

Universidad Autónoma de Tlaxcala

Posgrado del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta  
División de Ciencias Biológicas



**Establecimiento de un encierro para realizar  
estudios fisiológicos y conductuales sobre  
*Sylvilagus cunicularius* en la Estación Científica  
La Malinche**

**T e s i s**

para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Biológicas

**P r e s e n t a**  
Biol. Agrop. Minerva Flores Morales

Co-directores de tesis

M. en C. Jorge Vázquez Pérez  
Dra. Margarita Martínez-Gómez

Tlaxcala, Tlax.

Febrero 2009

Universidad Autónoma de Tlaxcala



Posgrado del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta  
División de Ciencias Biológicas

**Establecimiento de un encierro para realizar  
estudios fisiológicos y conductuales sobre  
*Sylvilagus cunicularius* en la Estación Científica  
La Malinche**

T e s i s

para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Biológicas

P r e s e n t a

Biol. Agrop. Minerva Flores Morales

Comité Tutorial

M en C. Jorge Vázquez Pérez  
Dra. Margarita Martínez-Gómez  
Dr. Amando Bautista Ortega  
Dr. Rogelio Macías Ordóñez

Tlaxcala, Tlax.

Febrero 2009

Este trabajo se realizó bajo la codirección del M. en C. Jorge Vázquez Pérez y la Dra. Margarita Martínez Gómez en las instalaciones del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta-Unidad Periférica del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM y en la Estación Científica La Malinche dentro del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México. Así mismo se contó con la asesoría en diversos aspectos de los Dres. Amando Bautista Ortega y Rogelio Macías Ordóñez.

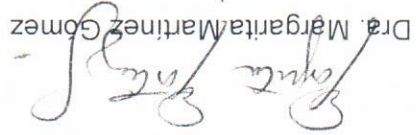
Se contó con una beca CONACYT N° 198761 para estudios de posgrado otorgada a la Biol. Agrop. Minerva Flores Morales y para el desarrollo del proyecto se tuvo financiamiento del PROMEP UATLX.

COORDINACIÓN DE LA MAESTRÍA  
CENTRO TLAXCALA DE BIOLOGÍA DE LA CONDUCTA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA  
P R E S E N T E

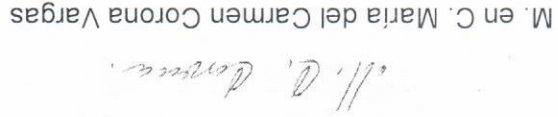
Los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador del proyecto de tesis que la Biol. Agrop. Minerva Flores Morales realiza para la obtención del grado de Maestra en Ciencias Biológicas, expresamos que, habiendo revisado la versión final del documento de tesis, damos la aprobación para que ésta sea impresa y defendida en el examen correspondiente. El título que llevará es "Establecimiento de un encierro para realizar estudios fisiológicos y conductuales sobre *Sylvilagus cunicularius* en la Estación Científica La Malinche".

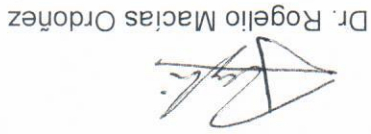
Sin otro particular, aprovechamos para enviarle un cordial saludo.

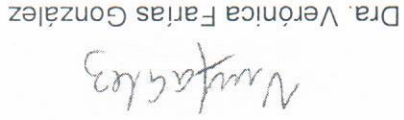
Atentamente  
Tlaxcala, Tlax., enero 12 de 2009

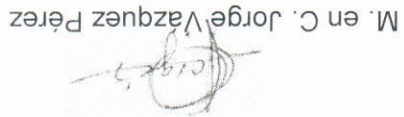
Dr. Margarita Martínez Gómez  


Dr. Amando Bautista Ortega  


M. en C. María del Carmen Corona Vargas  


Dr. Rogelio Macías Ordoñez  


Dra. Verónica Fariás González  


M. en C. Jorge Vázquez Pérez  


## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Margarita Martínez Gómez por toda su labor e importante codirección en este trabajo, por su confianza y amistad tanto en lo académico como en lo personal.

Al M. en C. Jorge Vázquez Pérez por todas sus enseñanzas en el campo y el laboratorio, por su paciencia, sobre todo por su amistad.

A mi comité tutorial conformado por el M. en C. Jorge Vázquez Pérez, la Dra. Margarita Martínez Gómez, el Dr. Amado Bautista Ortega y el Dr. Rogelio Macías Ordóñez por todas sus observaciones y comentarios para mejorar este trabajo, por su apoyo y confianza en lograr el establecimiento de un encierro funcional.

A la M. en C. María del Carmen Corona Vargas y la Dra. Verónica Fariñas González, por la revisión y valiosos comentarios que enriquecieron esta tesis.

A los Dres. Jorge Rodríguez Antolín, Arturo Estrada Torres, Estela Cuevas y la M. en C. María Luisa Rodríguez Martínez por participar en la revisión final de la tesis, y sus acertados comentarios.

A los *Silvestres*: George, Luisa, Bernardo, y Fernando por todo el apoyo brindado durante el trabajo de campo, fueron pieza clave de él ya que contribuyeron enormemente a la realización de este trabajo, pero sobre todo agradezco su amistad. Particularmente reconozco el apoyo y comentarios de Luisa en la revisión de la tesis. Iván y a Humberto técnicos, en su momento, de la Estación Científica La Malinche por su apoyo en campo.

A mis amigos y compañeros del CTBC, cuya lista es enorme, particularmente a los *grises* por todos los momentos que juntos compartimos y los viajes que nunca hicimos.

Muy especialmente a mi familia, por ser el pilar que me ha sostenido durante todos estos años y en quienes encontré el mejor apoyo y disposición para ayudarme en el trabajo de tesis, por acompañarme a regar las plantas del encierro y a alimentar a los conejos.

A mi mamá Nieves por su comprensión, por su infinita paciencia y su amor. A mi papá Ismael por su ejemplo de vida, por ser la motivación a superarme. A mis hermanos Ofelia, Nicolás, Alvaro y Delfino por su ejemplo de compromiso, sus enseñanzas y apoyo incondicional. A mis sobrinos Jesús y Alvaro por todos los momentos compartidos, por los jueves de poker y los domingos de billar, a Nicolay y Elena por su ternura. A los que más que mis primos han sido mis hermanos: Germán, Diana, Gus y Susi.

*A mi familia y amigos*

*A Rafael Morales Portal, mi querido abuelito*

*A Jesús, Álvaro, Nicolás y Elena, por siempre mis pequeños sobrinos*

*ustedes*

*A Ofelia, Nicolás, Álvaro y Delfino mis queridos hermanos, con cariño para*

*Al Prof. Ismael Flores Flores, mi padre, donde quiera que te encuentres*

*A la Profa. Nieves Morales Baquero, mi amada madre*

*Con todo mi amor y respeto:*

**DEDICATORIA**

## RESUMEN

Los estudios con animales silvestres mantenidos en condiciones de cautiverio son útiles para la conservación de la fauna silvestre, en particular para las especies en peligro de extinción, ya que sirven como núcleos para el reestablecimiento o refuerzo de las poblaciones silvestres. El conejo montés *Sylvilagus cunicularius*, es la especie de conejo más grande y más ampliamente distribuida de entre las especies endémicas de México, y está catalogado por la IUCN como "cercana a la amenaza". Sin embargo, se desconocen aspectos fisiológicos y conductuales de la especie, lo cual no permite proponer estrategias para su conservación. En Tlaxcala, el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta contó con instalaciones en la Estación Científica La Malinche, ubicada dentro del Parque Nacional La Malinche, apropiadas para adaptar un confinamiento para el estudio de los conejos nativos. Por lo tanto el objetivo de esta tesis consistió en desarrollar un encierro de tipo semicautiverio en la ECLM para realizar estudios fisiológicos y conductuales sobre el conejo *S. cunicularius*. Por ello, se hizo el diseño e implementación de la ambientación del área destinada para el encierro (un rectángulo de 530 m<sup>2</sup>). La ambientación consistió en la introducción de parches de vegetación de pastizal, suministros de agua y alimento así como protecciones contra depredadores. Una vez ambientado el encierro, se capturaron 11 conejos silvestres (seis hembras y cinco machos) y se introdujeron al encierro, manteniendo entre tres y cinco individuos en el mismo momento. Posteriormente se realizaron monitoreos periódicos de la vegetación (altura y cobertura), número de excretas y textura y pH del suelo. Estas características fueron monitoreadas en áreas fuera del encierro como punto de referencia. De los conejos confinados, se monitorearon mensualmente las características biométricas: peso y talla, y parámetros hematológicos: hematocrito, velocidad de sedimentación globular (VSG) y el conteo diferencial de leucocitos, para conocer su estado de salud.

Se encontró que la vegetación tuvo mayor altura y cobertura fuera del encierro, y estos valores fluctúan aparentemente con la época climática (lluvias y secas). Dentro del encierro hubo mayor número de excretas de los conejos que afuera y en ambos casos disminuye durante la época de lluvias. En las características del suelo, la textura no presentó diferencias entre ambos sitios ni a lo largo del tiempo en cada sitio, mientras que el pH del suelo fue más alcalino dentro del encierro que afuera.

Las características biométricas de los conejos: ganancia de peso y talla, fueron similares a las reportadas en otros estudios, pero aunque los conejos confinados alcancen la talla reportada para conejos en libertad, no logran igualar el peso. En el caso de los parámetros hematológicos, los valores de hematocrito, VSG y conteo diferencial de leucocitos son similares a los reportados en otros estudios de la especie en el mismo sitio de estudio. Por lo que se puede considerar que el confinamiento no modificó substancialmente los patrones biométricos ni hematológicos en los conejos confinados.

En este estudio se identificó el patrón diario de actividad (diurno) de los conejos confinados permitiendo establecer horarios de observaciones y videografar algunas de sus conductas. Además, durante el año 2008 dos hembras del encierro se reprodujeron, dando lugar a cuatro camadas de conejos. Los tamaños de camada fueron de 2, 4 y 6 crías. También, se registró que las hembras de *S. cunicularius* construyen un nido que recubren y cierran con pasto y pelo donde paren a sus crías.

Finalmente se concluye que el encierro establecido cumple con los requerimientos para proveer información detallada acerca de algunos aspectos fisiológicos y conductuales de la biología de *S. cunicularius*.



# INDICE

Páginas

1	1.1 Los conejos de México	2
3	1.2 Estudios fisiológicos y conductuales: su aportación	3
7	<b>2. ANTECEDENTES</b>	7
7	2.1 Historia natural de <i>Sylvilagus cunicularius</i>	7
8	2.2 <i>Sylvilagus cunicularius</i> en el Parque Nacional La Malinche	8
10	2.3 Encierros para conejos silvestres	10
12	<b>3. OBJETIVOS</b>	12
12	<b>4. METODOLOGÍA</b>	12
12	4.1 Sitio de estudio	12
13	4.2 Diseño del encierro e implementación de la ambientación	13
14	4.3 Monitoreo de características del encierro en presencia de conejos	14
15	Vegetación	15
16	Excretas	16
17	Suelo	17
18	4.4 Monitoreo de características corporales y fisiológicas de los conejos	18
20	4.5 Ubicación de sitios estratégicos para observación y filmación de confinados	20
21	4.6 Elaboración de un manual sobre el monitoreo de un encierro, con conductas	21
21	4.7 Análisis estadístico	21
23	<b>5. RESULTADOS</b>	23
23	5.1 Diseño e implementación del encierro	23
25	5.2 Monitoreo de las características del encierro	25
vii		

25	Vegetación
38	Heces
40	Suelo
44	5.3 Introducción de conejos al encierro y monitoreo de sus características
51	5.4 Ubicación de sitios estratégicos para filmación de conductas
52	5.5 Elaboración de un manual sobre el monitoreo de un encierro, con condiciones de semicautiverio, para conejos <i>Sylvilagus cunicularius</i>
54	6.1 Diseño e implementación del encierro
56	6.2 Monitoreo de características del encierro
63	6.3 Monitoreo de características biométricas y parámetros hematológicos en los conejos
65	<b>7. CONCLUSIONES</b>
66	<b>8. REFERENCIAS</b>
75	<b>9. PUBLICACIONES</b>
96	<b>10. MANUAL DEL ENCIERRO PARA CONEJOS DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA LA MALINCHE</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En mamíferos, los lagomorfos son un grupo que contiene un número cada vez más creciente de especies amenazadas o en peligro de extinción. El orden Lagomorpha tiene una distribución mundial y está constituido por la familia Ochotonidae, en la cual se encuentran las pikas, y la Leporidae, que incluye a los diversos géneros de liebres y conejos (Chapman y Flux 1990).

