat

Es fundamental destacar que todos los animales dejan señales de actividad tales como excrementos, senderos, madrigueras, sitios de descanso, marcas en las plantas, señales de alimentación, alteraciones en la vegetación y huellas. Los métodos indirectos están basados en el estudio, identificación, interpretación y análisis de estos rastros (Aranda 1981). Estos métodos ayudan a detectar la presencia de mamíferos, los cuales son muy difíciles de observar debido a sus hábitos de actividad y amplia movilidad. Además de que su sistema auditivo y visual son muy eficientes con lo cual perciben cualquier disturbio humano y ello evita poder evaluar de forma precisa el uso del hábitat.

Por estas razones, los rastros son una herramienta valiosa para trabajar en condiciones de campo y han sido la base para muchos estudios (Krebs *et al.* 2001; Murray *et al.* 2002; Mabry *et al.* 2003), no sólo para registrar la presencia de una determinada especie sino también para determinar como están usando el hábitat en el que se encuentran. Por ejemplo, el conteo de excretas se ha usado como una medida relativa del uso del hábitat para muchos mamíferos y en especial para los conejos (Simonetti y Fuentes 1982; Fa *et al.* 1992; Hulbert *et al.* 1996; Forys y Humphrey 1999; Zollner *et al.* 2000b; Murray *et al.* 2002; Litvaitis *et al.* 2003; Mabry *et al.* 2003).

2.4 Estructura y uso de hábitat por lagomorfos

El caso de la liebre *L. americanus* se conoce que utiliza el hábitat dependiendo de la hora del día y época estacional, ya que durante la primavera ocupa hábitats desprovistos de vegetación sólo por la noche (Pietz y Tester 1983). Asimismo, esta especie

típicamente prefiere hábitat integrados por bosques de coníferas con sotobosques bien desarrollados (Hodges 2000). De hecho, la densidad del sotobosque de las zonas boscosas donde habita *L. americanus* es más importante para este lagomorfo que la composición de especies vegetales que lo integran (Pietz y Tester 1983; Litvaitis *et al.* 1985). No obstante, el uso de hábitat que realiza esta especie de lagomorfo varía espacio-temporalmente con relación a la disponibilidad de alimento (Wolff 1980; Litvaitis *et al.* 1985). Por ejemplo, durante el invierno este lepórido utiliza como alimento las ramas de árboles y arbustos (Keith *et al.* 1984), lo cual hace evidencia del uso diferencial del hábitat puesto que en el verano usan áreas donde la disponibilidad de hierbas es mayor (Wolff 1980). Por otro lado, con especies de liebres en zonas áridas Desmond (2004) observó que *L. californicus* y *L. callotis*, especies simpátricas del desierto Chihuahuense, tienen preferencias de uso de hábitat contrastantes, ya que espacialmente la primera es más abundante en pastizales semidesérticos y la segunda especie está asociada a pastizales menos densos con áreas abiertas ubicadas a mayor altitud. En este sentido, el trabajo de Lechleitner (1958) también refería una asociación entre baja densidad de arbustos y la ventaja visual que confiere a la liebre de cola negra *L. californicus*, para evitar ser depredado por coyotes, gatos montés y aves de presa. En un estudio más reciente Marín *et al.* (2003) concluyen que la liebre cola negra en el desierto Chihuahuense se encuentra bajo una disyuntiva (“trade-off”), entre acceder al recurso alimenticio y evadir la depredación, lo cual influye en el uso de hábitat pues hay una relación entre la estructura vegetal y la abundancia de excretas.

Por otro lado, en lagomorfos, como el conejo *Oryctolagus cuniculus*, Moreno *et al.* (1996) determinaron que la densidad y estructura vegetal funciona como un buen indicador de los hábitat donde los lagomorfos pueden tener mayor o menor riesgo a ser depredados. Es así como los conejos usan áreas abiertas durante la noche ya que pueden detectar los peligros rápidamente y emprender el escape al sentirse acechados. Por lo tanto, para estos lagomorfos los cambios diarios en uso de hábitat es una respuesta considerada como una disyuntiva, donde el balance entre maximizar energía ganada y minimizar el riesgo a la depredación puede repercutir en el proceso de alimentación. En este sentido, el uso de hábitat para los conejos es diferente al de las liebres, ya que el primer grupo parece preferir y usar sitios donde la estructura vegetal es más densa para protegerse de los depredadores. Por ejemplo, Simonetti y Fuentes (1982) examinaron el uso de hábitat del conejo europeo *O. cuniculus* en Chile central mediante la deposición de excretas, distinguiendo una diferencia de uso de hábitat entre adultos y juveniles, ya

que individuos jóvenes usan las áreas cerradas como refugios posiblemente para prevenir la depredación. Además, determinaron que el diámetro de las excretas correlaciona de forma positiva con el tamaño corporal y posiblemente con la edad de los individuos, lo cual delimita las diferencias de uso de hábitat.

Por lo tanto, para los conejos es fundamental el lugar donde realizan actividades, ya que estos sitios pueden presentar coberturas densas o áreas abiertas, dependiendo de sus preferencias de hábitat. Así, en el caso del conejo pigmeo *Brachylagus idahoensis*, determinaron Katzner y Parker (1997) que usa principalmente las áreas vegetales compuestas por *Artemisia tridentata*, en donde la estructura vegetal de esta especie es más densa y además les provee a estos conejos de protección necesaria en contra de sus depredadores. También concluyeron que el ámbito hogareño usado por este conejo está en función de cobertura vegetal más que por su alimentación, por lo que resulta evidente que la estructura vegetal puede influir drásticamente sobre la conducta y los hábitos de alimentación. Para el caso del conejo *S. transitionalis* se han realizado seguimientos acerca de sus preferencias de hábitat tal como lo demuestra la investigación de Barbour y Litvaitis (1993), donde explicaron que las modificaciones del paisaje han tenido un efecto substancial en poblaciones de estos lagomorfos a consecuencia de la pérdida del hábitat, ya que los conejos que usan parches pequeños en áreas con cubierta reducida obtienen menor cantidad de alimento. En un estudio más reciente realizado con los conejos *S. floridanus* y *S. transitionalis*, especies que cohabitan en el noroeste de Estados Unidos, se encontró que presentan un uso diferencial de hábitat, aunque es muy frecuente que el conejo castellano invada el hábitat de la otra especie de lagomorfo, a consecuencia de que las áreas que usa *S. transitionalis* están sufriendo continuamente eventos de fragmentación y pasando a una condición de hábitat perturbado. Esta situación favorece el desarrollo del conejo castellano puesto que tiene una amplia plasticidad para aclimatarse a condiciones y a hábitat en este tipo de circunstancias (Smith y Litvaitis 2000). Este escenario es muy similar a lo que ocurre con el uso de hábitat que realiza el conejo *S. transitionalis* en Maine, Estados Unidos al compararlo con la liebre cola negra *L. californicus* en dos tipos de ambientes (Litvaitis *et al.* 2003), ya que estos autores determinaron que los parches ocupados por los conejos son los que tienen mayor cobertura vegetal y además están asociados a las áreas de cultivo, en cambio los sitios que ocupan las liebres se caracterizan por tener una baja densidad de cobertura vegetal.

En general, los estudios de uso de hábitat como en el caso de los lagomorfos son una excelente aproximación para establecer algunos parámetros de mucha utilidad para elaborar estrategias de conservación. Con esta visión en los bosques húmedos de América del Norte, Forys y Humphrey (1999) analizaron en parches que sufren de continua inundación, la frecuencia de uso de hábitat utilizando la presencia y ausencia de excretas de *S. palustris hefneri*. Mediante este método Forys y Humphrey (1999) determinaron que de un total de 59 parches sólo 20 tuvieron un mayor uso de hábitat ya que fueron los sitios con mayor presencia de excretas, resultado que asociaron a la disponibilidad de alimento, protección, tamaño y distancia entre los parches, además de que la presencia de excretas como indicador del uso de hábitat también se asoció con el tipo de vegetación más diversa. En cambio, Zollner *et al.* (2000b), con esta misma especie de lagomorfo estudiaron el uso del microhábitat a partir de la observación de las letrinas, determinando que la mayoría de los sitios de deposición de excretas están sobre troncos truncados, argumentando que este comportamiento está relacionado con el porcentaje de cobertura del dosel pero sólo durante la época de primavera-verano ya que en otoño-invierno no hay una relación.

En México Fa *et al.* (1992) midieron el uso del hábitat de tres especies de lagomorfos como el teporingo *Romerolagus diazi*, conejo castellano *S. floridanus* y el conejo montés *S. cunicularius*, utilizando las excretas como evidencia de la abundancia y de la actividad. Este tipo de estimación les permitió relacionar la estructura vegetal y el nivel de uso del hábitat, determinando que el conejo *R. diazi* frecuenta zonas más altas en comparación con las otras dos especies. Asimismo, la abundancia del zacatuche está correlacionada con la densidad de hierbas y mayor altura de pastos, ya que en el caso contrario el uso de hábitat es menor en sitios con fácil accesibilidad y en áreas sujetas a quema de pastizales. En cambio, los conejos montés y castellano están más asociados a sitios con una estructura más abierta y arbustos bajos, escenario que sugieren como un ejemplo sobre segregación espacial para evadir a los competidores dentro de un hábitat común. En un sentido más específico, también con el conejo zacatuche, se evaluó la amplitud y uso de hábitat utilizando la cuantificación de excretas asociado con atributos de la vegetación para obtener un índice de abundancia de este lagomorfo (Velázquez *et al.* 1996), así estos autores con las técnicas estadísticas de clasificación y ordenación definieron que el zacatuche usa y habita preferentemente asociaciones vegetales integradas por árboles de *Pinus* spp. en asociación con el pasto *Festuca toluensis*.

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es conocer el uso del hábitat de los conejos silvestres *S. cunicularius* y *S. floridanus* a partir de la deposición de excretas y su relación con la estructura vegetal del microhábitat en tres diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional “La Malinche”.

Los objetivos por su parte son los siguientes:

1. Cuantificar la densidad, biomasa y tamaño de las excretas depositadas por las dos especies de lepóridos en el bosque de pino, pastizal y área de transición situada entre bosque y sitios de cultivo, como indicadores de uso de hábitat.
2. Determinar la estructura vegetal del hábitat y microhábitat en donde son depositadas las excretas de las dos especies de conejos silvestres durante la época de lluvias y secas entre los tres tipos de ambientes.

4. METODOLOGÍA

ESPECIES DE ESTUDIO

4.1 *Sylvilagus cunicularius*

Este lagomorfo, conocido como conejo montés o serrano, tiene una distribución desde la parte del Pacífico tropical, la cuenca del Balsas y hasta las zonas altas del Eje Neovolcánico Transversal, debido a que se distribuye solo en México esta especie se le considera endémica (Cervantes *et al.* 1992). Habita en bosques templados donde la vegetación esta integrada por sotobosque y pastizal y cohabita en simpatria con el conejo zacatuche *R. diazi* y el conejo castellano *S. floridanus* en el centro de México (Ceballos y Galindo 1984, Hommer 2002). En el trabajo de Ceballos y Galindo (1984) lo describen como una especie de gran tamaño con orejas largas y angostas y sus extremidades anteriores son notablemente más cortas que las posteriores. Su pelaje es corto y suave con coloración parda en el dorso y más clara en los costados y con vientre blanco. Cuando son juveniles son depredados por búhos y algunos gavilanes y en fase adulta la principal dieta de zorras, coyotes y lince. Presenta hábitos diurnos y nocturnos aunque concentran su actividad en las primeras horas del amanecer y en el crepúsculo. Sus excretas son ovaladas de color café o verde oscuro (Aranda 1981). En el parque nacional “La Malinche” esta especie consume varias especies de pastos como *Stipa ichu*, *Mulenbergia macroura* y *Festuca amplissima* (Cervantes *et al.* 1992; Sainos *et al.* 2003) y se reproduce durante todo el año aunque durante los meses de marzo y octubre se ha registrado un mayor porcentaje de hembras en estado gestante (Rodríguez 2004). También se ha documentado que el conejo montés es hospedero de varias especies de parásitos (Vázquez 2005) y además presenta variación en el tamaño corporal entre machos y hembras (Rivera 2005). En la zona de estudio, la densidad poblacional de este leporido se estima en 27 individuos/Km² con datos recabados durante agosto de 2003 a julio del 2004 (González 2005).

4.2 *Sylvilagus floridanus*

Esta especie conocida como conejo castellano, tiene amplia distribución en México y habita en diversos ecosistemas incluyendo zonas de pastizales y bosques de áreas templadas; por esta razón su distribución le permite coexistir simpátricamente con otras

cuatro especies del género *Sylvilagus* de México (Cervantes y González 1996). En el trabajo de Cevallos y Galindo (1984) lo describen como una especie de tamaño mediano y de color café amarillento en la parte dorsal y blanco en la ventral, además presenta una mancha café rojizo en la parte posterior de la cabeza. Las extremidades son de color rojizo y más brillante que el de otras especies y su cola es blanca en la parte inferior. Los adultos presentan dos mudas de pelaje al año y al correr levanta la cola mostrando su parte inferior que es afelpada y blanca. Su alimentación consiste de una gran variedad de plantas aunque muestra una marcada preferencia por retoños, brotes tiernos y plántulas. Debido a esto, al comenzar la época de lluvias cuando apenas han brotado la avena, haba y el maíz los conejos visitan por la noche los sembradíos para alimentarse. Así, los hábitos de alimentación varían de acuerdo con los cambios estacionales y las fases sucesionales de las comunidades vegetales. Esta especie se reproduce durante todo el año y el periodo de gestación abarca 29 días con una variación entre 25 a 35. La hembra puede llegar a tener de uno a cuatro partos al año y al final de la gestación nacen entre cuatro y seis gazapos. Este conejo es principalmente nocturno, pero se le puede ver por las tardes o al amanecer y sus preferencias del hábitat varían en relación a la latitud, región y época del año. Sin embargo, necesitan básicamente de áreas con una cobertura vegetal densa entremezclada con gramíneas, sitios rocosos y acumulación de madera. Además, son parte importante dentro de las cadenas tróficas ya que son presas de gavilanes, búhos, lechuzas y algunos carnívoros como comadrejas, lince, coyotes, zorras y cacomiztles. Las excretas son de forma ovalada irregular y tienen un extremo ahusado, y su coloración abarca desde café oscuro, negro o verdoso (Aranda 1981).

5. ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó entre junio de 2004 a junio de 2005 en el Parque Nacional “La Malinche” el cual tiene una altitud de 4461 m. Dicha elevación esta en la región sueste del estado de Tlaxcala y al norte de la ciudad de Puebla a 19° 12’ norte y a 98° 08’ oeste (Fig. 1). El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano en las partes bajas del Parque Nacional entre los 2700 a 3000 m de altitud. En las partes altas a 3000 y 4000 m, el clima es templado pero de tipo semifrío subhúmedo con lluvias en verano. El tipo de vegetación que se desarrolla en las faldas del volcán a 2800 m, está conformado por bosque de coníferas de *Pinus montezumae*, aunque en la región oriental se presenta *P.*

teocote. En las partes más altas domina *P. hartwegii* y en las áreas bajas hay zacatonal subalpino con especies como *Festuca toluensis*, *F. livida*, *Calamagrotis toluensis* y *Arenaria bryoides* (SARH 1993; Coordinación General de Ecología 1999).

El estudio se realizó en los siguientes tipos de vegetación:

1. **Pastizal natural** (zacatonal), que es una área integrada por gramíneas y con vegetación secundaria en donde hay especies de leñosas como *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa* y *Cupressus lindleyi* y el estrato bajo se compone de *Festuca toluensis*, *M. macroura* y *S. ichu* entre otras.
2. **Bosque de pino**, que es caracterizado por incluir especies arbóreas como *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *P. ayacahuite* y latifoliadas del género *Quercus* además de hierbas y gramíneas entre las que dominan *S. ichu*, *F. toluensis* y *M. macroura*;
3. **Zona de transición**, que es un área que se sitúa en los límites del bosque de pinos contigua a las áreas de cultivo donde hay presencia de pastos y hierbas pero en menor abundancia, ya que también son sitios de pastoreo de ganado caprino. Además, presenta elementos como *Ceanothus coeruleus*, *Arctostaphylos discolor* y *Baccharis conferta*, los cuales son parte de la comunidad vegetal secundaria que crecen después de eventos de tala e incendios y en donde actualmente se encuentran los sitios de cultivo (SARH 1993, Coordinación General de Ecología 1999; López- Domínguez y Acosta 2005).

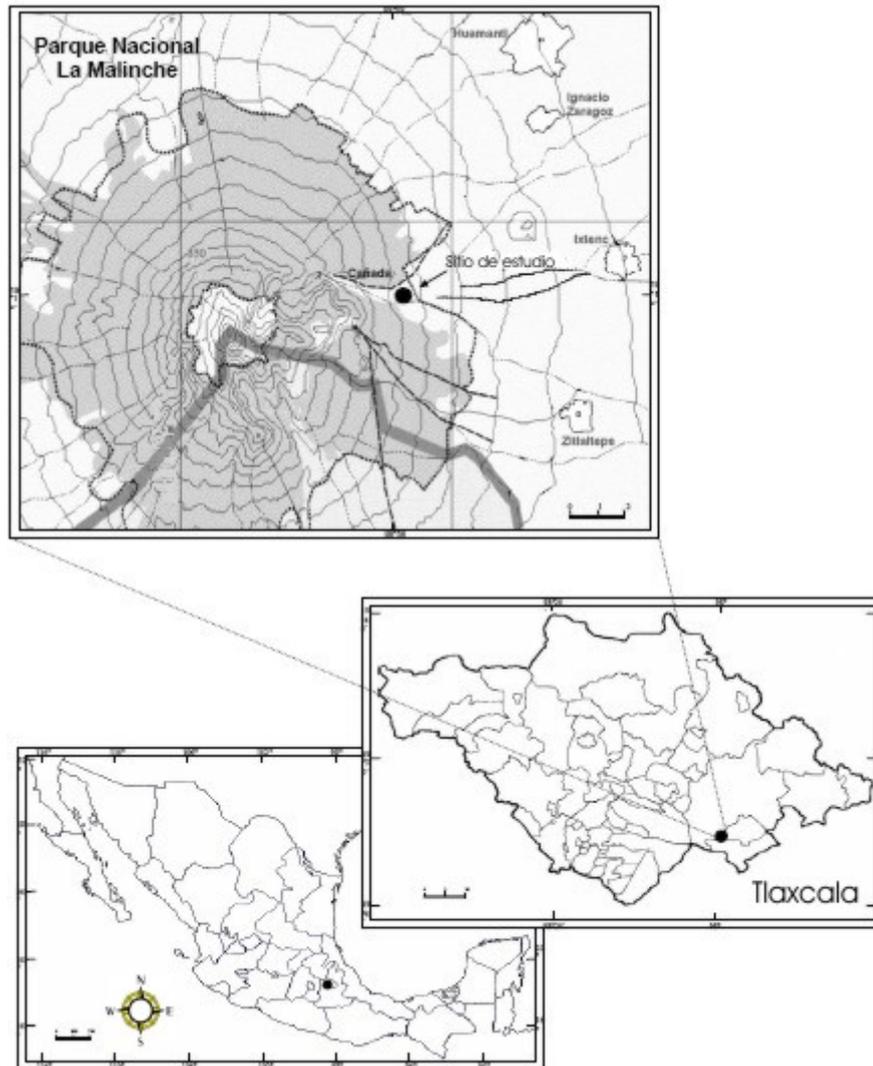


Figura 1. Localización del sitio de estudio ubicado en el Parque Nacional “La Malinche”, Tlaxcala.

6. MÉTODOS

6.1 Uso de hábitat

En las tres diferentes zonas de estudio se establecieron al azar en forma perpendicular a la cota de nivel del Volcán “La Malinche” dos transectos de 100 m de largo, separados a una distancia de 200 m (Fig. 2). Cada línea tenía ubicados diez puntos fijos que se situaron a una separación de 10 m y en estos puntos se delimitaron cuadros de 2×2 m al que se le denominó como microhábitat y en los que se realizaron cinco muestreos trimestrales de junio de 2004 a junio de 2005 para medir las siguientes variables de respuesta: conteo de excretas con la cual se estimó la densidad, biomasa y se midió el tamaño promedio de las excretas para ambas especies de lagomorfos. Después de los

registros de junio 2004 las excretas eran retiradas completamente, ya que estas excretas fueron depositadas históricamente.

Se utilizó como base las características descritas en el manual de rastros de mamíferos de Aranda (1981), para determinar a qué especie de lagomorfo correspondían las excretas colectadas. El uso de hábitat de las dos especies de lagomorfos del Parque Nacional se basó en la medición de estas tres variables relacionadas con la deposición de excretas, método que se ha reportado como eficiente para determinar los patrones de uso de hábitat de distintas especies de lepóridos. (Litvaitis *et al.* 1985; Fa *et al.* 1992).

6.2 Estructura de hábitat

En cada cuadro delimitado en los transectos ubicados en la zona boscosa, de pastizal y área de transición se estudió la estructura vegetal. Para esto se midió la cobertura de los pastos, leñosas y hierbas durante la temporada de lluvias y secas, y la estimación de la cobertura fue a partir de medir el diámetro mayor (DM) y menor (dm) de la copa de la planta y posteriormente con la fórmula de la elipse ($0.25 \pi DM \times dm$) se calculó la cobertura en metros cuadrados. También, se midió la altura de las plantas y el porcentaje de cobertura de las hierbas fue mediante una escala de 0 a 100% de acuerdo al área que estaba cubierta por este tipo de plantas. Asimismo, dentro de cada ambiente se ubicaron cuadros de 50×50 m para comparar los atributos estructurales de la vegetación arbórea a una escala mayor y de igual forma se midieron parámetros como la cobertura de la copa, altura de los árboles con un clinómetro, diámetro basal del tronco de cada árbol de la especie de árbol *P. montezumae*, ya que esto permitió obtener información sobre estructura vegetal a un mayor nivel vertical y espacial.