En el continente americano predominan los conejos del género *Sylvilagus* (Hall 1981, Ceballos y Galindo 1984, Cervantes 1993) que cuenta con 17 especies (Chapman y Flux 1990, 2008). Se distribuyen desde el sur de Canadá hasta el sur de la Patagonia (Nelson 1909) y abarcan desde el nivel del mar hasta lugares con elevaciones de 5000 m en las altas montañas (Chapman y Flux 1990, Cervantes *et al.* 2002, Chapman y Flux 2008).

Los conejos silvestres constituyen un punto clave dentro de redes alimenticias. Su tamaño intermedio y gran abundancia los coloca en condiciones de alimentar a una comunidad de pequeños a medianos depredadores tales como mustélidos, zorros, coyotes, felinos, halcones, búhos y víboras (Ceballos y Galindo 1984, Chapman y Flux 1990, Cervantes 1993, Chapman y Flux 2008).

Son reguladores de especies vegetales potencialmente perjudiciales ya que consumen grandes cantidades de partes vegetativas y reproductivas de pastos, hierbas, arbustos y hasta árboles jóvenes (Ceballos y Galindo 1984, Chapman y Flux 1990, Cervantes 1993, Chapman y Flux 2008). Los conejos contribuyen a la dispersión de semillas de varias especies de plantas. Suelen ser altos consumidores de forraje en las zonas de cultivo y también dispersores de arbustos y malezas "indeseables" (Ceballos y Galindo 1984).

Los conejos silvestres son hospederos de parásitos internos y externos como las tenias y las garrapatas, y pueden transmitir varias enfermedades (tularemia, enfermedades rickettsiales, encefalitis del este, virus del papiloma, peste entre otras) dentro de una cadena de infección continua entre animales silvestres (ya sean depredadores o coespecíficos) e incluso al ser humano (Cervantes 1993, Chapman y Litvaitis 2003).

Cuando algunas especies de conejos llegan a ser muy abundantes ocasionan daños al sector agropecuario, dadas sus actividades alimentarias, sobre todo cuando el alimento en su hábitat es escaso (Cervantes 1993). Sin embargo, los conejos proporcionan a la gente un

valioso recurso alimenticio, ya que son fuente de alimento local para habitantes del sector rural. Son unos mamíferos de caza muy comunes tanto para alimento como por deporte. Constituyen un atractivo para la caza deportiva, cuyo uso intensivo contribuye a generar divisas por la obtención de permisos de caza (Ceballos y Galindo 1984, Cervantes 1993, Leopold 2000).

### 1.1 Los conejos de México

México es uno de los países más ricos del continente americano en cuanto a número de especies de conejos silvestres. Aquí se encuentran presentes diez especies de conejos, nueve pertenecientes al género *Sylvilagus* y una al género *Romerolagus*. El género *Sylvilagus* contiene cuatro especies endémicas a México: *S. cunicularius*, *S. insonus*, *S. graysonii* y *S. mansuetus* (Ruedas 1998, Cervantes 1993, Cervantes *et al.* 2002).

De las especies de conejos que se encuentran en México cinco de ellas están catalogadas bajo un algún estatus de protección. La base de datos más reconocida internacionalmente, sobre el estatus de de las especies animales y vegetales es la provista por La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN). La IUCN incluye en su listado de especies susceptibles a algún estatus de protección a las especies *R. diazi*, *S. insonus*, *S. graysonii*, *S. mansuetus* y *S. cunicularius* (IUCN 2004). En nuestro país, la Norma Oficial Mexicana (NOM-059) de ecología determina las especies de flora y fauna en riesgo y establece los lineamientos para su protección, cuyas categorías de protección coinciden parcialmente con las de la IUCN (NOM-059-ECOL-2002, IUCN 2004). Los conejos considerados por la NOM incluyen a *R. diazi*, *S. insonus*, *S. graysonii*, *S. mansuetus* y *S. bachmani* (NOM-059-ECOL-2002), excluyendo al endémico *S. cunicularius* (NOM-059-ECOL 2002) debido, probablemente, a que se desconocen diversos aspectos biológicos de esta especie.

Se utilizan diferentes criterios para poder ubicar las especies de conejos en alguna de las categorías de protección, la NOM-059 emplea el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER). Este método unifica los criterios de inclusión de alguna especie a las categorías de riesgo y considera cuatro aspectos independientes del taxón en cuestión, como la amplitud de su distribución en México, el

estado del hábitat con respecto a su desarrollo natural, la vulnerabilidad biológica intrínseca y el impacto de la actividad humana sobre el taxón (NOM-059-ECOL-2002). Para conocer el desarrollo natural del taxón y su vulnerabilidad biológica intrínseca, se requiere conocer la *biología general* (fisiología, reproducción, evolución, nutrición, mortogénesis, patología, variabilidad genética, grado de especialización, entre otros) de la especie (NOM-059-ECOL-2002). Sin embargo, la información existente sobre aspectos básicos de la biología de los conejos silvestres, es sorprendentemente escasa, lo que dificulta proponer estrategias adecuadas para su protección y conservación, como es el caso de *S. cunicularius*.

Diversos factores amenazan las poblaciones de conejos (y otros lagomorfos) en México, como la desaparición de su hábitat por la tala immoderada, los incendios, el sobrepastoreo y la continua apertura de áreas para cultivos, ganadería y asentamientos humanos. Todo ello va cambiando y eliminando las características del hábitat adecuado para el ciclo de vida de los conejos. Legalmente se estipula el aprovechamiento cinegético de los conejos, con excepción de los endémicos o de poblaciones amenazadas (Cervantes 1993). Sin embargo, ello no se cumple del todo, la cacería furtiva es una amenaza constante, ya que se capturan y matan ejemplares durante todo el año sin respetar los periodos de veda o las restricciones del calendario cinegético (Cervantes 1993). Así, los conejos silvestres endémicos han estado sujetos a un aprovechamiento no restringido. La cacería indiscriminada se debe, en parte, al desconocimiento del tamaño de las poblaciones y de sus características biológicas generales, entre ellas, su comportamiento.

## 1.2 Estudios fisiológicos y conductuales: su aportación

El estudio de la fisiología animal particularmente los estudios hematológicos, y del comportamiento animal han aportado una amplia gama de conocimientos sobre la biología de las especies. Contribuye a la conservación de las especies, especialmente de animales silvestres a través de estudios teóricos, de diagnóstico y de manejo (Cockrem 2005, Boere *et al.* 2003).

Los parámetros hematológicos son indicadores importantes del estado fisiológico de los individuos, tanto de seres humanos como de animales (Khan y Zafar 2005). Actualmente

El estudio del comportamiento animal en condiciones naturales (individuos en libertad) es ideal para obtener el conocimiento lo más fidedigno posible. Sin embargo, esto plantea muchos desafíos que no se enfrentan en condiciones controladas en un laboratorio (Rodríguez-Luna 1998, Cockrem 2005), en algunas especies puede aportar escasa información debido a diversos factores, entre éstos, la falta de control sobre los sujetos, la baja oportunidad de encuentro entre observadores e individuos de estudio porque se hayan dispersado a otras áreas fuera del sitio de estudio y la depredación de los individuos por animales o humanos. Todos ellos contribuyen a que en muchas ocasiones no se puedan realizar observaciones

ayudar, directa o indirectamente, a mantener poblaciones autosuficientes en libertad. grandes oportunidades para contribuir de forma directa a programas de conservación y conducta de las especies animales, especialmente de aquellas con estatus de riesgo, ofrece Así mismo, Cockrem (2005) menciona que el estudio combinado de la fisiología y la acciones para su conservación (Caro 1999).

El estudio del comportamiento animal ayuda a la conservación de las especies por medio de alguna de las 20 líneas de estudios propuestas por Sutherland (1998). Entre tales líneas se encuentran las relacionadas a las áreas mínimas necesarias para reservas, la extinción de poblaciones pequeñas, la reproducción en cautiverio, la dispersión de poblaciones en hábitats fragmentados y la predicción de consecuencias por cambios ambientales (Sutherland 1998). Además la aplicación de los estudios conductuales tiene gran potencial para comprender la respuesta de las poblaciones animales ante las perturbaciones, su reproducción en cautiverio, la reintroducción y monitoreo de individuos, e incluso es útil para entender

los parámetros hematológicos tales como el hematocrito, la velocidad de sedimentación globular, el recuento leucocitario y eritrocitario, entre otros, han sido empleados en varias especies silvestres. Están siendo usados como indicadores fisiológicos de salud y desarrollo debido a que pueden reflejar alteraciones fisiológicas y patológicas como disfunciones orgánicas debidas a estrés, estado nutricional o indicar enfermedades tanto en los individuos como en sus poblaciones (e.g. Newman *et al.* 1997, Thompson *et al.* 1997, OCDE 2000, Boere *et al.* 2003, Valenzuela *et al.* 2003, Katukhin *et al.* 2005, Fayusi 2007).

conductuales más o menos precisas. Una solución a ello es capturar algunos ejemplares de las

especies y estudiarlos en cautiverio.

En animales en cautiverio se ha monitorizado y manipulado su conducta reproductora y su fisiología, aunque se reconoce que el uso de tales técnicas para las poblaciones silvestres es todavía poco extendida (Sutherland 1998). Muchas veces en cautiverio, el diseño del ambiente artificial que se provee a los animales no se rige por algún principio de manejo y los ambientes creados no concuerdan con las necesidades de los animales. Solo una proporción de los encierros son diseñados para cumplir con objetivos de manejo humano, por ejemplo en los laboratorios de investigación y los zoológicos (Morrone y Fortino 1997, Rodríguez-Luna 1998). No obstante, los encierros como los provistos por los zoológicos, ayudan a la conservación de la fauna silvestre facilitando el acceso a los individuos para realizar investigaciones diversas (como los estudios con el conejo zacatuche, *R. diazi*, en el zoológico de Chapultepec Romero y Velázquez 1994, Solomón *et al.* 2005). Tales cautiverios permiten la reintroducción de las especies ya que proveen núcleos para el restablecimiento o refuerzo de las poblaciones silvestres. Sin embargo, a veces se olvida que al encontrarse las especies fuera de su ambiente habitual y encontrarse en ambientes artificiales, se restringe la libre expresión de su repertorio conductual (Rodríguez-Luna 1998) pudiendo no mostrar todas sus conductas naturales.