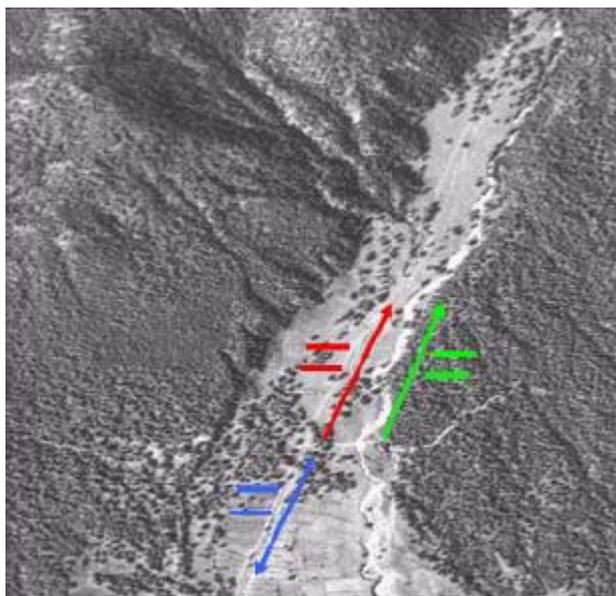


Fig. 2. Fotografía aérea de la zona de estudio del Parque Nacional “La Malinche”. Las líneas horizontales rojas, verdes y azules indican la ubicación de los transectos para colecta de excretas de los conejos en tres diferentes tipos de hábitat y las flechas ubican los trayectos de 1.5 km para conteos de conejos.

6.3 Abundancia de lagomorfos

Se realizaron conteos matutinos de conejos de las 0800 a 0900 h en tres trayectos de 1.5 km dentro de cada uno de los tipos de vegetación (Fig. 2) en el periodo de junio de 2004 a junio de 2005. Estas rutas en la zona de pastizal y área de transición correspondían al camino de acceso a la Estación Científica La Malinche, el cual cruza ambos tipos de vegetación, en cambio los recorridos en la zona boscosa fueron a lo largo de un sendero. En cada uno de estas rutas se realizaron observaciones directas de los conejos silvestres anotando el número de avistamientos y para ello los recorridos fueron de dos días al mes por un período anual durante el tiempo de muestreo y colecta de excretas. Bajo este esquema y para obtener datos confiables en los conteos se asumieron los siguientes puntos: (1) los animales que estén directamente sobre la ruta nunca deben ser perdidos y su probabilidad de observación es igual a uno; (2) ningún animal fue contado dos veces; (3) las observaciones fueron eventos independientes.

6.4. Análisis estadísticos

Con las variables de respuesta de biomasa (m^2), densidad (m^2) y tamaño de las excretas (mm), las cuales se utilizaron como medidas de uso de hábitat de los conejos, se realizaron análisis de varianzas multivariado con medidas repetidas (MANOVAmr) con factores fijos y anidados utilizando Modelos Lineales Generalizados (MLG). De igual forma las variables altura (m) y cobertura de pastos (m^2), leñosas y porcentaje de hierbas las cuales consideramos como parte de la estructura vegetal, también fueron analizadas utilizando este tipo de análisis multivariado. Para la estructura vegetal del estrato arbóreo en cada uno de los tipos de vegetación en donde las variables de respuesta altura, diámetro basal y cobertura de la copa fueron procesadas utilizando análisis de varianza (ANDEVA) no-paramétricos de Kruskal-Wallis (Zar 1999). Todas las pruebas estadísticas fueron procesadas utilizando el programa JMP, versión 3.1.2 (SAS 1995) y la significancia estadística evaluada usando el contraste de prueba de F ajustada con el método de Greenhouse-Geisser. Además, se probaron los supuestos de normalidad y homogeneidad varianza y como los datos no cumplían dichas condiciones fueron transformados a intervalos, por consiguiente se empleó la combinación de técnicas de pruebas no-paramétricas con análisis de varianza paramétricos como lo sugieren Conover e Iman (1981).

7. RESULTADOS

7.1 Uso de hábitat

Los análisis de varianza para las variables de respuesta biomasa, densidad y tamaño de excretas por especie de conejo indicaron diferencias significativas ($P < 0.0001$) en la interacción sitio \times especie (Cuadro 1, 2 y 3, Apéndice 1). En la zona de pastizal y área de transición, la biomasa de excretas de *S. cunicularius* fue mayor, en comparación con la de *S. floridanus*. En cambio, en la zona boscosa la biomasa promedio de excretas depositadas por metro cuadrado por las especies de lepóridos no tuvo diferencias significativas (Fig. 3a). En cuanto a la densidad promedio de excretas, *S. cunicularius* deposita mayor número de excretas por metro cuadrado tanto en el bosque como área de transición, aunque en este último sitio no se presentaron diferencias entre las dos especies de conejos silvestres. Asimismo, la zona boscosa y pastizal fueron los sitios con menor densidad de excretas de la especie *S. floridanus* junto con *S. cunicularius* (Fig. 3b). Por otro lado, el tamaño promedio de las excretas de *S. cunicularius* fue significativamente mayor en la zona de pastizal y transición, en cambio *S. floridanus* tanto en la zona de transición y pastizal no difieren en cuanto a su tamaño de excreta y este es igual al promedio que presenta *S. cunicularius* en la zona boscosa (Fig. 3c).

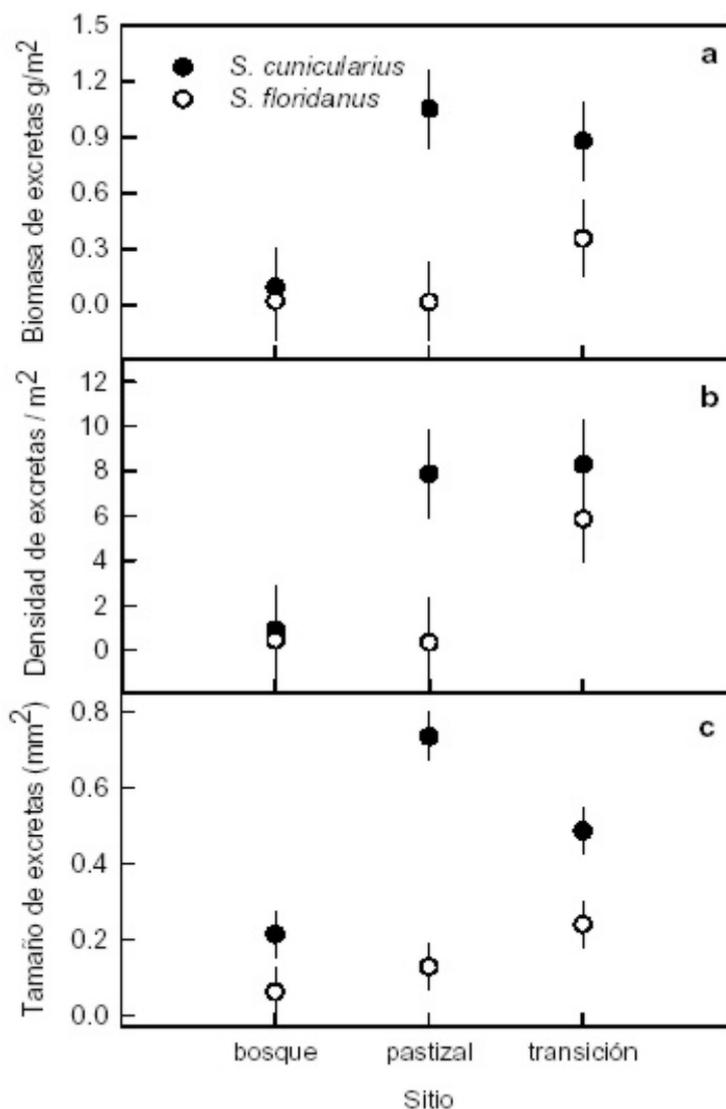


Figura 3. Biomasa (a), densidad (b) y tamaño promedio de excretas de *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* dentro de los sitios de estudio (bosque, pastizal y zona de transición) en el Parque Nacional La Malinche. Las líneas verticales indican intervalos de confianza al 95%.

La relación entre la biomasa promedio de excretas depositadas por los conejos silvestres, en las tres zonas de estudio no indica un patrón distinto en cuanto a la variación temporal. En la zona boscosa no se observaron diferencias entre fechas del muestreo, en cuanto a la biomasa de excretas depositada por *S. floridanus*, aunque se puede observar que *S. cunicularius* muestra un patrón de biomasa depositada que varió significativamente, entre algunas de las cinco fechas de registro ($P < 0.0001$, Cuadro 1). Asimismo, la colecta correspondiente a junio de 2004, no difiere entre las especies de lagomorfos a pesar de ser la colecta que contiene las excretas depositadas históricamente (Fig. 4a).

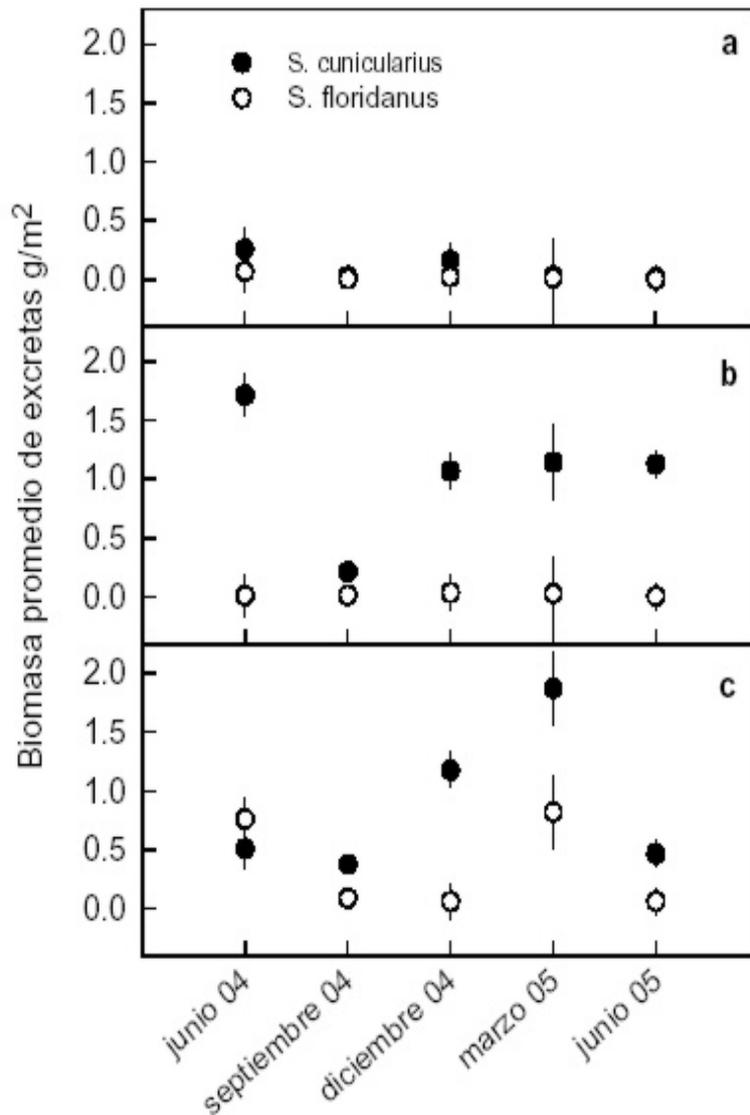


Figura 4. Biomasa promedio de excretas (g/m^2) depositadas por los conejos silvestres *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en el periodo de junio 2004 a junio del 2005, en los tres diferentes tipos de hábitat en el Parque Nacional La Malinche. a) Bosque, b) pastizal, c) área de transición. Las líneas horizontales indican intervalos de confianza al 95%.