Por otra parte, el estudio de la conducta animal también se lleva a cabo bajo dos esquemas seminaturales: la semilibertad y el semicautiverio, condiciones cercanas a la vida silvestre. La semilibertad se refiere básicamente a una condición en la que los animales se encuentran circunscritos a un ambiente que presenta una composición biótica parecida a la de su hábitat natural pero de menor extensión, diversidad y abundancia de recursos. El semicautiverio, es una condición creada para los animales confinados en ambientes diseñados por el hombre. En semicautiverio, el ambiente se mantiene con algunos elementos y estructuras típicas del hábitat natural con una amplitud del espacio provisto que permite la libertad de movimiento de los animales (Morrone y Fortino 1997, Rodríguez-Luna 1998). Por ejemplo, Zeng *et al.* (2005) en el ciervo de Elde, clasificaron las condiciones de vida como cautiverio o semicautiverio de acuerdo a los recursos alimenticios a los que tenían acceso estos animales. La clase cautiverio se refirió cuando los ciervos se encontraban en un encierro

Los estudios conductuales realizados en condiciones de semicautiverio, como se mencionó arriba, permiten desarrollar estudios propios del trabajo de campo y laboratorio, investigaciones observacionales y experimentales así como contrastar hipótesis que en ambientes naturales o artificiales sería imposible realizar. De esta manera el establecimiento de colonias en encierros seminaturales con conejos silvestres en su hábitat, puede ser una buena herramienta para el estudio de aspectos biológicos y conductuales básicos (por ejemplo los materiales de construcción del nido, número de visitas que realiza la madre al nido durante el día, la longevidad de los individuos, interacciones sociales, conductas de cortejo y apareamiento, entre otras) que contribuyan a su reproducción exitosa y así a su conservación. Por ello, una estrategia adecuada que permita realizar estudios de manera más controlada, sobre aspectos básicos de la biología y conducta del conejo montés *S. cunicularius*, es el establecer una colonia en un encierro, en la misma zona donde se encuentra de manera natural.

Bajo este gradiente de encierros seminaturales, cabe mencionar a aquellos empleados para conejos, que están ubicados en los hábitats naturales de las poblaciones (encierros *in situ*) con el objeto de reproducir a los individuos de una especie para reintroducirlos a sus áreas naturales de distribución. Los estudios realizados bajo estas condiciones han estado enfocados a la biología de los individuos, e incluso se han realizado algunas descripciones conductuales en especies tales como *S. floridanus*, *S. bachmani*, *S. idahoensis* y *Oryctolagus cuniculus* (Marsden y Conaway 1963, Marsden y Holler 1964, Lord 1964, Rongstad 1966, Sorensen *et al.* 1968, Fullagar 1981, von Holst *et al.* 1999, Rödel *et al.* 2004). Del establecimiento de dichos encierros ha derivado una gran cantidad de información en los aspectos reproductivos, de sobrevivencia e interacciones entre individuos. En México, no hay reportes de trabajos con estos encierros para conejos.

(en granjas) y la totalidad de su comida les fue proporcionada, mientras que en la clase semicautiverio se refirió cuando los animales estuvieron en un encierro donde podían comer sus alimentos naturales o pastos pero suplementando su alimentación con pequeñas cantidades de otros alimentos (Zeng *et al.* 2005).



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Historia natural de *Sylvilagus cunicularius*

*S. cunicularius*, también llamado conejo montes, es el conejo más grande de México (Cervantes *et al.* 1992). Su cuerpo es grueso, con cuello corto y cabeza pequeña. El hocico es corto, con vibrisas muy desarrolladas. Las orejas son largas y estrechas con la punta redondeada y cubiertas de pelo. La cola es pequeña, esponjada y muy evidente. El pelaje es corto, abundante y de textura suave. La coloración es café grisáceo en el dorso y blanco en el vientre hasta la cola. La nuca y las patas tienen un tono rojizo (Ceballos y Galindo 1984, Ceballos y Miranda 1986). Los rangos extremos de las medidas corporales para individuos adultos de la especie son: 485-515 mm de longitud total, 54-68 mm de longitud de la cola vertebral, 108-111 mm de longitud de la pata trasera y 60-63 mm de longitud de la oreja (Hall 1981), sin hacer referencia a variación de acuerdo al sexo. Su peso va de 1800 a 2300 g (Leopold 2000, Hall 1981, Cervantes *et al.* 2005).

*Sylvilagus cunicularius* es una especie endémica de México y se le encuentra en la parte central del país desde Sinaloa hasta Oaxaca, (Ceballos y Galindo 1984, Ceballos y Miranda 1986) y hacia el este a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal, desde las montañas de Michoacán hasta Veracruz (Diersing y Wilson 1980, Hall 1981). Ha sido registrada en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y Puebla (Diersing y Wilson 1980, Hall 1981, Cervantes *et al.* 1992). Esta especie se encuentra desde el nivel del mar hasta altitudes de 3,500 m (Cervantes *et al.* 1992). En el estado de Tlaxcala se han colectado ejemplares a 10 km al Este de Calpulalpan a 2680 msnm (Ceballos y Galindo 1984) y, recientemente, en las localidades de Ixtacuitla y el Parque Nacional La Malinche (Vázquez *et al.* 2003).

*Sylvilagus cunicularius* se encuentra en tierras bajas áridas así como en tierras altas templadas (Cervantes *et al.* 1992). Prefiere los bosques abiertos, secos o con poca humedad y con sotobosques de cobertura densa, donde abundan hierbas y pastos (Ceballos y Miranda 1986). En el cinturón del Eje Neovolcánico Transversal, habita bosques de pino y roble-pino con grupos de pastos, y puede encontrarse compartiendo el hábitat con otros leporídeos

**2.2 *Sylvilagus cunicularius* en el Parque Nacional La Malinche**

En el Parque Nacional La Malinche (PNLM) ubicado en el estado de Tlaxcala, *S. cunicularius* cohabita con *S. floridanus* (Rodríguez *et al.* 2004). En esta área natural protegida el CTBC ha realizado estudios de la biología de las especies de conejos nativos. Con los estudios realizados entre los años 2000 y 2005 (Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005, González 2005),

(Cervantes *et al.* 1992). El ámbito hogareño de *S. cunicularius* es muy reducido y pocas veces sobrepasa una hectárea (Ceballos y Miranda 1986).

Su dieta es herbívora y prefieren hierbas anuales y gramíneas. Se alimenta de un conjunto de pastos, entre ellos, *Muhlenbergia macrocha*, *Stipa ichu* y *Festuca amplissima* (Cervantes *et al.* 1992). Tienden a seleccionar brotes de pastos, hojas jóvenes, cortezas de arbustos y plantas cultivadas como la avena (Ceballos y Galindo 1984).

La reproducción de *S. cunicularius* ocurre durante todo el año. La gestación dura entre 28 y 31 días, y nacen de cuatro a siete crías en cada parto. Las crías salen del nido hasta los 15 días para alimentarse solas en las proximidades del nido. Su desarrollo es completo antes del año de edad y son aptos para reproducirse entre los cinco y ocho meses de edad (Ceballos y Galindo 1984). En la región centro del país conocida como Cuenca de México (que comprende al Distrito Federal y parte de los estados de Hidalgo, México y Tlaxcala) se reporta que las hembras pueden tener varios partos al año (Ceballos y Galindo 1984), y se han recolectado hembras que están lactantes y gestantes al mismo tiempo (Armstrong y Jones 1971, Rodríguez *et al.* 2004).

Este conejo es solitario, sin embargo se ha descrito que en época reproductora forma agregaciones. Su actividad se concentra en las primeras horas de la mañana y al atardecer, pero se le puede ver activo durante la noche y durante el día. Se piensa que cada individuo posee un área que puede superponerse con la de otros individuos (Ceballos y Galindo 1984, Ceballos y Miranda 1986).

En Tlaxcala, la información disponible sobre dicha especie era sólo de su distribución hasta antes de los trabajos del grupo del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC, Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005, González 2005, Rodríguez *et al.* 2006, Vázquez *et al.* 2007a, Vázquez *et al.* 2007b).

La dieta de *S. cunicularius* es principalmente de plantas monocotiledóneas (pastos) y en menor proporción de plantas dicotiledóneas (plantas con flores). El consumo de monocotiledóneas es alto ya que comprende el 60 % de toda su dieta. Incluye pastos de las familias Poaceae y Cyperaceae, de las que consumen 52 y 4 % respectivamente, así como de otras familias de monocotiledóneas (4 %). El consumo de dicotiledóneas es de 8 % comprendiendo a plantas de las familias Plantaginaceae y Oxalidaceae. El 32 % restante en la

Iluvias, a 22 individuos/km<sup>2</sup> durante la época de secas (González *et al.* 2007).  
 En cuanto a la estructura poblacional de *S. cunicularius* en el PNLM se encontró que la proporción de sexos es 1:1 y parece no variar en el tiempo. De acuerdo con los animales capturados, la estructura de edades indica que los adultos predominan en mayor proporción (7:3 adultos con respecto a juveniles), aunque es probable que el método de trapeo con redes (Método Vázquez en Vázquez *et al.* 2003, Vázquez *et al.* 2007b) esté sesgado a individuos adultos. Se estimó una densidad poblacional de *S. cunicularius* la cual es de 27 individuos por kilómetro cuadrado (10 has). Estas cifras varían de 25 individuos/km<sup>2</sup> durante la temporada de

sólo en los machos (Vázquez 2005).  
 sólo en las hembras mientras que los géneros *Citroaenia*, *Heterakis* e *Hymenolepis diminuta* a los parásitos intestinales, los géneros *Graphidium*, *Nippostrongylus* y *Aspicularis* estuvieron (época climática). Las hembras tienen un mayor número de pulgas que los machos. En cuanto grandes y adultos (tamaño y edad), mientras que en los machos se asoció al período de secas en el número de pulgas de la especie *Cedropsylla inaequalis* estuvo asociado a individuos más nemátodos) fueron nuevos registros para el género *Sylvilagus*. En las hembras, el incremento pulgas. Se encontró que cinco tipos de parásitos (uno de pulga, uno de cestodos y tres de presencia de diversos parásitos entre los que se incluyen cestodos, nemátodos, protozoarios y bajo de hematocrito que las hembras no reproductoras (Rodríguez *et al.* 2004). Se describió la las mismas condiciones ambientales, las hembras reproductoras presentaron un porcentaje más *cunicularius* se han medido varios indicadores fisiológicos, por ejemplo se encontró que bajo precipitación, temperatura y fotoperiodo (Vázquez *et al.* 2007a). En esta población de *S.* que el inicio del incremento de la actividad reproductora se asoció al aumento en marzo a octubre, y asociada al período de Iluvias (Vázquez *et al.* 2007a) También se encontró se ha descrito la estacionalidad reproductora de *S. cunicularius* concentrada en los meses de

dieta de esta especie corresponde a plantas que no pudieron ser identificadas (Rodríguez *et al.*

2006).

No obstante la información recabada no ha sido posible estudiar aspectos fisiológicos y conductuales tales como la termorregulación de las crías, desarrollo, conducta maternal, amamantamiento de las crías, hormonas sexuales y del estrés, así como el comportamiento reproductivo o social de *S. cunicularius* por la falta de control sobre los individuos. Aunque estos sean marcados para su reconocimiento individual, Vázquez (2005) menciona que es frecuente que no se vuelvan a capturar. Por lo que es común que los estudios conductuales con los individuos no sean posibles de seguirse. Las razones de ello son varias e incluyen la dispersión o desplazamiento natural de los conejos fuera de sus sitios de origen, las pocas oportunidades de encuentro con los individuos de estudio, la alta probabilidad de depredación de los conejos por depredadores naturales, perros domésticos o ferales, así como la caza furtiva.

Por tanto, una estrategia para poder realizar de manera más controlada estudios de tipo fisiológico y conductual en el conejo montés es estableciendo una colonia de esta especie en un encierro.