En cambio, en la zona de pastizal, el registro de biomasa de excretas difiere significativamente entre las dos especies de lepóridos para las cinco fechas de medición. Además, esta zona fue la que presentó mayor biomasa de excretas comparado con el bosque y sitio de transición y en específico para *S. cunicularius* (Fig. 4b). Sin embargo, dentro del área de transición se observa mayor biomasa de excretas depositadas por *S. floridanus*, tanto para el registro histórico de junio de 2004 y durante marzo del 2005, marcándose diferencia significativa entre especies de conejos, excepto en junio del 2004 donde no hay diferencias significativas (Fig. 4c).

Por otro lado, la densidad de excretas de *S. cunicularius* y *S. floridanus* en la zona de bosque no muestra muchas diferencias. En cambio, el pastizal destaca nuevamente ya que la densidad abarca desde 5 a 15 excretas/m² (Fig. 5a, b). No obstante, en la fecha de colecta histórica en la zona de transición el conejo *S. floridanus* fue el que mostró densidad promedio más alta, la cual difiere significativamente de *S. cunicularius* aunque durante septiembre de 2004 y marzo de 2005 no hubo diferencias significativas entre especies (Fig. 5c).

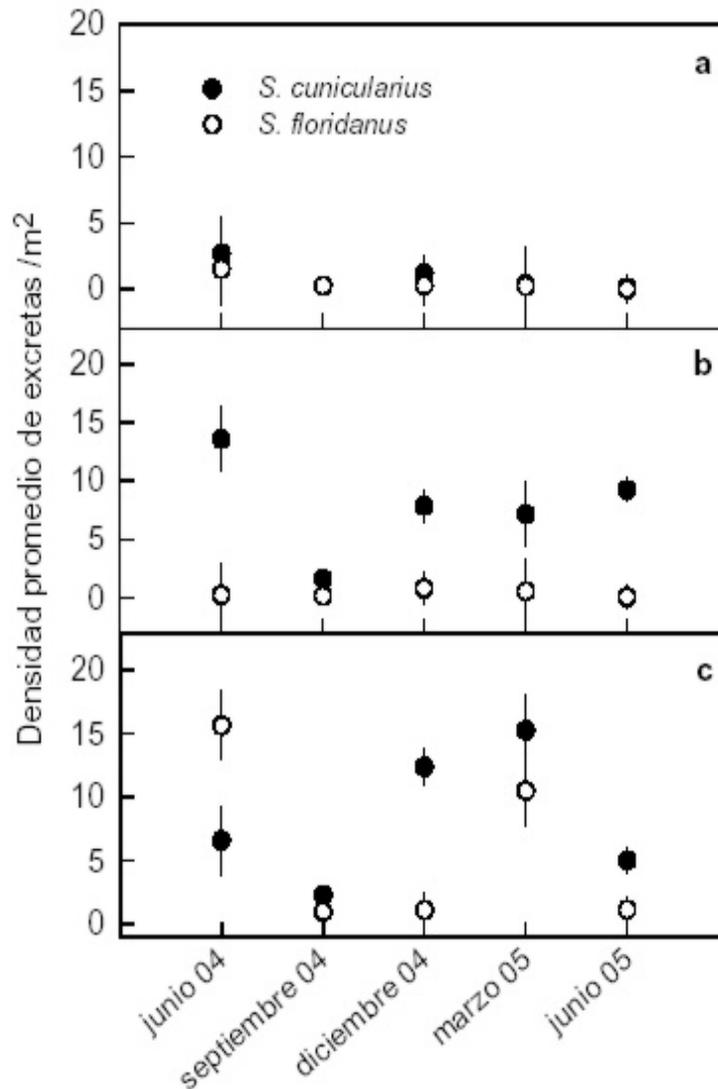


Figura 5. Densidad promedio de excretas de *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* medida durante un año en los tres sitios de estudio en el Parque Nacional La Malinche. a) Bosque, b) pastizal y c) área de transición. Las líneas horizontales indican intervalos de confianza al 95%.

El tamaño de las excretas depositadas por las dos especies de lagomorfos dentro de las tres zonas de estudio, varió significativamente entre los dos grupos de conejos silvestres. En la zona boscosa los promedios de tamaño varió entre 1 y 3 mm² para el

caso de *S. cunicularius*, en contraste al menor tamaño promedio 1 y 2 mm² que registró *S. floridanus*. Asimismo, sólo en marzo de 2005 el tamaño de las excretas fue similar entre ambas especies de conejos (Fig. 6a). Sin embargo, la zona de pastizal fue la que presentó los promedios de tamaños de excretas superiores en comparación con la zona boscosa y sitio de transición para la especie *S. cunicularius*. Además, hubo diferencias significativas entre especies de lepóridos en las cinco fechas de colecta de excretas ($P < 0.0001$, Fig. 6b). En contraste, en el sitio de transición se puede observar que la colecta histórica no difiere en cuanto al tamaño de la excreta en las dos especies de conejos silvestres, aunque en los consecutivos registros *S. cunicularius* fue la que en promedio presentó excretas de mayor tamaño (Fig. 6c).

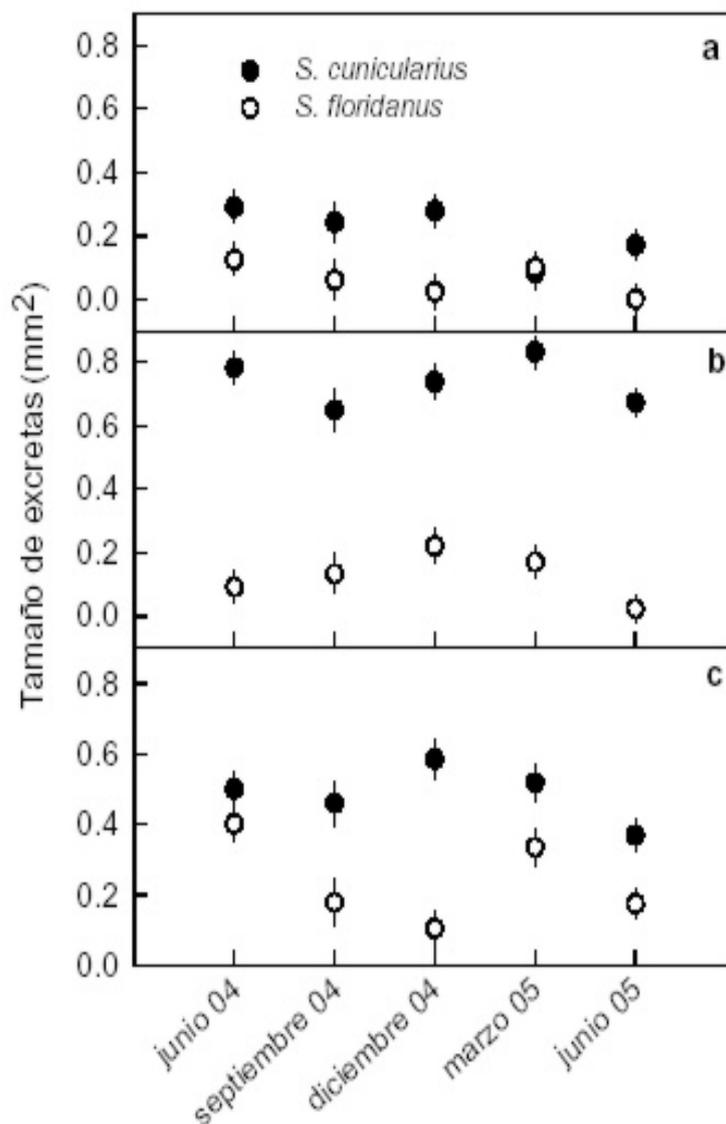


Figura 6. Tamaño promedio de las excretas de *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* medidas durante el periodo de junio 2004 a junio del 2005 en los tres sitios de estudio en el Parque Nacional La Malinche. a) Bosque, b) Pastizal y c) área de transición. Las líneas horizontales indican intervalos de confianza al 95%.

7.2 Estructura de hábitat

La altura promedio de los pastos dentro de los microhábitat de deposición de excretas por las dos especies de conejos silvestres varió significativamente entre sitios ($P < 0.0005$) y temporadas ($P < 0.0001$). Asimismo, la interacción entre sitio x época fue significativa ($P < 0.03$), tal como se indica en el Cuadro 4 (Apéndice 2). Así, la zona de pastizal es la que presenta la mayor altura promedio de pastos, aunque no hubo diferencias significativas en las comparaciones múltiples entre la época de lluvias y secas, pero sí difiere del bosque y área de transición. Además, estos dos sitios no difieren en cuanto a la altura de los pastos tanto en la temporada de lluvias o secas (Fig. 7a).

En relación a la cobertura promedio de los pastos se determinó que hay un efecto del sitio e interacción con respecto a la temporada de lluvia y de secas, tal como se indica en las interacciones significativas (Cuadro 5, Apéndice 2). La figura 7b muestra que la zona de pastizal es la que presenta mayor cobertura promedio de pastos y que además difirió significativamente entre la temporada de lluvias y secas. En cambio, la zona de bosque y transición no difieren significativamente en las comparaciones múltiples entre temporadas de lluvias y secas en el tamaño de cobertura de los pastos.

Por otro lado, con el análisis de varianza de medidas repetidas se determinó que hubo diferencias significativas entre sitios, además de haber efecto significativo de la interacción sitio x temporada con respecto a la altura promedio de las plantas leñosas tal como se indica en el Cuadro 6 (Apéndice 2). En este sentido, la zona de bosque presentó mayor altura promedio de las leñosas en comparación al pastizal, el cual presentó menos de 0.50 m. Tampoco hubo diferencias entre temporada de lluvias y secas tanto en la zona boscosa como en el área de transición, aunque las leñosas del sitio boscoso tuvieron menor tamaño promedio en comparación con la zona de transición donde las leñosas fueron más altas en promedio (Fig. 7c).

La cobertura de las leñosas también difirió entre los sitios de estudio, al igual que hubo un efecto de la temporada climática y de la interacción sitio x temporada. Aunque es importante hacer notar que hay un efecto de una triple interacción (temporada x sitios x línea), tal como se indica en el Cuadro 7 (Apéndice 2). Sin embargo, la cobertura promedio de las leñosas es mayor en la zona de transición y de bosque, abarcando una altura de entre 1.3 a 1.7 m, en cambio en el pastizal la cobertura

promedio no es mayor a los 0.5 m. Además, en cada una de las zonas no hay diferencias en la cobertura en relación a la temporada de lluvias y secas (Fig. 7d).

El porcentaje promedio de las hierbas en los microhábitat de deposición de excretas de las dos especies de conejos, difiere por efecto del sitio y de la temporada climática, interacción que indica variación en cuanto al porcentaje de presencia de hierbas (Cuadro 8, Apéndice 2). Asimismo en la figura 7e se muestra como la zona de transición tiene en promedio mayor porcentaje de hierbas, lo cual contrasta con los porcentajes registrados en el bosque y pastizal en donde no hubo diferencias significativas al hacer las comparaciones múltiples. Fue evidente el mayor porcentaje de hierbas para los tres sitios de estudio en relación a la temporada de lluvias, aunque durante las secas el porcentaje disminuyó significativamente y el promedio más bajo registra en el pastizal (Fig. 7e).

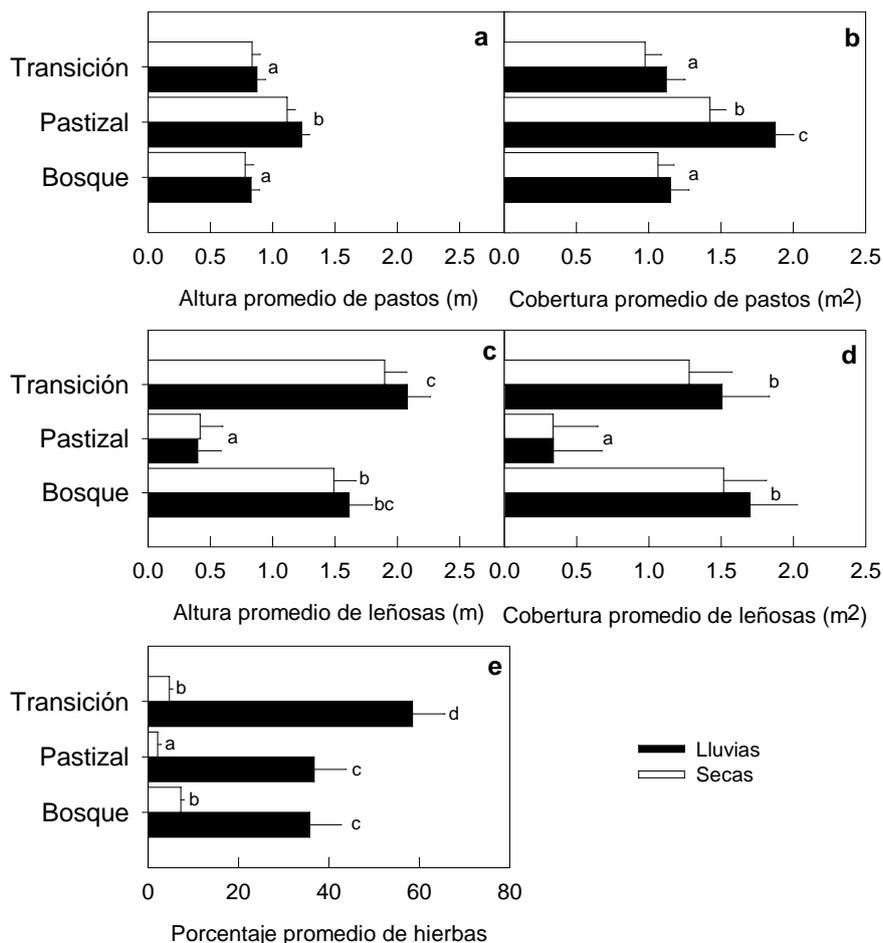


Figura 7. Comparación de los componentes de estructura vegetal en los tres sitios de estudio: a) altura promedio de pastos, b) cobertura promedio de pastos, c) altura promedio de leñosas, d) cobertura promedio de leñosas, e) porcentaje promedio de hierbas, variables medidas durante la temporada de secas y de lluvias en el Parque Nacional La Malinche. Las líneas horizontales indican errores estándar.

Por otro lado, la comparación de los atributos estructurales de la vegetación a distinta escala dentro de los tres sitios de estudio indican diferencias significativas respecto a la altura de los árboles de *P. montezumae*, ya que difiere significativamente entre el bosque y zona de transición aunque esta última es similar al pastizal. En cambio, el bosque es donde se registra la mayor altura y la menor la presenta los árboles de la zona de transición (Fig. 8a). De esta manera se observa para el caso del diámetro basal de los árboles registrados, donde el mayor tamaño de los troncos está en la zona boscosa. No obstante, las comparaciones múltiples indican que no hubo diferencias significativas entre el bosque y zona de pastizal pero estas si son diferentes del sitio de transición (Fig. 8b). Asimismo, la cobertura de la copa de los árboles también registra el mismo patrón entre sitios pues a pesar de la amplia variación que presenta los árboles del bosque, éstos no difieren en relación con la zona de pastizal y la zona de transición es la que tiene menor cantidad de cobertura de copa los árboles (Fig. 8c).

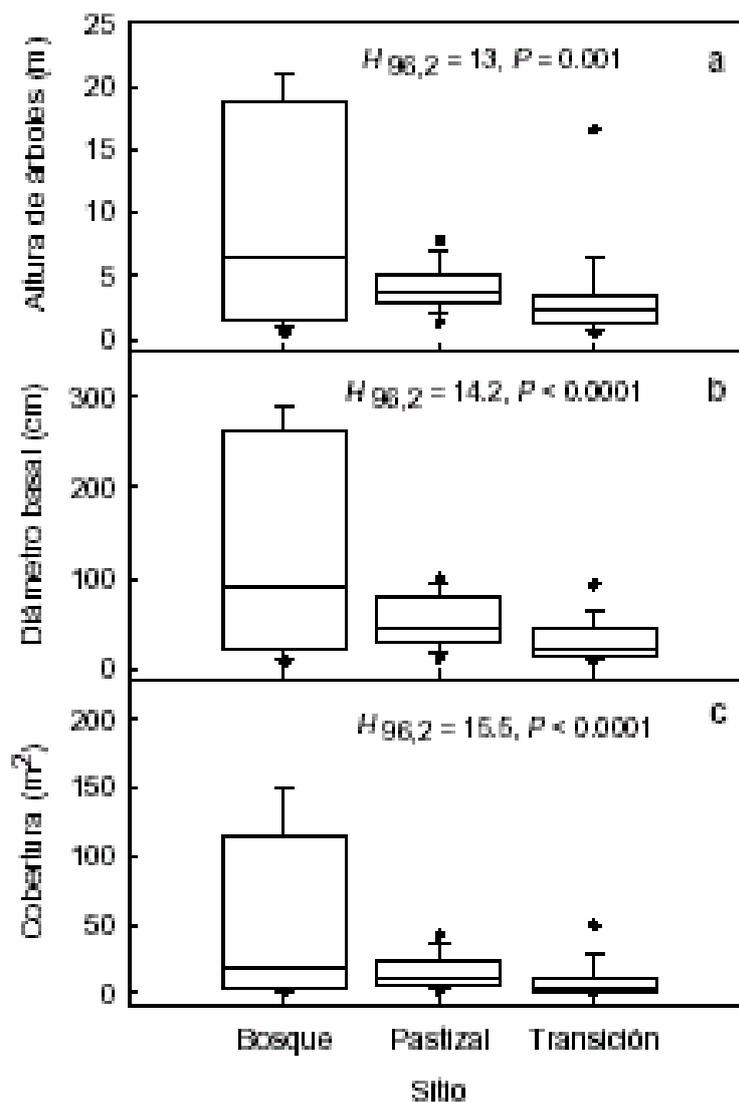


Figura 8. Comparación de algunos parámetros de la estructura vegetal entre los tres sitios de estudio del Parque Nacional La Malinche, a) altura de árboles, b) diámetro basal, c) cobertura de la copa. Las líneas horizontales, cajas y líneas verticales indican la mediana, cuartil e intervalos de valores y valores extremos.

7.3 Abundancia de lagomorfos

Durante el período de mayo de 2004 a junio de 2005 se registraron 69 individuos correspondientes a conejos de las dos especies del género *Sylvilagus* (Cuadro 9). En la zona de transición fue en donde se observó la mayor cantidad de conejos seguida del área de pastizal y para el caso de la zona boscosa sólo se observaron tres individuos. La cantidad de conejos observados fue heterogénea dentro de las dos áreas de mayor registro visual de lepóridos, aunque en el caso del sitio de transición donde la vegetación se encuentra bajo condiciones de manejo agrícola y pastoreo caprino, fue donde se observó durante el período de mayo a julio del 2004 la más alta cantidad de 22 individuos. En contraste con 14 conejos registrados durante el período de febrero a abril del 2005 dentro del pastizal. Además, durante los recorridos dentro de las tres tipos de vegetación fue notorio el registro visual de las dos especies de lepóridos, aunque el período de noviembre a abril del 2005 sólo se observó un conejo.

Cuadro 9. Composición de los conteo de conejo montés *Sylvilagus cunicularius* y conejo castellano *Sylvilagus floridanus*, observados durante el período de mayo de 2004 a junio de 2005 dentro de las tres zonas de estudio en el Parque Nacional “La Malinche”.