### 2.3. Encierros para conejos silvestres

Para especies de conejos silvestres hay reportes de su manejo realizados en Estados Unidos con la especie *S. floridanus*, donde se han construido encierros para mantener hasta 12 conejos en un área rectangular de 121.95 por 60.98 m, comprendiendo 0.73 has (Marsden y Conaway 1963). Casteel (1966) estudió la misma especie, aunque no menciona el número de individuos. Utilizó un encierro de 0.8 has que incluía dos encierros más pequeños de 0.25 has cada uno. Rongstad (1966) adaptó unas jaulas para faisán que median 18.2 por 7.6 m (138.32 m<sup>2</sup>) con una altura de 1.5 m para meter los conejos. Para cada encierro se calculó una capacidad de sostén de tres conejos (un macho y dos hembras). Recientemente, Williams *et al.* (2002) trabajaron con la especie *S. bachmani*, construyendo tres encierros, cada uno de 0.5 has en promedio. Cada encierro incluía seis parches de vegetación y fue equipado con cajas nido de dos tipos (de madera y de tubo de PVC) para proveer protección a los conejos y que sustituyeran a los hoyos que naturalmente encuentran en el ambiente. En México solo la

Fig. 1 Individuo adulto de *Sylvilagus cunicularius*

especie *Komerolagus diazi* ha sido establecido en una colonia en cautiverio en las instalaciones del zoológico de Chapultepec (Ambríz *et al.* 2003, Solomón *et al.* 2005). A partir de la información derivada de los estudios de la especie en condiciones de cautiverio se logró reproducir a la especie y obtener individuos para reintroducirlos a su hábitat natural (Velázquez 1996) dado que esta especie se encuentra catalogada como "en peligro" de extinción (NOM-059-ECOL-2002, IUCN 2004).

Por otra parte, *S. cunicularius* es una especie endémica de México que de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2002 no se encuentra en riesgo, aunque la IUCN (2004) la ha catalogado como cercana a la amenaza. Por ello, es necesario realizar estudios acerca de la fisiología y conducta de la especie que permitan a mediano plazo un adecuado manejo de la misma que contribuya a su conservación.

En el Parque Nacional La Malinche se ha establecido la Estación Científica La Malinche, uno de los propósitos principales de su establecimiento fue el estudio sistemático de la fisiología y conducta del conejo montés *S. cunicularius*. Dadas las dificultades antes expuestas para realizar estos estudios, la necesidad de establecer un encierro fue una de las prioridades para llevar a cabo los objetivos de la Estación. Por lo tanto el presente proyecto considero establecer ahí un encierro de tipo semicautiverio. Se pretende que ello facilite en el futuro realizar estudios fisiológicos y conductuales con conejos de la especie *S. cunicularius*, la implementación del encierro fue el propósito general de este estudio.

### 3. OBJETIVOS

**General:** Establecer un encierro en la Estación Científica La Malinche para realizar estudios fisiológicos y conductuales sobre *Sylvilagus cunicularius* en condiciones de semicautiverio.

#### Particulares:

1. Diseñar e implementar la ambientación del encierro.
2. Monitorear algunas características del encierro (vegetación, suelo y excretas) en presencia de conejos.
3. Monitorear las características corporales y fisiológicas de los conejos confinados.
4. Ubicar sitios estratégicos para la observación y la filmación de conductas.
5. Elaborar un manual sobre el mantenimiento del encierro.

### 4. METODOLOGÍA

#### 4.1 Ubicación del sitio de estudio

El estudio se realizó dentro del Parque Nacional La Malinche, en la Estación Científica La Malinche (ECLM), a 9.5 km al Oeste del municipio de Ixtenco Tlaxcala, en el sitio denominado "Cañada Grande" ubicado a los 19° 14' 37" N y 97° 59' 21" W a una altitud de 3103 msnm. En la ECLM se encuentra el terreno donde se planeó implementar el encierro.

El clima de esta región es típico de las zonas templadas subhúmedas, con lluvias en verano y temperaturas entre 6.5° y 22° C. (Vargas 1984, Coordinación General de Ecología 1999).

La flora del PNLM es característica de las altas montañas del Eje Neovolcánico Transversal. El inventario florístico es incompleto, y el único listado disponible es el de la Cañada Grande que incluye 6 especies de coníferas y 119 de plantas con flores, representantes

**Figura 2.** Condiciones iniciales del terreno para el encierro. Durante la edificación de las instalaciones de la Estación Científica La Malinche se removió parte del suelo en el área destinada al encierro y prácticamente toda la vegetación, salvo por un pequeño manchón (izquierda). El área del encierro se delimitó por un muro de piedra (derecha).



4.2 Diseño del encierro e implementación de la ambientación

El área del terreno consta de 0.05 has (38.7 x 13.7 m). El perímetro mide 104.9 m lineales, de los cuales 79.5 m están bordeados por un muro de cemento y el resto por el edificio principal de la ECLM. Sobre el muro y rodeando todo el encierro está colocada malla ciclónica de 2 m de alto con aberturas de 2.5 cm. Al inicio del estudio, el terreno del encierro se encontraba muy perturbado, desprovisto de vegetación y con residuos de las actividades de construcción de la ECLM. Esas mismas actividades ocasionaron que el relieve del suelo se encontrara con desniveles causando escalones de tierra muy pronunciados y montículos. Sobre el suelo se encontraban restos de arena, grava, residuos de cemento, cal y piedras (fig. 2).

A continuación, la metodología se describe de acuerdo a cada uno de los objetivos planteados.

A partir de los escasos trabajos sobre la fauna de La Malinche, se ha determinado la presencia de 27 especies de mamíferos (Gómez et al. 1993, Reyes 1993), 69 de aves (Gómez et al. 1993, 1995, Corona-Vargas y Windfield 2000), 11 de reptiles y 5 de anfibios (Corona-Vargas et al. 2003), de todas ellas 16 especies son endémicas del Eje Neovolcánico. *Mulhembergia*, *Pinus* y *Pinus-Quercus*. (INEGI 1998).

predominante en la zona de estudio son del tipo pastizal donde predomina el género de 41 familias botánicas (Acosta y Kong 1991). Las características de vegetación

de abril a octubre de 2007.

El *número de excretas* se monitoreó de forma mensual sólo en áreas abiertas. Dentro del encierro el monitoreo fue de julio de 2006 a octubre de 2007 y fuera del encierro se realizó abiertas (abril – octubre de 2007).

La *vegetación* se monitoreó mensualmente durante el periodo de junio de 2006 hasta octubre de 2007. Se consideraron dos categorías de vegetación que fueron áreas de pastizal y de zonas abiertas, localizadas dentro y fuera del encierro. En ambas categorías de vegetación se evaluó la altura y el área de cobertura, tanto pastos introducidos al encierro como herbáceas que crecieron de forma natural (ver más adelante). Dentro del encierro se midió la altura y la cobertura vegetal de las plantas en áreas de pastizal (periodo junio de 2006 - octubre de 2007) y en áreas abiertas (periodos abril de 2007 - octubre de 2007 y julio de 2006 – octubre 2007 para altura y cobertura respectivamente). Fuera del encierro también se midió la altura y cobertura vegetal de las plantas en áreas de pastizal (mayo – octubre de 2007) y en áreas abiertas (abril – octubre de 2007).

La *vegetación* se monitoreó mensualmente durante el periodo de junio de 2006 hasta octubre de 2007. Se consideraron dos categorías de vegetación que fueron áreas de pastizal y de zonas abiertas, localizadas dentro y fuera del encierro. En ambas categorías de vegetación se evaluó la altura y el área de cobertura, tanto pastos introducidos al encierro como herbáceas que crecieron de forma natural (ver más adelante). Dentro del encierro se midió la altura y la cobertura vegetal de las plantas en áreas de pastizal (periodo junio de 2006 - octubre de 2007) y en áreas abiertas (periodos abril de 2007 - octubre de 2007 y julio de 2006 – octubre 2007 para altura y cobertura respectivamente). Fuera del encierro también se midió la altura y cobertura vegetal de las plantas en áreas de pastizal (mayo – octubre de 2007) y en áreas abiertas (abril – octubre de 2007).

#### 4.3 Monitoreo de características del encierro en presencia de conejos

La ambientación del encierro se terminó en febrero de 2006, posteriormente, en junio del mismo año se comenzó a introducir a los conejos. A partir de la introducción de los individuos y hasta el mes de octubre de 2007 se monitorearon de forma periódica características de la vegetación, las excretas y el suelo.

Considerando los restos de material de construcción, así como la nula existencia de una Ecología para la extracción de pastos y hojarasca de las inmediaciones de la ECLM con el fin de introduciría al terreno del encierro.

Considerando los restos de material de construcción, así como la nula existencia de una Ecología para la extracción de pastos y hojarasca de las inmediaciones de la ECLM con el fin de introduciría al terreno del encierro.

En el presente trabajo consideramos reportes y estudios de otros encierros (Marsden y Conaway 1963, Marsden y Holler 1964, Lord 1964, Rongstad 1966, Sorensen *et al.* 1968, Fullagar 1981, von Holst *et al.* 1999, Rödel *et al.* 2004) para plantear un diseño y ambientación de acuerdo al terreno disponible en la ECLM. Además se consideró la información reportada de manera particular para *S. cuniculariu* (Vázquez *et al.* 2003, Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005, Rodríguez *et al.* 2006, González *et al.* 2007, Vázquez *et al.* 2007a) que ya fue descrita en la sección de antecedentes.



Con la finalidad de evaluar si las características de la vegetación de dentro del encierro mostraban diferencias con las de áreas fuera del encierro, se midió la altura y cobertura de vegetación en un sitio fuera del encierro (fig. 3). El monitoreo de vegetación en los círculos se realizó en un sitio de pastizal aledaño al encierro que correspondió a la vegetación de las islas. Para ello se marcó un transecto de 60 metros de longitud en dirección Norte-Sur. A cada 10 metros se estableció un círculo de muestreo (siete en total) de un metro de radio. Dentro de esta circunferencia, la cobertura de vegetación fue estimada por medio de la fórmula de la elipse como se describe arriba.

En esta categoría se ubicaron siete parches de vegetación introducida al encierro a los que llamamos *islas* (fig. 3) que se instalaron para que fungieran como sitios de protección para los conejos. De las siete islas, cinco de ellas presentan predominio de pastos del género *Muhlenbergia* y las dos restantes predominio de pastos del género *Stipa*. Se monitoreó la altura de los pastos así como la cobertura vegetal que proveían empleando la fórmula de la elipse (área de cobertura =  $0.25 * \pi * M^2 * m$  Ortiz-Martínez *et al.* 2005) realizando un muestreo en cada isla. En el centro de cada isla de vegetación se trazó un círculo de un metro de radio donde para cada planta de pasto dentro de dicho círculo se registró la altura y se estimó el área de la cobertura de vegetación empleando la fórmula de la elipse. Para ello se midió el diámetro mayor (M) y diámetro menor (m) de cada individuo de pasto y se aplicó a la fórmula de la elipse.

## Vegetación

### *Vegetación de pastizal o de protección*

Las muestras del *suelo* para evaluar sus aspectos físicoquímicos, se obtuvieron en tres muestreos realizados en un lapso de 16 meses, el primero se realizó en agosto de 2006 y se obtuvieron muestras de suelo del área abierta del encierro y del área de pastizal fuera de éste. El segundo muestreo en abril de 2007 y el tercero en noviembre de 2007, en ambos se obtuvieron muestras de áreas abiertas y de pastizal tanto dentro y fuera del encierro. A continuación se detallan las metodologías para cada característica evaluada.

### *Vegetación de áreas abiertas*

Esta categoría incluyó a la vegetación de plantas herbáceas que crece en áreas donde no hay pastizal. Para determinar la cobertura de las áreas abiertas empleamos seis cuadrantes fijos (cuadros de 1 m<sup>2</sup> cada uno) seleccionados previamente de forma aleatoria en el encierro (fig. 3). En cada cuadrante se evaluó el área de cobertura de las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas y se midió la altura promedio de la vegetación en los cuadrantes.

Los datos obtenidos en el encierro se compararon con datos obtenidos fuera de éste donde se midieron las mismas variables que dentro del encierro. Para ello se seleccionó una zona abierta (un claro con vegetación corta y sin pastizal) al Norte de la ECLM donde se marcó un transecto de 30 metros de longitud (fig. 3). Cada cinco metros se trazó un cuadrante de un metro cuadrado donde se estimó mensualmente de forma visual la cobertura de las plantas en áreas abiertas discerniéndolas por monocotiledóneas, dicotiledóneas y agregando a la evaluación, los grupos de musgo y líquen. Además se registró la altura de las plantas para los grupos de monocotiledóneas y dicotiledóneas.