Período	Pastizal	Transición	Bosque	Total
Mayo-julio 2004	9	22	0	31
Agosto-octubre 2004	1	7	3	11
Noviembre 2004- enero 2005	0	1	0	1
Febrero-abril 2005	14	5	0	19
Mayo-junio 2005	3	4	0	7
Total	27	39	3	69

8. DISCUSIÓN

El conteo de excretas de las dos especies de lagomorfos simpátricas aporta información importante sobre el uso de hábitat y su variación temporal entre los tres tipos de

vegetación en La Malinche. Además se obtuvo información sobre las condiciones estructurales del microhábitat que prefirieron, tanto *S. cunicularius* como *S. floridanus*. Así, la evidencia indica que el conejo montés usa con mayor frecuencia la zona de pastizal y como un segundo ambiente de deposición de excretas la zona de transición, la cual es la más usada por el conejo castellano *S. floridanus*. Este resultado indica que hay una repartición o preferencia por determinado tipo de hábitat. Esta situación que se relaciona con la cobertura y composición vegetal que presentan estos dos tipos de hábitat en cuanto a la abundancia de pastos, hierbas y arbustos. Esto coincide en parte con lo reportado para otros lagomorfos, puesto que Fa *et al.* (1992) en otra zona del Eje Neovolcánico Transversal de México determinaron que *R. diazi* usa un microhábitat con alta densidad de hierbas y evita aquellas áreas desprovistas de vegetación. En tanto que las especies de *Sylvilagus* parapátricas de *Romerolagus* se asocian más con áreas con altos niveles de perturbación y con menos cobertura vegetal de hierbas y arbustos.

Aunado a este enfoque, cuando algunas especies de lepóridos son simpátricas tal como lo son la liebre cola negra *L. californicus* y *L. callotis*, la asociación con las características del hábitat pueden influir en la abundancia de las poblaciones, así Desmond (2004), demostró divergencias sustanciales en donde la liebre cola negra se asocia positivamente con áreas donde hay mayor presencia de arbustos y por el contrario *L. callotis* está más relacionada con los pastizales del género *Bouteloua*. Este conjunto de evidencias son concordantes con las estrategias de asociación, en donde los atributos estructurales de la vegetación definen el uso hábitat para lagomorfos como las liebres. Este es el caso de *L. americanus*, la cual prefiere usar zonas boscosas donde el sotobosque es muy denso (Pietz y Tester 1983; Litvaitis *et al.*, 1985; Hodges 2000), aunque durante el verano la estrategia de uso de hábitat varía ya que prefiere las áreas abiertas donde hay mayor disponibilidad de hierbas para alimentarse (Wolf 1980). Esto contrasta con la información obtenida en este estudio, ya que se demuestra que el *S. cunicularius*, utiliza los tres distintos tipos de hábitat de forma diferente y muy posiblemente debido a la sinergia de componentes bióticos en cada una de las asociaciones vegetales de la zona de estudio.

Así por un lado, las características y función que cumplen los atributos estructurales de la vegetación, están influyendo en el desarrollo de actividades del lagomorfo, pues los resultados muestran cómo la zona boscosa es el ambiente donde los valores de densidad, biomasa y tamaño de excretas tienen los valores más bajos en comparación con las zonas de transición y el pastizal. Siendo éstos dos últimos

ambientes donde el conejo montés se caracteriza por su mayor preferencia de uso de hábitat y en este contexto la mayor altura y cobertura de los pastos, forma parte importante de la estructura vegetal a nivel del microhábitat, lo cual define consistentemente la estrecha interacción que tiene *S. cunicularius* con el pastizal. Este tipo de preferencia hacia un hábitat con densa vegetación también se observa en el caso del conejo de los volcanes *R. diazi*, aunque el uso de sitios con densa cobertura de hierbas y arbustos Fa *et al.* (1992) la definen también en función a que el zacatuche es un lepórido muy pequeño y esto lo hace vulnerable a la depredación en áreas desprovistas o con baja vegetación. En el caso de *S. cunicularius* este argumento no aplica debido a que en México es el conejo de mayor tamaño corporal, por lo que en todo caso *S. floridanus* por ser más pequeño debería usar el hábitat con densa cobertura. Sin embargo, a pesar de las diferencias morfológicas entre las dos especies de *Sylvilagus* la preferencia por los sitios no se relaciona con este factor corporal entre especies. La explicación más aceptable en este sentido, está al parecer relacionada con lo observado en otros lagomorfos como *L. californicus* ya que prefiere las áreas que le confieren mayor ventaja visual para evadir a los potenciales depredadores, además de que estructuralmente seleccionan asociaciones vegetales de arbustos-pastos puesto que el matorral de arbustos tiene menos disponibilidad de alimento y dificulta las vías de escape para un animal que depende de su velocidad y de la distancia que tenga hacia el depredador (Daniel *et al.* 1993). Sin embargo, el uso de hábitat por lagomorfos puede ser más complejo e influido no sólo por los componentes estructurales vegetales sino también por el comportamiento del animal, ya que *S. cunicularius* tiene actividad nocturna y crepuscular, por lo que podría desplazarse a áreas más abiertas durante la noche para alimentarse y durante el día ocupa las áreas con densa cobertura de pastos con el fin de obtener más protección de depredadores como perros ferales y coyotes. Argumento en parte se confirma con el trabajo de Marín *et al.* (2003) ya que demuestran que el hábitat con alta deposición de excretas de la liebre cola negra se asocia con determinada estructura vegetal y además con el nivel de riesgo a ser depredada, lo cual influye en la decisión de usar entre pastizales y matorrales en una zona semiárida.

Esto denota que, contrario de lo que ocurre con las liebres, los conejos posiblemente obtienen mayores ventajas en cuanto a refugio y disponibilidad de alimento en áreas donde la vegetación es más densa a nivel del microhábitat. Aunque esto no necesariamente confiere mayor amplitud visual para evadir a los depredadores, ya que la cercanía a la cobertura vegetal aporta más ventaja para evadir al depredador

más que la dependencia a la velocidad como en el caso de las liebres. Esta suposición se apoya con lo publicado para el noroeste de Estados Unidos, en donde se reporta que el uso de hábitat que realiza el conejo *S. transitionalis* está estrechamente asociado con las áreas de densa cobertura vegetal, vínculo que indica que esta especie de lepórido prefiere usar sitios que presentan mayor estructura vegetal y ello le confiere una considerable ventaja para aumentar la supervivencia, además de que la condición estructural del microhábitat es la más adecuada para agregarse en sitios que aumentan la seguridad ante el acecho de los potenciales depredadores (Litvaitis *et al.* 2003).

Por lo tanto, la evidencia obtenida en este estudio apoya en cierta parte la hipótesis que este tipo de escenario ecológico, donde la densa cobertura de pastos en las zonas de pastizal y de transición y su alta preferencia de uso de hábitat, puede estar confiriendo más ventajas de seguridad al conejo montés *S. cunicularius* y conejo castellano *S. floridanus* en estas dos zonas respectivamente. Sin embargo, estos resultados en comparación con lo que otros autores han encontrado en el Valle de México son contrastantes (Fa *et al.* 1992), ya que en esta zona el conejo montés y el castellano integran poblaciones parapátricas en coexistencia con el zacatuche *R. diazi* y estos autores sugieren que las diferencias estructurales del microhábitat y el diferente uso por los géneros de lagomorfos parecen ser una potencial respuesta por exclusión competitiva. Este escenario puede ser posible en La Malinche por la simpatria de las dos especies de *Sylvilagus*, aunque se requiere de evidencia sobre la alimentación para confirmar esta hipótesis. No obstante, con la poca información recabada sobre la calidad de los tres tipos de hábitat se observa cierta influencia sobre la agregación local y dispersión inter e intraespecíficamente de *S. cunicularius* y *S. floridanus*. Por lo que la selección de hábitat puede estar directamente relacionada, por un lado, con la densidad de los competidores y disponibilidad de recursos, tal como lo han demostrado para otras especies de animales (Ives 1988; Morris 1989; Wilson y Yoshimura 1994). Sin embargo, la evidencia parece sugerir que *S. floridanus* suele expandirse hacia sitios perturbados, ya que tolera el efecto ambiental por las modificaciones del hábitat, en tanto que *S. cunicularius* requiere de un hábitat estructuralmente más complejo y sin perturbaciones antropogénicas. Este panorama apoya la idea de que la segregación espacial no sólo ocurre por los requerimientos de cobertura vegetal distinta, sino también por el nivel de perturbación del hábitat. Esto puede estar apoyado con lo establecido por Smith y Litvaitis (2000), ya que en su investigación definen que las estrategias de alimentación de dos especies simpátricas de lagomorfos está influida por

las modificaciones del hábitat, puesto que *S. transitionalis* usa en 32% paisajes fragmentados a diferencia del 99% de uso por parte de *S. floridanus*. Esto puede ser consecuencia de la alta plasticidad de este lepórido para usar ambientes con alto o bajo nivel de perturbación y que aparentemente sufre poco efecto a consecuencia de los drásticos cambios estructurales del paisaje.

Por otro lado, la biomasa y menor tamaño de las excretas de los conejos *S. cunicularius* y *S. floridanus* se presentaron en la zona boscosa, resultado que se acentúa cuando se realizaron las comparaciones entre los tres tipos de hábitat. Esto además se asocia al hecho de en esta zona es donde la densidad de excretas fue la más baja con relación a los otros dos tipos de vegetación. Aunado a ello y con los conteos visuales de lagomorfos durante los recorridos matutinos, se fortaleció la evidencia de que la zona de bosque es donde se determinó la menor presencia de conejos de las dos especies. En este sentido, la explicación asociada a la baja densidad de excretas definitivamente está influenciada por los factores estructurales del microhábitat y del tipo de asociación vegetal. Pues el bosque presenta un sotobosque con más cobertura de arbustos al igual que la zona de transición, pero además tiene mayor superficie desprovista de vegetación, por lo que estas características, en conjunto establecen la baja preferencia de uso de este tipo de hábitat por las dos especies de *Sylvilagus*. Esto corrobora el hecho de que una extensa cobertura de pastos aporta más ventajas estructurales para el uso de hábitat de los conejos montés y castellano. Sin embargo, los conejos en general pueden habitar diversos tipos de hábitat aunque la abundancia puede estar en función de los requerimientos de cada especie. Esto fue demostrado por Barbour y Litvaitis (1993) con *S. transitionalis*, el cual usa el hábitat dependiendo de las características del parche, ya que los conejos que habitan parches de mayor tamaño tienen un incremento en la probabilidad de supervivencia debido a la mayor abundancia de recursos. En cambio cuando ocupan parches pequeños y con baja disponibilidad de alimento los individuos presentan bajo peso corporal.

En general, los resultados de esta tesis también demuestran que hay marcadas diferencias en el tamaño de las excretas entre las dos especies de conejos silvestres, esto en parte es consecuencia de las diferencias en el tamaño corporal entre ambas, pero además resulta evidente que dentro de cada tipo de hábitat se acentúa el contraste de los tamaños promedios al compararlos intraespecíficamente. Una explicación alternativa es que la zona de pastizal aporta más recursos y mayor cobertura de pastos para protección, de ahí que este hábitat lo usen más los individuos de *S. cunicularius* que

tienen mayor tamaño corporal, propuesta inferida a partir del mayor diámetro de las excretas que ahí depositan. En cambio, en la zona de transición presenta un tamaño promedio menor de las excretas y en el bosque los valores fueron por debajo de los 3 mm en promedio. Resultado que ocurre con amplia similitud con el conejo castellano *S. floridanus*. Otra explicación es que hay una segregación espacial entre individuos de distintos tamaños corporales y/o de edad no sólo por los requerimientos diferenciales de la cobertura vegetal, sino también por las necesidades muy específicas posiblemente entre conejos adultos y juveniles en cuanto a recursos alimenticios y de protección. Esta conjetura puede apoyarse con los datos obtenidos por Rivera (2005), donde evaluó los tamaños corporales de *S. cunicularius* que fueron capturados en la zona de pastizal y en donde machos y hembras difieren en el tamaño corporal y su vez estos contrastan de los juveniles que fue la categoría de conejo montés menos capturada en el pastizal (Rivera 2005). Además, durante estas capturas los conejos excretaban en los contenedores y el tamaño de las excretas variaba en función al tamaño de corporal (J. Vázquez com. pers.). En este contexto Simonetti y Fuentes (1982) proporcionan datos para el conejo europeo *Oryctolagus cuniculus*, donde el tamaño de las excretas se relaciona con el tamaño corporal y posiblemente con la edad de los animales que las excretan. Por lo tanto, los tamaños promedios de las excretas de *S. cunicularius* y *S. floridanus* aportan información sobre la coexistencia espacial y temporal en tres distintos tipos de asociaciones vegetales que son predominantes en el Parque Nacional La Malinche, además de indicar patrones distintos de uso de hábitat entre estas especies simpátricas de lepóridos tanto a nivel de comparación interspecífico como intraespecíficamente.

9. CONCLUSIONES

El uso de hábitat por las dos especies simpátricas de lagomorfos de la zona de Cañada Grande está delimitado por variaciones espacio-temporales, en las tres asociaciones vegetales predominantes del Parque Nacional La Malinche. Los resultados del trabajo nos permiten concluir lo siguiente: (1) las dos especies de lagomorfos depositan excretas de forma diferente en las tres asociaciones vegetales; (2) la zona de pastizal y transición son los hábitat con mayor deposición de excretas lo que indica distinto uso de hábitat; (3) la zona boscosa fue el hábitat con el menor uso de hábitat por los dos lepóridos, además de ser el sitio con la menor presencia de individuos observados en los recorridos matutinos; (4) *S. floridanus* usa más el hábitat de la zona de transición, área que tiene presiones por perturbaciones antropogénicas, como cacería furtiva y plantaciones agrícolas; (5) en cambio, el conejo *S. cunicularius* montés usa más la zona de pastizal donde la estructura vegetal del microhábitat es más densa.

10. LITERATURA CITADA

- Alcock J. 2005. Animal behavior: an evolutionary approach. Eighth edition, Sunderland, Mass: Sinauer Associates.
- Aranda SM. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, 198 pp.
- Barbour MS, Litvaitis JA. 1993. Niche dimensions of New England cottontails in relation to habitat patch size. *Oecologia* **95**: 321-327.
- Bell SS, McCoy ED, Mushinski HR, 1994. Habitat structure. Chapman and Hall, Londres.
- Bond BT, Burger LW, Leopold BD, Godwin KD. 2001. Survival of cottontail rabbits (*Sylvilagus floridanus*) in Mississippi and an examination of latitudinal variation. *The American Midland Naturalist* **145**: 127-136.
- Brown JS. 1988. Patch use as indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **22**: 37-47.
- Brown JS. 1999. Vigilance, path use and habitat selection: foraging under predation risk. *Evolutionary Ecology Research* **1**:49-71.
- Brown JS, Laundre JW, Gurung M. 1999. The ecology of fear: Optimal foraging game theory, and trophy interactions. *Journal of Mammalogy* **80**: 385-399.
- Ceballos G, Galindo C. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa, México, pp. 300.
- Cervantes FA, González FX. 1996. Los conejos y liebres silvestres de México. En: Velázquez A, Romero FJ, López J. (eds.). *Ecología y conservación del conejo zacatuche (Romerolagus diazi) y su hábitat*. Fondo de Cultura Económica y Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., pp. 1-10.
- Cervantes FA, Lorenzo C, Vargas J, Homes T. 1992. *Sylvilagus cunicularius*. *Mammalian Species* **412**: 1-4.
- Charnov EL. 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology* **9**: 129-136.
- Conover WJ, Iman RL. 1981. Rank transformation as a bridge between parametric and nonparametric statistic. *The American Statistician* **35**:124-129.
- Coordinación General de Ecología. 1999. Plan de manejo del Parque Nacional Malintzi. Inédito. Tlaxcala. México.

- Daniel A, Holechek J, Valdez R, Tembo A, Saiwana L, Fusco M, Cardenas M. 1993. Jackrabbit densities on fair and good condition Chihuahuan desert range. *Journal of Range Management* **46**: 524-528.
- Desmond MJ. 2004. Habitat associations and co-occurrence of Chihuahuan desert hares (*Lepus californicus* and *L. callotis*). *The American Midland Naturalist* **151**: 414-420.
- Fa JE, Romero FJ, López-Paniagua J. 1992. Habitat use by parapatric rabbits in a Mexican high-altitude grassland system. *Journal of Applied Ecology* **29**: 357-370.
- Fagerstone K, Lavoie K, Griffith E. 1980. Black-tailed Jackrabbit diet and density on rangeland and near agricultural crops. *Journal of Range Management* **33**: 229-233.
- Fryxell JM. 1997. Evolutionary dynamics of habitat use. *Evolutionary Ecology* **11**: 687-701.
- Forys E, Humphrey S. 1999. The importance of patch attributes and context to the management and recovery of an endangered lagomorph. *Landscape Ecology* **14**: 177-185.
- González AJ. 2005. Aspectos demográficos y densidad poblacional del conejo montés *Sylvilagus cunicularius* (Leporidae) en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.
- Hall LS, Krausman PR, Morrison ML. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* **25**: 173-182.
- Hodges KE. 2000. Ecology of snowshoe hares in southern boreal and montane forests. En: Ruggiero LF, Aubry KB, Buskirk SW, Koehler GM, Krebs CJ, McKelvey KS, Squires JR (eds.). *Ecology and conservation of Lynx in the United States*. University Press of Colorado and United States Department of Agriculture, Rocky Mountain Research Station, Denver, Colorado, pp. 163-206.
- Hodges KE, Sinclair ARE. 2003. Does predation risk cause snowshoe hares to modify their diets?. *Canadian Journal of Zoology* **81**: 1973-1985.
- Hommer D. 2002. Estudio preliminar de aves y mamíferos en la cañada “Grande” en el Parque Nacional “La Malinche”, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.

- Hulbert I, Iason G, Racey P. 1996. Habitat utilization in stratified upland landscape by two lagomorphs with different feeding strategies. *Journal of Applied Ecology* **33**: 315-324.
- Ives AR. 1988. Covariance, coexistence and the population dynamics of two competitors using a patchy resource. *Journal of Theoretical Biology* **133**: 345-361.
- Johnson RD, Anderson JE. 1984. Diets of black-tailed jack rabbits in relation to population density and vegetation. *Journal of Range Management* **37**: 79-83.
- Katzner T, Parker K. 1997. Vegetative characteristics and size of home ranges used by pygmy rabbits (*Brachylagus idahoensis*) during winter. *Journal of Mammalogy* **78**: 1063-1072.
- Keith LB, Carey JR, Rongstad OJ, Brittingham MC. 1984. Demography and ecology of a declining snowshoe hare population. *Wildlife Monographs* **90**: 1-43
- Krebs CJ, Boonstra R, Boutin S, Sinclair ARE. 2001. What drives the 10-year cycle of snowshoe hares? *Bioscience* **51**: 25-35.
- Kotler BP. 1984. Risk of predation and the structure of desert rodent communities. *Ecology* **65**: 689-701.
- Kotler BP, Blaustein L. 1995. Titrating food and safety in a heterogeneous environment: when are the risky and safe patches of equal value?. *Oikos* **74**: 251-258.
- Lechleither RR. 1958. Certain aspects of behavior of the black-tailed jackrabbit. *American Midland Naturalist* **60**: 145-155.
- Lima SL, Dill LM. 1990. Behavioural decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* **68**: 619-640.
- Litvaitis JA, Sherburne JA, Bissonette JA. 1985. Influence of understory characteristics on snowshoe hare habitat use and density. *Journal of Wildlife Management* **49**: 866-873.
- Litvaitis JA, Titus K, Anderson E. 1994. Measuring vertebrates use of terrestrial habitats and foods. En: Bookhout, TA (ed.). *Research and management techniques for wildlife and habitats*. The Wildlife Society, Washington, DC., pp. 254-274.
- Litvaitis JA, Johnson B, Jakubas W, Morris K. 2003. Distribution and habitat features associated with remnant populations of New England cottontails in Maine. *Canadian Journal of Zoology* **81**: 877-881.

- López-Domínguez JC, Acosta PR. 2005. Descripción del Parque Nacional La Malinche. En: López-Domínguez JC, Acosta PR. (eds.). *Biodiversidad del Parque Nacional Malinche*. Gobierno del Estado de Tlaxcala, pp. 3-25.
- Mabry KE, Dreelin EA, Barrett GW. 2003. Influence of landscape elements on population densities and habitat use of three small-mammal species. *Journal Mammalogy* **84**: 20-24.
- MacArthur RH, Pianka ER. 1966. On the optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist* **100**: 603-609.
- Marin AI, Hernandez L, Landré JW. 2003. Predation risk and food quantity in the selection of habitat by black-tailed jackrabbit (*Lepus californicus*): an optimal foraging approach. *Journal of Arid Environments* **55**: 101-110.
- Meyer MD, Valone TJ. 1999. Foraging and multiple costs: the importance of predation, energetics, and assessment error costs to a desert forager. *Oikos* **87**: 571-579.
- Moreno S, Villafuerte R, Delibes M. 1996. Cover is safe during the day but dangerous at night: the use of vegetation by European wild rabbits. *Canadian Journal of Zoology* **74**: 1656-1660.
- Morris DW. 1989. Habitat-dependent estimates of competitive interaction. *Oikos* **55**: 111-120.
- Murray DL, Roth JD, Ellsworth E, Wirsing AJ, Steury TD. 2002. Estimating lowdensity snowshoe hare populations using fecal pellet counts. *Canadian Journal of Zoology* **80**: 771-781.
- Mysterud A, Anker R. 1998. Functional responses in habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology* **79**: 1435-1441.
- Orians GH, Wittenberger JF. 1991. Spatial and temporal scales in habitat selection. *American Naturalist* **137**: 29-49.
- Pietz PJ, Tester JR. 1983. Habitat selection by snowshoe hares in North Central Minnesota. *Journal Wildlife Management* **47**: 686-696.
- Potvin F, Boots B, Dempster A. 2003. Comparison among three approaches to evaluate winter habitat selection by white-tailed deer on Anticosti Island using occurrences from an aerial survey and forest vegetation maps. *Canadian Journal of Zoology* **81**: 1662-1665.
- Rangeley RW, Kramer DL. 1998. Density-dependent antipredator tactics and habitat selection in juvenile pollock. *Ecology* **79**: 943-952.