### **Excretas**

Se evaluó el número de excretas acumuladas dentro del encierro. Se hicieron seis cuadrantes fijos de un m<sup>2</sup> cada uno, seleccionados de manera aleatoria dentro de la zona abierta del encierro (los mismos que se emplearon para determinación de la vegetación, ver fig. 3). En cada conteo, sin retirar las excretas de los cuadrantes, se registró el número de heces/m<sup>2</sup>. Para comparar con los datos de las excretas acumuladas en el encierro se realizó un muestreo de heces acumuladas de forma mensual en áreas abiertas naturales (fuera del encierro). Se emplearon los mismos cuadrantes (de 1 m<sup>2</sup> cada uno) del monitoreo de vegetación en áreas abiertas fuera del encierro y se registró el número de heces acumuladas en los cuadros.

### **Suelo**

Para evaluar las características del suelo del encierro en presencia de los conejos se realizaron tres muestreos. En cada muestreo se tomaron muestras de suelo dentro del área de estudio para determinar los valores de su textura y pH. Durante el primer muestreo se obtuvieron muestras

provenientes de seis cuadrantes fijos en el área abierta del encierro. Cada cuadrante midió cuatro metros cuadrados (se colocaron alrededor de los cuadrantes fijos de  $1 \text{ m}^2$  empleados para monitoreo de vegetación, fig. 3), previamente ubicados de forma aleatoria en el encierro. En el segundo y tercer muestreo se tomaron muestras en los cuadrantes de área abierta y cada una de las siete islas de vegetación del encierro.

En cada punto de muestreo se tomaron muestras de suelo de 0-30 cm de profundidad hasta completar aproximadamente 500 g en el primer muestreo y cerca de 100 g en el segundo y tercer muestreo. Se empleó una barrena de media caña para obtener las muestras de suelo en cada punto. Las muestras de suelo se embolsaron y etiquetaron individualmente para posteriormente secarlas a la sombra. Una vez secas, las muestras fueron transportadas para su análisis al Laboratorio Ciencias Ambientales, Módulo de Suelo-Agua de la Universidad Autónoma de Tlaxcala donde se contó con el apoyo de la M en C. Andrea Vera Reyes en los análisis.

La determinación de la textura del suelo se realizó por medio de un análisis mecánico para estimar cuantitativamente el porcentaje de los tamaños de partículas que lo componen: arenas, limos y arcillas por el método del higrómetro de Bouyoucos. Con esos resultados se asignó la clase textural del suelo de acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), empleando el método del triángulo de textura (FAO 2003). La determinación del pH del suelo se realizó mediante un contador electrónico (pH metro) que realiza una lectura directa del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia por medio de electrodos en una mezcla de agua y suelo a una proporción 2:1 (FAO 2003).

Se obtuvieron muestras edafológicas en áreas abiertas y en sitios con vegetación de pastizal fuera del encierro, aledañas a la ECLM, durante los dos últimos muestreos para obtener un punto de referencia de los valores fisicoquímicos del suelo en el encierro. Para obtener las muestras y determinar las características antes mencionadas, se usaron seis cuadrantes fijos de  $4 \text{ m}^2$  cada uno en un área abierta al Norte de la ECLM (fig. 3), así como un transecto de 60 metros de longitud al Oeste de la ECLM con puntos de muestreo cada 10 metros (total: siete puntos de muestreo) en áreas con vegetación de pastizal.

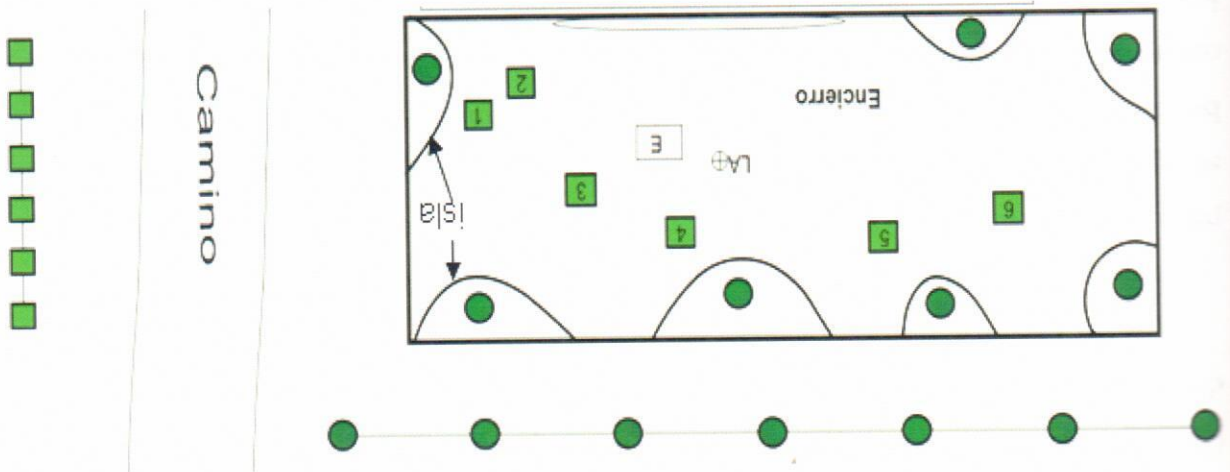
*Marcaje de identificación individual.* Los conejos capturados se marcaron de dos formas para su identificación individual. A cada individuo se le tatuó en la oreja derecha con un número secuencial, utilizando pinzas convencionales para tatuar. Además, en ambas orejas les colocamos aretes de vinil con una clave de colores correspondiente a su número de tatuaje

*Obtención de los conejos.* Los individuos a introducir al encierro fueron capturados bajo permiso de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, N° de registro: SGPA/DGVS/03502/06) y por medio del método de captura de red, utilizando alfalfa como cebo (Vázquez *et al.* 2003, Vázquez *et al.* 2007b), en dos sitios distintos de captura alejados 1.5 km entre sí para reducir la consanguinidad por parentesco de los individuos.

(Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005, Vázquez *et al.* 2007a). Además, para el caso de los machos, los testículos no deben haber descendido al escroto es considerado como individuo juvenil cuando su peso sea inferior o igual a los 1600 g de peso y una longitud total (punta de la cabeza a la punta de la cola) menor a los 450 mm. *Características de los conejos.* Se emplearon hembras y machos juveniles. Un conejo

Se introdujeron al encierro conejos de *S. cunicularius* considerando los siguientes puntos:  
**4.4 Monitoreo de las características corporales y fisiológicas de los conejos confinados**

Figura 3. Sitios de muestreo dentro y fuera del encierro.



(Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005). Los aretes permiten reconocer a los individuos a la distancia, utilizando binoculares.

*Toma y monitoreo de datos corporales y fisiológicos.* A los individuos capturados por primera vez se les registró la fecha y hora de captura, sexo, peso y estado reproductor. Además se registraron sus medidas corporales rutinarias que incluyen longitud total (desde la punta del hocico hasta la punta de la cola), longitud de la oreja izquierda (a partir de la escotadura de la oreja y hasta la punta de esta), largo y ancho del cráneo, longitud de la pata trasera izquierda y longitud de la cola vertebral. En este trabajo sólo se reportan el peso y la longitud total.

En cuanto a las características fisiológicas, se midieron el hematocrito, la velocidad de sedimentación globular (VSG) y el conteo diferencial de leucocitos. La sangre para las determinaciones se obtuvo mediante punción de la vena media de la oreja de alguna de las dos orejas del conejo y se colectó en dos tubos capilares heparinizados para micro hematocrito. También se hicieron dos frotis sanguíneos empleando una gota de sangre en cada uno para el conteo diferencial de leucocitos.

El hematocrito se midió en uno de los tubos capilares que, previamente sellado con fuego en uno de sus extremos, se centrifugó a 10 000 rpm durante 5 minutos. Después se leyó el porcentaje de celular respecto al volumen total. La VSG se determinó con un segundo tubo capilar que se selló en un extremo con plastilina y se dejó sedimentar en posición vertical durante una hora; posteriormente se leyó la tasa de sedimentación (Giralt y Ercoreca 1992, Vázquez 2005).

El conteo diferencial de leucocitos se realizó empleando los dos frotis sanguíneos, secos a temperatura ambiente, obtenidos de cada individuo. Los frotis se tiñeron con colorante Wright (Hycel México S.A. de C.V.) sin diluir. Para ello, se aplicó el colorante sobre el frotis y se dejó actuar durante cuatro minutos, transcurrido ese tiempo se agregó agua sobre el tinte y se les dejó actuar juntos durante cinco minutos para finalmente enjuagar con agua el exceso de tinte. Una vez teñidas las laminitas, se analizaron en un microscopio óptico a 100x, empleado aceite de inmersión, donde se contaron 100 leucocitos clasificándolos por tipo celular (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos). Los tipos celulares de leucocitos

se expresaron en porcentaje con respecto al total de células observadas (Lynch *et al.* 1977, Davidsohn y Henry 1978).  
Una vez confinados los conejos en el encierro, de forma mensual se capturaron monitorando los datos corporales y fisiológicos antes mencionados.

#### **4.5 Ubicación de sitios estratégicos para observación y filmación de conductas**

Como parte de la ubicación de los sitios más adecuados para observar y videografiar conductas se probaron tres diferentes sitios alrededor del encierro. Previamente se necesitó establecer un horario en el cual fuera posible observar activos a los individuos, de tal forma que era primordial conocer el patrón de actividad de los conejos a lo largo del día.

*Determinación del patrón de actividad diaria.* Se realizaron 28 horas de observación

empleando dos días. Para cada día se realizaron 14 horas continuas de observación comenzando desde las 6 h y terminando a las 20 h. Las observaciones incluyeron la anotación de las conductas desplegadas por los individuos y la hora. Para la elaboración del patrón general de actividad diaria se empleó el criterio usado por Fullagar (1981, "... *determinar como activo a un individuo cuando la proporción del tiempo invertido sobre la superficie exceda el 50 % del intervalo de tiempo de 30 minutos...*"), por lo que a un periodo de 14 horas se le dividió en 28 intervalos de media hora cada uno. Se asignó como *activo* a un individuo cuando éste se mantuvo realizando alguna *actividad* durante más del 50% de un periodo de 30 minutos. Consideramos como actividad cuando los conejos confinados se encontraban en movimiento constante (realizando cualquier actividad/conducta como desplazamiento, interacciones sociales, alimentación, acicalamiento etc.) en un área visible o, si se encontraba en un área de poca visibilidad, tener al menos indicios de su movimiento. Consideramos como *inactivo* a un individuo cuando éste se encontraba descansando en alguno de sus echaderos, durmiendo u oculto y sin movimiento aparente.

*Determinación de horarios de videografías.* Con los resultados del patrón de

actividad diaria se propusieron horarios de observación acorde a los periodos de actividad de los conejos dentro del encierro.

*Ubicación de los sitios estratégicos de videogravación.* Dentro de los horarios establecidos, se realizaron videofilmmaciones desde tres diferentes puntos alrededor del encierro empleando videocámara con y sin trípode.

#### **4.6 Elaboración de un manual sobre el monitoreo de un encierro, con condiciones de semicautiverio, para conejos *Sylvilagus cunicularius***

Con base a las metodologías empleadas a lo largo del estudio y los resultados obtenidos se elaboró un manual que reunió los requerimientos e implicaciones del encierro establecido en la ECLM así como la forma en que deben monitorearse las características del encierro tipo semicautiverio. Se incluyó una descripción de las metodologías empleadas para el monitoreo de la vegetación, heces y suelo así como del monitoreo de los conejos confinados. Incluyó también las sugerencias y recomendaciones para cada aspecto de acuerdo a las necesidades del grupo de trabajo. La elaboración del manual se consideró como el producto último de la tesis de maestría.

#### **4.7 Análisis estadístico**

El análisis de la vegetación para evaluar las variables altura y cobertura vegetal a lo largo del tiempo de los sitios dentro (DE) y fuera (FE), respectivamente, incluyó una prueba de comparación múltiple para medidas repetidas no paramétrica (*Friedman test*), tomando en consideración que el número de repeticiones fue reducido (islas  $n=7$  y cuadrantes de áreas abiertas  $n=6$ ). En los casos donde la prueba mostró diferencias significativas, para identificar los sitios donde hubo diferencias se emplearon pruebas de comparaciones múltiples de *Dunn* con una  $p < 0.05$ . Los análisis se realizaron con el programa STATSTICA 7. La comparación de las variables altura y cobertura vegetal entre los sitios DE y FE se realizó empleando un análisis de varianza para medidas repetidas seguida por pruebas de *Fisher* como *post hoc*, con una  $p < 0.05$ . Los datos son reportados por la mediana  $\pm$  la desviación estándar. Los análisis se realizaron con el programa StatView © versión 5.0 .

Para describir las características del suelo, pH y textura, se empleó estadística descriptiva. En el caso de la textura se calculó y reportó el valor de la media de los porcentajes de los agregados por sitio de muestreo (DE y FE) para cada una de las fechas de monitoreo. En el caso del pH se empleó estadística descriptiva de los datos por sitio y fecha de monitoreo, se reportó la mediana, primer y tercer cuartil así como máximos y mínimos. La estadística descriptiva y las gráficas se realizaron con el programa Sigma Plot 11.

Para el caso del conteo diferencial de leucocitos, se realizó la estadística descriptiva de los datos, se reportó la mediana, primer y tercer cuartil así como los máximos y mínimos.



## 5. RESULTADOS

### 5.1 Diseño e implementación del encierro

#### Propuesta del diseño de ambientación

De acuerdo al espacio proporcionado, a la información reportada sobre otros encierros y a las observaciones de los conejos libres, se propuso el diseño de un encierro (Figura 4) que tuviera las siguientes características: 1) áreas con vegetación de pastizal que sirven de protección para los conejos, 2) áreas abiertas, con escasa vegetación que faciliten la observación de conejos a los investigadores, 3) suministro de agua, 4) un relieve con sitios a desnivel que favorezca la variabilidad ambiental dentro del encierro y 5) comederos y cajas trampa de madera. A continuación se describen los puntos anteriores.

1) *Vegetación de pastizal.* Se propuso establecer seis áreas de vegetación que brindaran resguardo a los conejos. La vegetación debía estar constituida por pastos de la especie *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*, que son pastos abundantes, grandes y densos. Estas áreas estarían ubicadas a manera de islas de vegetación en la periferia del encierro e interconectadas entre sí por medio de franjas de pastos de las especies antes mencionadas para que los conejos puedan pasar de una a otra isla sin exponerse.

2) *Áreas abiertas.* Es una zona con escasa vegetación, ubicada al centro del encierro rodeada por las áreas de pastos antes mencionadas.

3) *Suministro de agua.* Como suministro de agua se propuso en el diseño una toma de agua y un estanque de 2 m de largo por 1.5 m de ancho y 0.5 m de profundidad sin pendientes pronunciadas para prevenir que los conejos caigan y se ahoguen. Se propuso que el estanque quedara ubicado en la parte central del encierro y que permaneciera provisto de agua.

4) *Relieve a desnivel.* Como parte del diseño se planteó dejar lomas y valles que favorecerían la variabilidad ambiental (microclimas). Con esto se brindaría a los animales diferentes facilidades en el mismo sitio que ellos puedan utilizar de manera diferencial para actividades tales como el anidamiento, el descanso, la alimentación, entre otros.

5) *Comederos y cajas trampa.* Se propuso la colocación de dos comederos de tipo tolvá, constituidos de un cilindro y un plato en la base de éste donde cae la comida, y con

capacidad para tres kilos de alimento en croqueta. También se consideraron dos comederos móviles de madera (60 cm de largo, 40 cm de ancho y 40 cm de alto, elevados 20 cm sobre el piso) para suministrar alfalfa seca a los conejos. Se propuso la colocación de seis cajas trampa de madera (60 cm de largo, 35 cm de ancho y 40 cm de alto) que servirían como refugio y a la vez para capturar a los conejos.

### **Implementación de la ambientación**

La ambientación del encierro incluyó las siguientes actividades. Las características finales del encierro se muestran en la figura 4.

*Limpieza del terreno.* Se quitaron desechos de alambres, clavos, plásticos y cartón del encierro. El cemento solidificado presente en el sitio fue retirado del área.

*Modificación del relieve.* Con el fin de dejar el sitio con un relieve a desnivel, se formaron pendientes menores a 30° en las partes escalonadas y los montículos de tierra muy prominentes. Se delimitaron tres montículos a lo largo de todo el encierro.

*Introducción de vegetación.* Se sembraron siete islas de vegetación de pastizal. Los pastos introducidos fueron: *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*, así como plantas anuales de *Pennisetum spp* para el área abierta.

*Colocación de suministros de agua.* Se instaló una llave de agua y un estanque en la parte centro-norte del encierro, ubicado en el área abierta.

*Instalación de comederos.* Instalamos dos comederos móviles de madera de 60 cm de largo, 40 cm de ancho y 40 cm de alto, a 20 cm de altura del piso con capacidad para cuatro kilos de alfalfa seca y compactada. Colocamos una tova convencional para aves de engorda, que consta de un cilindro y un plato en la base de éste donde cae la comida, con capacidad para dos kilos de alimento, en la cual se proporciona alimento en croqueta para los conejos. Adicional a estas actividades, sobre la parte superior del encierro, a unos 2.50 metros del piso, colocamos líneas de hilo (macramé color verde) para proteger a los conejos de ataques de depredadores aéreos. Las líneas fueron colocadas cada 20 centímetros a lo largo del encierro y tensada sobre la malla de éste.

En la misma gráfica se observa el patrón de altura a lo largo del tiempo de los datos de vegetación de pastizal fuera del encierro (FE) colectados en la época de lluvias. Se observó

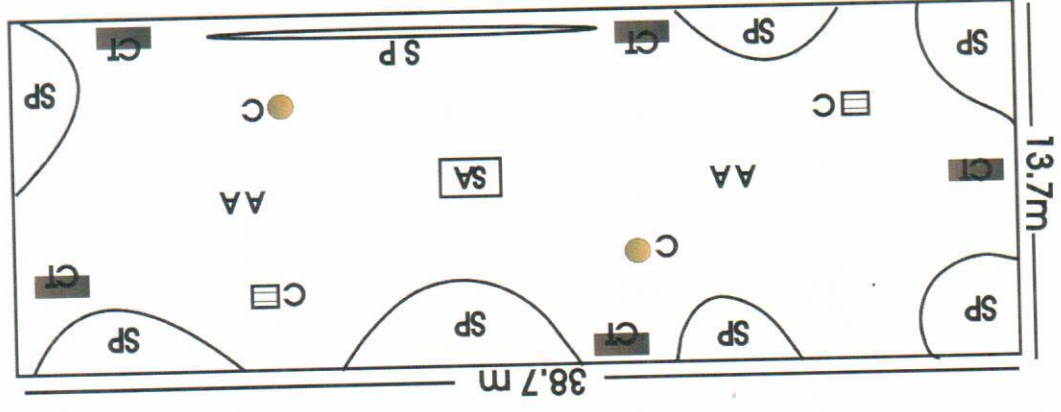
disminución significativa de vegetación en los meses de febrero y marzo de 2007 con respecto a agosto de 2006 ( $Dunn\ p < 0.05$ ) y de febrero, marzo y abril de 2007 en comparación con septiembre de 2006 ( $Duna\ p < 0.01$ ). De igual forma se encontró una  $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$  respectivamente). En la misma gráfica se muestra el patrón a lo largo del tiempo de los datos de altura para los pastos introducidos al encierro (DE). Encontramos que la altura de la vegetación varió a lo largo de los 16 meses de monitoreo durante las épocas climáticas de lluvias y secas. La altura de las plantas (*Mulhenbergia* y *Stipa*) disminuyó significativamente ( $F_{r=58.532, g.l.=15, p < 0.0001}$ ) de los meses de enero a abril de 2007 con respecto a julio de 2006 cuando fue la primera fecha de monitoreo ( $Dunn\ p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$  respectivamente). De igual forma se encontró una

Vegetación de pastizal o de protección. En la gráfica 1 se muestra el patrón a

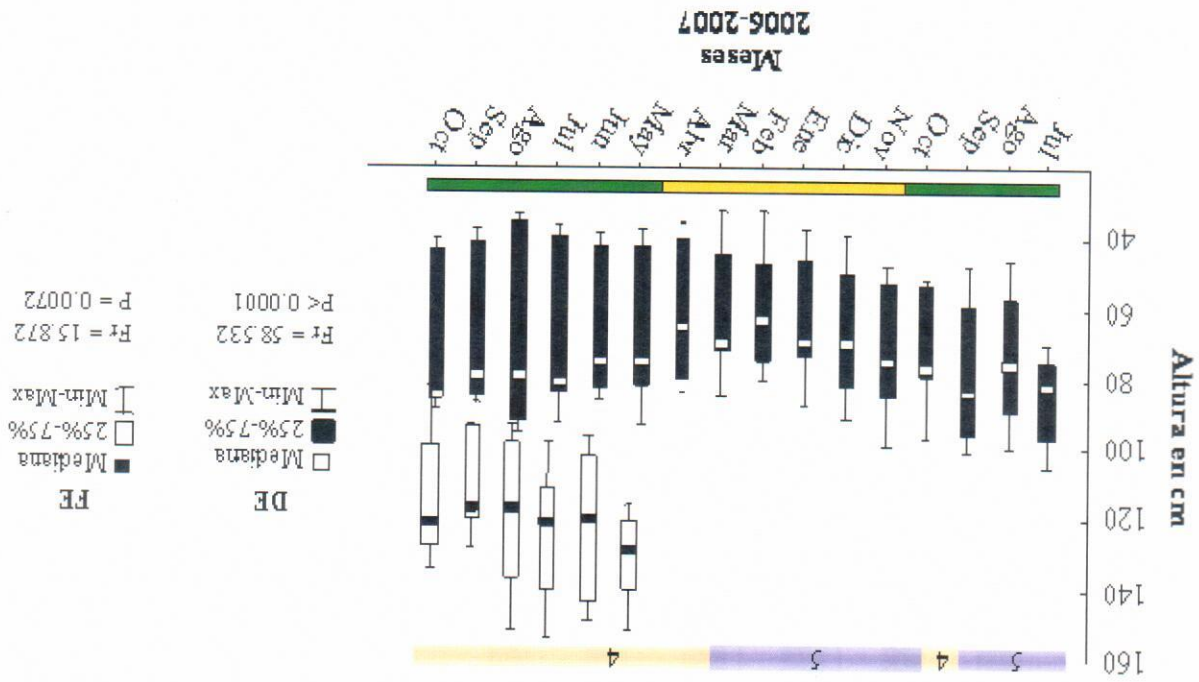
Vegetación

5.2 Monitoreo de las características del encierro

Figura 4. Diseño de ambientación propuesto e implementado. SP = sitios con vegetación de pastizal para protección, AA = área abierta, SA toma de agua y estanque, C = comederos de madera o tolva para alimento en croqueta y CT = cajas trampa de madera.