- Ripple WJ, Beschta RL. 2004. Wolves and the ecology of fear: can predation risk structure ecosystems? *BioScience* **54**: 755-766.
- Rivera TE. 2005. La condición corporal y su relación con el estado reproductor del conejo montés *Sylvilagus cunicularius* en el Parque Nacional la Malinche, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Rodríguez FHG, Monteiro-Filho ELA. 2000. Home range and activity patterns of pampas deer in Emas national park, Brazil. *Journal of Mammalogy* **81**: 1136-1142.
- Rodríguez MA. 2004. Estacionalidad reproductora del conejo montés (*Sylvilagus cunicularius*) en el Parque Nacional La Malinche. Tesis de Maestría, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. Veracruz, Jalapa.
- Rosenzweig ML. 1981. A theory of habitat selection. *Ecology* **62**: 327-335.
- Sainos P, Romero B, Lezama E, Rodríguez ML, Vázquez J, Bautista A. 2003. Composición de la dieta de hembras y machos del conejo endémico de México *Syvilagus cunicularius*. VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Chiapas, México.
- SARH. 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Malinche o Matlacuéyatl, Tlaxcala. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre.
- SAS. 1995. JMP statistics and graphics guide. SAS Institute, Cary, NC.
- Sih A. 1980. Optimal behavior: can foragers balance two conflicting demands? *Science* **210**: 1041-1043.
- Simonetti JA, Fuentes ER. 1982. Microhabitat use by European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Central Chile: Are adult and juvenile patterns the same? *Oecologia* **54**: 55-57.
- Smith D, Litvaitis JA. 2000. Foraging strategies of sympatric lagomorphs: implications for differential success in fragmented landscapes. *Canadian Journal of Zoology* **78**: 2134-2141.
- Stephens DW, Krebs JR. 1986. Foraging theory. Princeton University Press, Princeton.
- Valenzuela D, Ceballos G. 2000. Habitat selection, home range, and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a mexican tropical dry forest. *Journal of Mammalogy* **81**: 810-819.
- Vázquez JP. 2005. Carga de parásitos y su relación con el estado fisiológico del conejo endémico de México *Sylvilagus cunicularius*. Tesis de Maestría en Neuroetología, Universidad Veracruzana. Veracruz, Jalapa

- Velázquez A, Romero FJ, López-Paniagua J. 2006. Amplitud y utilización del hábitat del conejo zacatuche. En: Velázquez A, Romero FJ, López J. (eds.). *Ecología y conservación del conejo zacatuche (Romerolagus diazi) y su hábitat*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F., pp 89-101.
- Villafuerte R, Kufner MB, Delibes M, Moreno S. 1993. Environmental factors influencing the seasonal daily activity of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in a Mediterranean area. *Mammalia* **57**: 341-346.
- Wilson DS, Yoshimura J. 1994. On the coexistence of specialists and generalists. *American Naturalist* **144**: 692-707.
- Wywiałowsky AP. 1987. Habitat structure and predators: choices and consequences for rodent habitat specialists and generalists. *Oecologia* **72**: 39-45.
- Wolff JO. 1980. The role of habitat patchiness in the population dynamics of snowshoe hare. *Ecological Monographs* **50**: 11-30.
- Yamaguchi N, Rushton S, Macdonald DW. 2003. Habitat preferences of feral American mink in the upper thames. *Journal of Mammalogy* **84**: 1356-1373.
- Zar J. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey.
- Zollner PAW, Smith WP, Brennan LA. 2000a. Home range use by swamp rabbits (*Sylvilagus aquaticus*) in a frequently inundated bottomland forest. *American Midlife Naturalist* **143**: 64-69.
- Zollner PAW, Smith WP, Brennan LA. 2000b. Microhabitat characteristics of sites used by swamp rabbits. *Wildlife Society Bulletin* **28**: 1003-1011

11. APÉNDICE

11.1 Apéndice 1

Cuadro 1. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (junio04-junio05) para la biomasa de excretas depositadas *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,56	721	< 0.0001
Sitio	2,56	65	< 0.0001
Especie	1,56	155.2	< 0.0001
Línea	1,56	11	< 0.01
Sitio*Especie	2,56	24.1	< 0.0001
Sitio*Línea	2,56	2	= 0.1975
Línea*Especie	1,56	0.04	= 0.8399
Cuadro [línea, sitio]	54,56	2	= 0.05
Dentro sujetos ^b			
Fecha	3.3,185	2.5	= 0.05
Fecha*Sitio	7,185	1.6	= 0.13
Fecha*Especie	3.3,185	4	< 0.006
Fecha*Línea	3.3,185	1.4	= 0.23
Fecha*Sitio*Especie	7,185	4	< 0.0005
Fecha*Sitio*Línea	7,185	1.7	= 0.1
Fecha*Línea*Especie	3.3,185	1.5	= 0.2
Fecha*cuadro[línea, sitio]	179,185	0.9	= 0.8

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

Cuadro 2. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (junio04 junio05) para la densidad de excretas depositadas *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,56	695	< 0.0001
Sitio	2,56	63.1	< 0.0001
Especie	1,56	130	< 0.0001
Línea	1,56	12.0	< 0.01
Sitio*Especie	2,56	21.5	< 0.0001
Sitio*Línea	2,56	1.1	= 0.3264
Línea*Especie	1,56	0.04	= 0.8399
Cuadro [línea, sitio]	54,56	2	= 0.046
Dentro de sujetos ^b			
Tiempo	3.33,187	2.5	= 0.05
Fecha*Sitio	7,187	2	= 0.07
Fecha*Especie	3.33,187	4.4	< 0.004
Fecha*Línea	3.33,187	2	= 0.12
Fecha*Sitio*Especie	6.7,187	4	< 0.0006
Fecha*Sitio*Línea	7,187	2.0	= 0.05
Fecha*Línea*Especie	3.33,187	1.2	= 0.3
Fecha*cuadro[línea, sitio]	180.2,187	0.9	= 0.6

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

Cuadro 3. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (junio04-junio05) para el tamaño de las excretas depositadas por *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,56	778.1	< 0.0001
Sitio	2,56	55.7	< 0.0001
Especie	1,56	180.2	< 0.0001
Línea	1,56	8	< 0.01
Sitio*Especie	2,56	25.5	< 0.0001
Sitio*Línea	2,56	5	= 0.02
Línea*Especie	1,56	0.02	= 0.8734
Cuadro [línea, sitio]	54,56	1.2	= 0.2254
Dentro de sujetos ^b			
Tiempo	3,4,192	2.1	= 0.09
Fecha*Sitio	7,192	2	= 0.1
Fecha*Especie	3,4,192	3	< 0.04
Fecha*Línea	3,4,192	2	= 0.1
Fecha*Sitio*Especie	7,192	4	< 0.0007
Fecha*Sitio*Línea	7,192	2.5	= 0.01
Fecha*Línea*Especie	3,4,192	6	< 0.005
Fecha*cuadro[línea, sitio]	185,192	0.9	= 0.6

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

13.2 Apéndice 2

Cuadro 4. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (septiembre 04-marzo 05) para la altura de los pastos en los microhábitat de deposición de excretas por *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,36	632.4	< 0.0001
Sitio	2,36	9.5	< 0.0005
Línea	1,36	4.9	= 0.03
Sitio*Línea	2,36	0.6	= 0.5
Cuadro [línea]	18,36	0.8	= 0.6
Dentro sujetos ^b			
Temporada	1,36	30.7	< 0.0001
Temporada *sitio	2,36	4	< 0.03
Temporada *línea	1,36	0.3	= 0.6
Temporada *sitio*línea	2,36	0.4	= 0.7
temporada *cuadro[línea]	18,36	1.5	= 0.1

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

Cuadro 5. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (septiembre 04-marzo 05) para la cobertura de los pastos en los microhábitat de deposición de excretas por *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,36	372.2	< 0.0001
Sitio	2,36	8.4	< 0.001
Línea	1,36	4.2	= 0.05
Sitio*Línea	2,36	2.4	= 0.1
Cuadro [línea]	18,36	0.6	= 0.9
Dentro sujetos ^b			
Temporada	1,36	49.4	< 0.0001
Temporada *sitio	2,36	12,05	< 0.0001
Temporada *línea	1,36	0.7	= 0.4
Temporada *sitio*línea	2,36	5	= 0.01
temporada *cuadro[línea]	18,36	2	= 0.06

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

Cuadro 6. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (septiembre 04-marzo 05) para la altura de leñosas en los microhábitat de deposición de excretas por *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,36	239.2	< 0.0001
Sitio	2,36	30.6	< 0.0001
Línea	1,36	0.6	= 0.4
Sitio*Línea	2,36	14.5	< 0.0001
Cuadro [línea]	18,36	1	= 0.4
Dentro sujetos ^b			
Temporada	1,36	32	< 0.0001
Temporada *sitio	2,36	13	< 0.0001
Temporada *línea	1,36	2.2	= 0.1
Temporada *sitio*línea	2,36	3.0	= 0.06
Temporada *cuadro[línea]	18,36	0.6	= 0.9

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

Cuadro 7. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (septiembre 04-marzo 05) para la cobertura de leñosas en los microhábitat de deposición de excretas por *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto		43	< 0.0001
Sitio	1,36	5.5	= 0.01
Línea	2,36	0.6	= 0.4
Sitio*Línea	1,36	4	= 0.03
Cuadro [línea]	2,36	1.2	= 0.3
Dentro sujetos ^b			
Temporada	1,36	15.5	< 0.0004
Temporada *sitio	2,36	4.5	< 0.01
Temporada *línea	1,36	0.7	= 0.4
Temporada *sitio*línea	2,36	6	= 0.01
Temporada *cuadro[línea]	18,36	1.2	= 0.3

a F exacta.

b Ajuste de F por G-G.

Cuadro 8. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en el tiempo (septiembre 04-marzo 05) para el porcentaje de abundancia de hierbas en los microhábitat de deposición de excretas por *Sylvilagus cunicularius* y *Sylvilagus floridanus* en las tres sitios de estudio del Parque Nacional “La Malinche”.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	P
Entre sujetos ^a			
Intercepto	1,36	486.50	< 0.0001
Sitio	2,36	4.2	= 0.02
Línea	1,36	36	< 0.0001
Sitio*Línea	2,36	5.3	= 0.01
Cuadro [línea]	18,36	0.8	= 0.6
Dentro sujetos ^b			
Temporada	1,36	25	< 0.0001
Temporada *sitio	2,36	9	< 0.001
Temporada *línea	1,36	3	= 0.08
Temporada *sitio*línea	2,36	13	< 0.0001
temporada *cuadro[línea]	18,36	0.7	= 0.7

a F exacta.

b Ajuste de