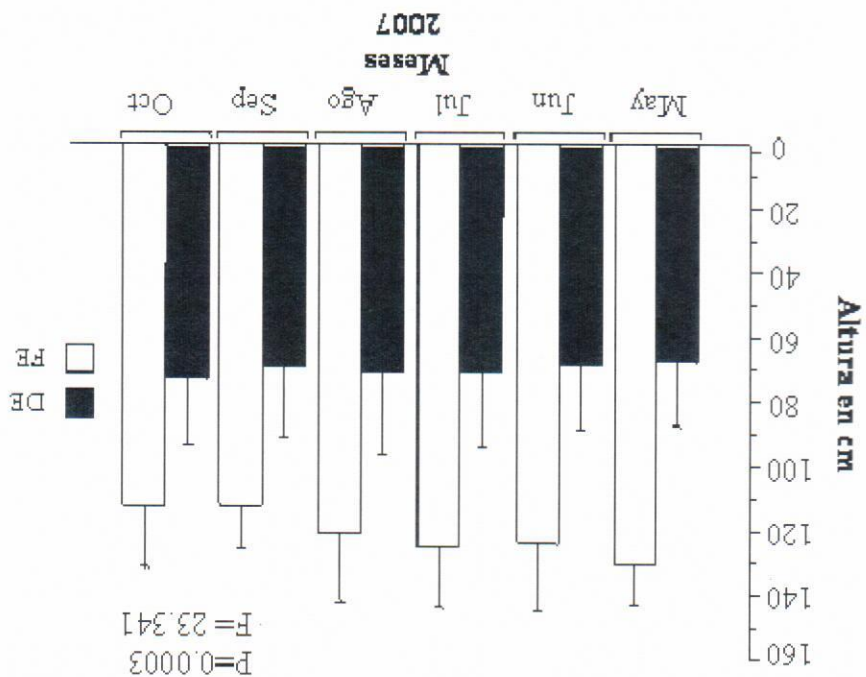
**Grafica 1.** Altura de la vegetación de protección para los pastos de dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se empleó una  $p < 0.05$ . Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil. La época climática se indica con las barras en verde (Lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.



una disminución significativa ( $F_t = 15.872, g.l. = 5, p = 0.0072$ ) de la altura de la vegetación en septiembre con respecto a mayo (Dunn  $p < 0.05$ ). Encontramos que la altura de la vegetación fue significativamente menor en la zona de pastizal dentro del encierro en comparación con la vegetación de pastos fuera de éste ( $P = 0.0003, F = 23.341$ ). En la **gráfica 2** se muestra la comparación entre los dos sitios.

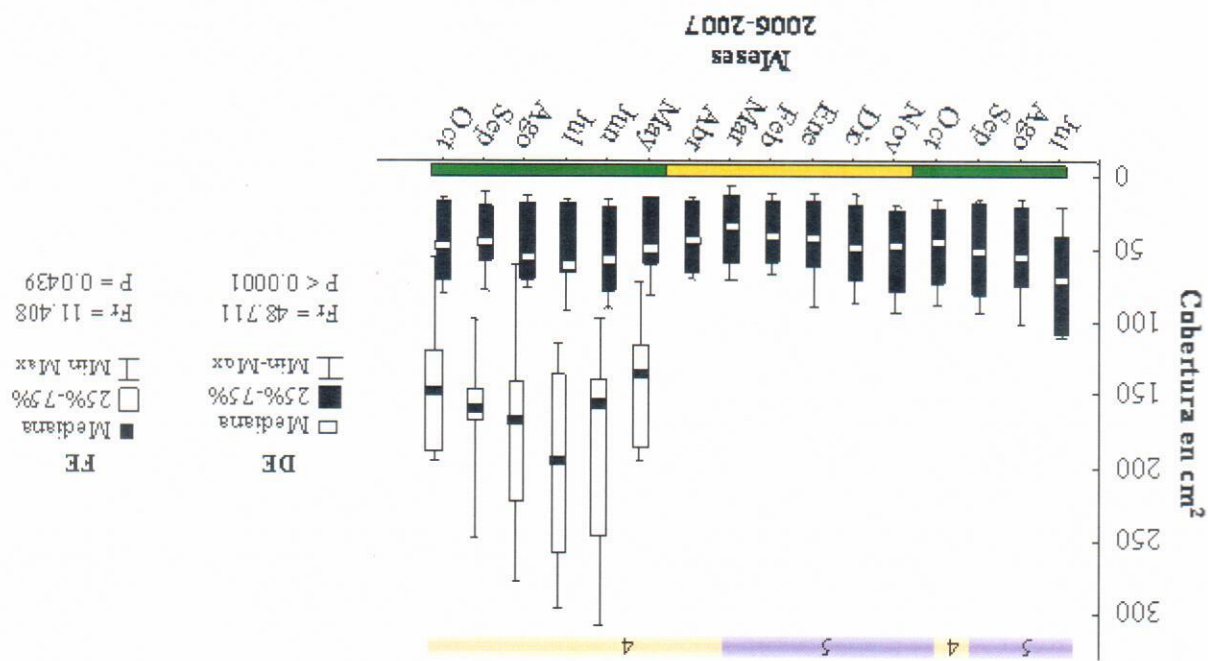
En la **gráfica 3** se muestra cómo se encontró la **cobertura vegetal** de pastos (*Mulhenbergia y Stipa*) a lo largo del tiempo dentro (DE) y fuera del encierro (FE). Dentro del encierro (DE), se encontraron diferencias significativas de la cobertura durante los meses de muestreo ( $F_r = 48.711, g.l. = 15, p < 0.0001$ ). En la cobertura vegetal, se observó una disminución en febrero, marzo y abril de 2007 durante la época de secas ( $Dunn p < 0.01, p < 0.001, p < 0.05$  respectivamente), incrementándose nuevamente en junio de 2007 al inicio de la época de lluvias ( $Dunn p < 0.05$ ). En la altura de la vegetación, también se encontraron diferencias a lo largo del tiempo, disminuyendo significativamente entre los meses de julio 06 y febrero a marzo 07 ( $Dunn p < 0.001$ ), julio 06 y abril-mayo 07 ( $Dunn p < 0.05$ ), agosto 06 y marzo 07 ( $Dunn p < 0.01$ ), septiembre y noviembre 06 con respecto a marzo de 2007 ( $Dunn$

Gráfica 2. Altura de la vegetación de pastos dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se empleó un análisis de varianza para medidas repetidas seguida de una *post hoc* de Fisher. Cada barra representa la media  $\pm$  1 desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .



comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE como FE comparando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.

**Grafica 3.** Cobertura vegetal de los pastos dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las



Encontramos que la cobertura de los pastos en el área natural del pastizal (fuera del encierro) muestra la comparación de la cobertura de los pastos en dos sitios: dentro y fuera del encierro. En la **gráfica 4** se

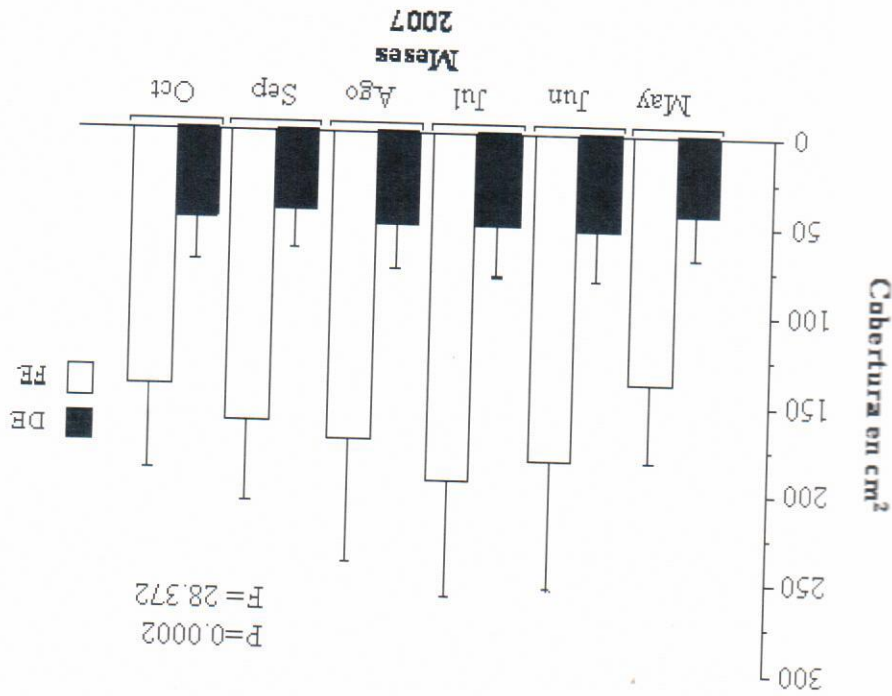
**gráfica 3.**

11.408,  $g.l.=5$ ,  $p=0.0439$ ). La cobertura vegetal fuera del encierro se muestra también en la

Fuera del encierro (FE), no se encontraron diferencias durante su monitoreo ( $F_r=$  respecto a marzo 07 (*Dunn*  $p < 0.05$ )). Finalmente, la cobertura vegetal incrementó de forma significativa en junio 07 con

( $P=0.0002$ ,  $F=28.372$ ).

Gráfica 4. Cobertura vegetal de pastos dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se empleó un análisis de varianza para medidas repetidas seguida de una *post hoc* de Fisher. Cada barra representa la media  $\pm$  1 desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .

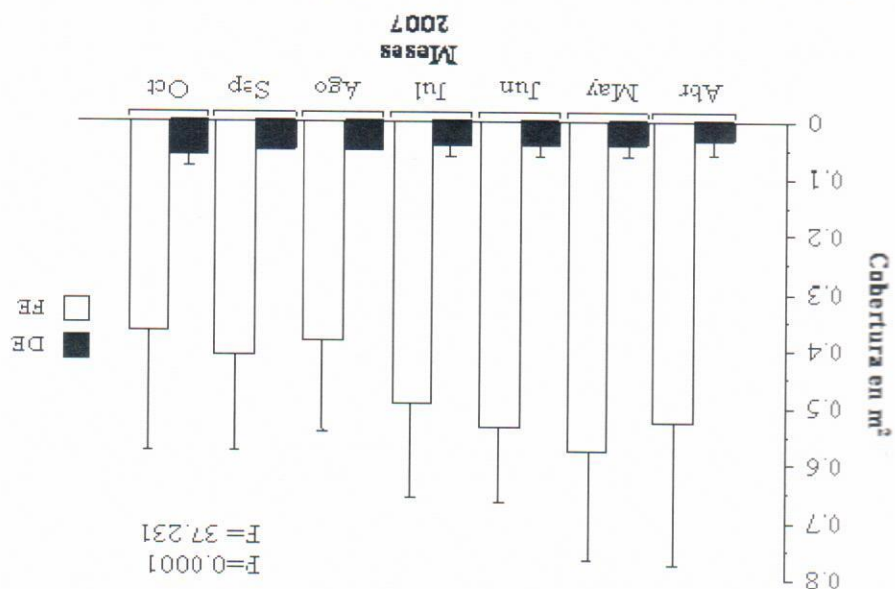


**Vegetación de áreas abiertas.** En la **gráfica 5** se presentan los resultados de la cobertura vegetal de monocotiledóneas a lo largo del periodo de estudio. Encontramos que la cobertura de estas plantas en el área abierta dentro del encierro (DE) no presenta cambios significativos en el tiempo ( $F_{r=32.114, g.l.=15, p=0.0062}$ ).

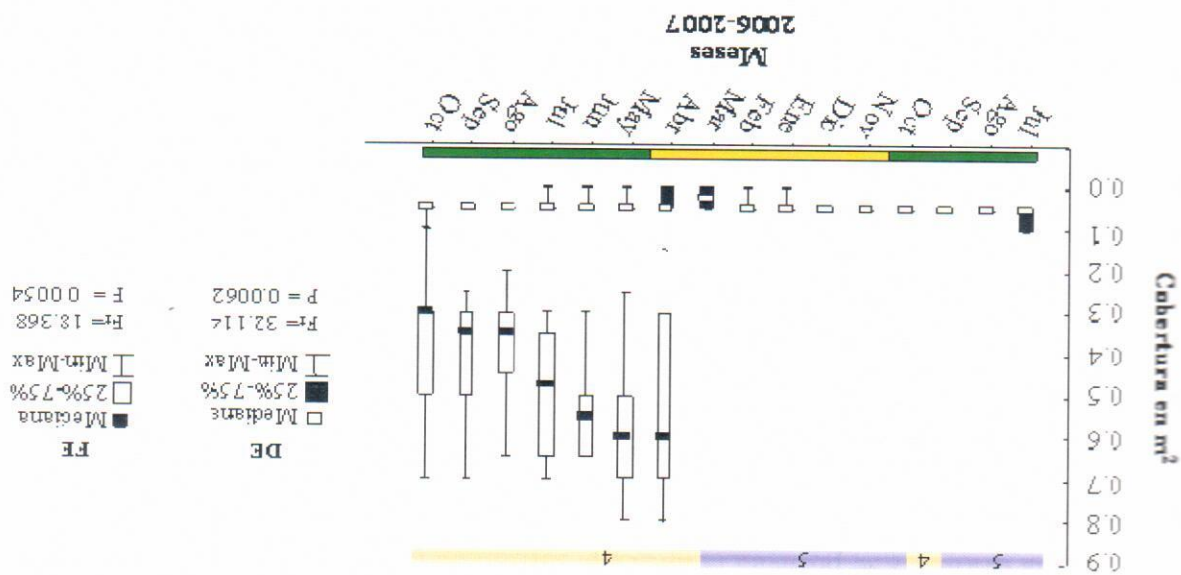
En la misma gráfica se muestran los datos para la cobertura de monocotiledóneas fuera del encierro (FE). Encontramos que al final de la época de secas e inicios de las lluvias presentaban mayor cobertura vegetal que al final de la temporada de lluvias (agosto y octubre 2007,  $F_{r=18.368, g.l.=6, p=0.0054, Dunn p < 0.05}$  para ambos meses).

**Cobertura de monocotiledóneas dentro y fuera del encierro.** En la **gráfica 6** se muestran los resultados de la comparación de la cobertura de monocotiledóneas dentro y fuera del encierro. Encontramos que la cobertura de las plantas fue menor en el área abierta dentro del encierro que en las áreas abiertas fuera del encierro ( $P < 0.0001, F = 37.231$ ).

Gráfica 6. Cobertura vegetal de monocultivos dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se empleó un análisis de varianzas para medidas repetidas seguida de una *post hoc* de Fisher. Cada barra representa la media  $\pm$  1 desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .

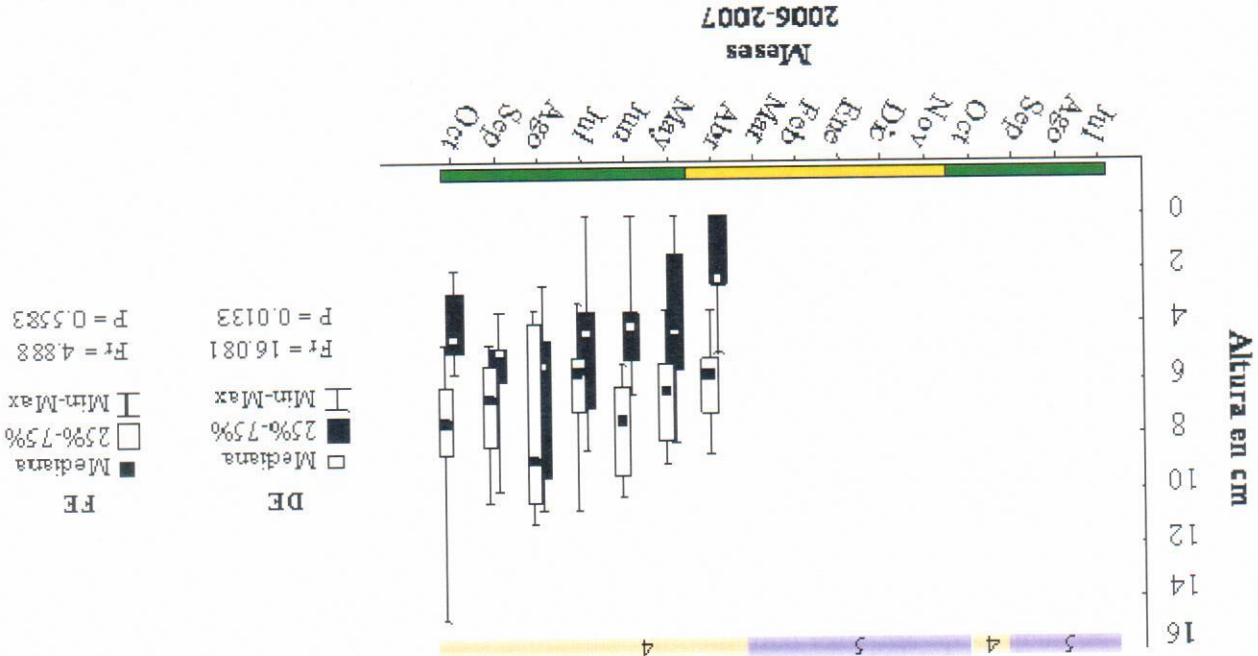


Gráfica 5. Cobertura vegetal de monocultivos en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.





Gráfica 7. Se muestran los resultados de las alturas de los pastos dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.



En la **gráfica 7** se presenta la **altura promedio** de la vegetación de monocotiledóneas. Dentro del encierro (DE), para las monocotiledóneas encontramos un incremento en la altura ( $F_{r,1} = 16.081, g.l. = 6, p = 0.0133$ ) en el mes de agosto con respecto al inicio del monitoreo en abril (*Dunn, p* < 0.01).

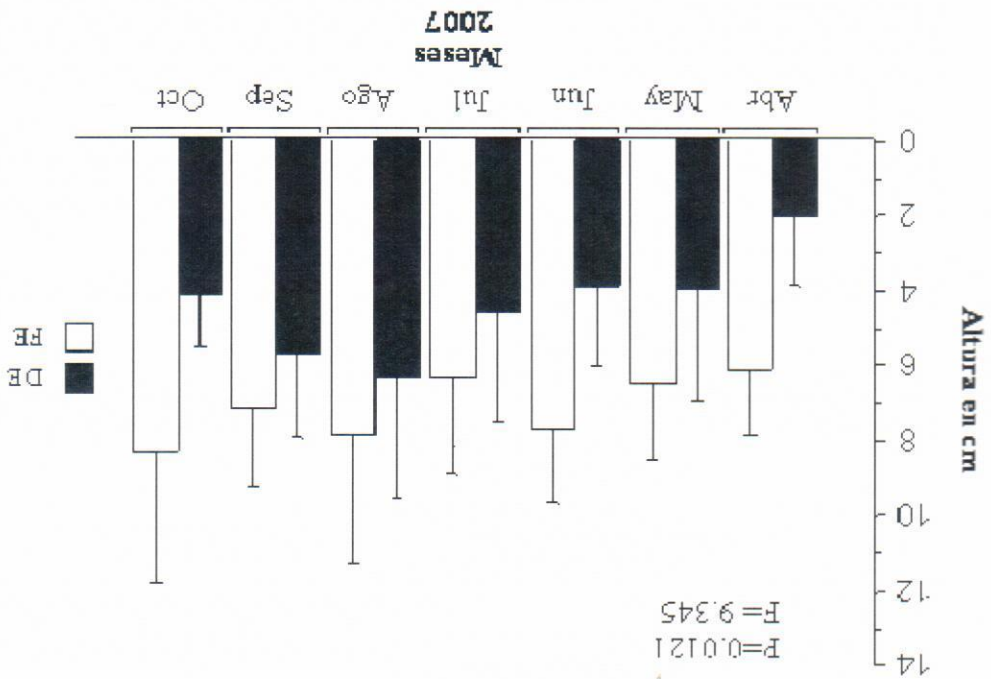
En la misma gráfica se pueden observar los datos de altura para las plantas monocotiledóneas fuera del encierro (FE) y su variación, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura durante su monitoreo ( $F_{r,1} = 4.888, g.l. = 6, p = 0.5583$ ).

En la **gráfica 8** se *Altura de monocotiledóneas dentro y fuera del encierro*. En la **gráfica 8** se muestran los resultados de la altura de las plantas monocotiledóneas dentro y fuera del encierro. Encontramos que la altura de las plantas fue menor dentro del encierro que en las zonas naturales abiertas fuera de él ( $P < 0.0121, F = 9.345$ ).

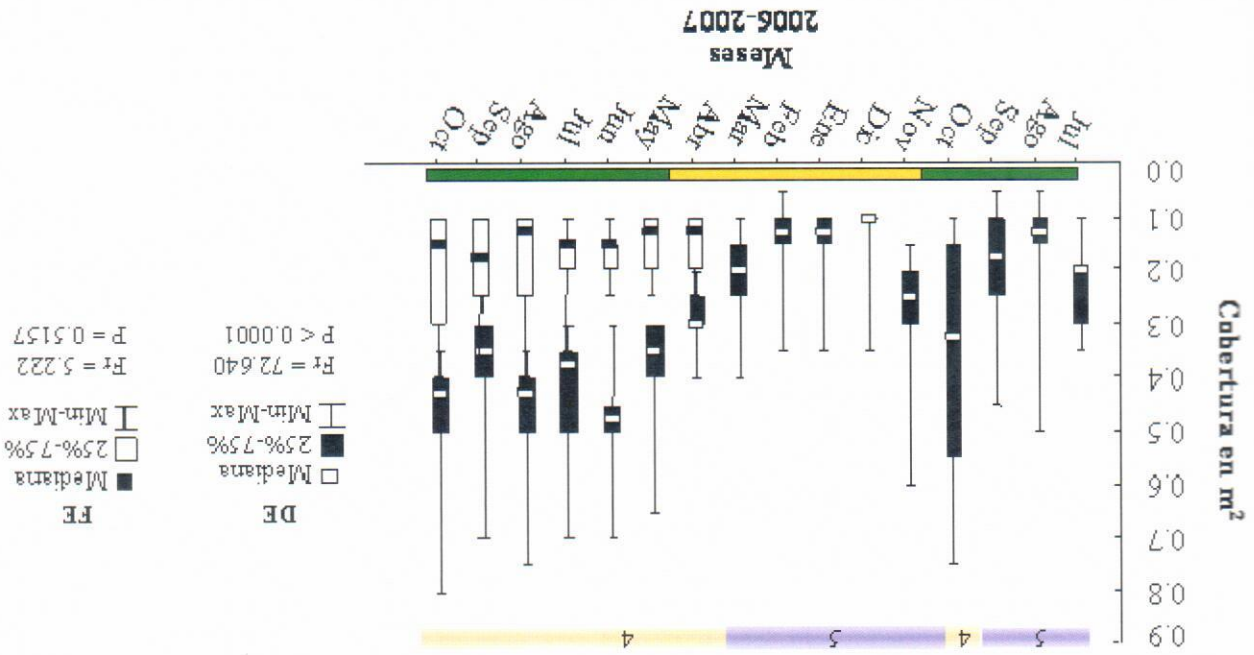
En la **gráfica 9** se presentan las variaciones de la **cobertura vegetal de dicotiledóneas**, de las áreas abiertas dentro del encierro (DE). Se encontraron diferencias significativas en la cobertura durante los meses de junio a agosto y octubre de 2007 respecto a los meses de agosto y diciembre de 2006 así como de enero y febrero de 2007 (*Dunn*  $p < 0.05$ ). En la misma **gráfica 9** se presentan los datos correspondientes a la cobertura de dicotiledóneas en áreas abiertas fuera del encierro (FE). No se encontraron variaciones significativas en la cobertura de estas plantas durante el muestreo (*Fr* = 5.222, *P* = 0.5157).

*Cobertura de dicotiledóneas dentro y fuera del encierro.* En la **gráfica 10** se muestran los datos de las plantas dicotiledóneas en dos sitios: dentro y fuera del encierro. Encontramos que el área de cobertura de las plantas fue mayor en las áreas abiertas dentro del encierro que las dicotiledóneas fuera de éste (*P* = 0.0024, *F* = 16.318).

**Gráfica 8.** Altura de monocotiledóneas en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se empleó un análisis de varianza para medidas repetidas seguida de una *post hoc* de Fisher. Las barras representan la media  $\pm$  desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .

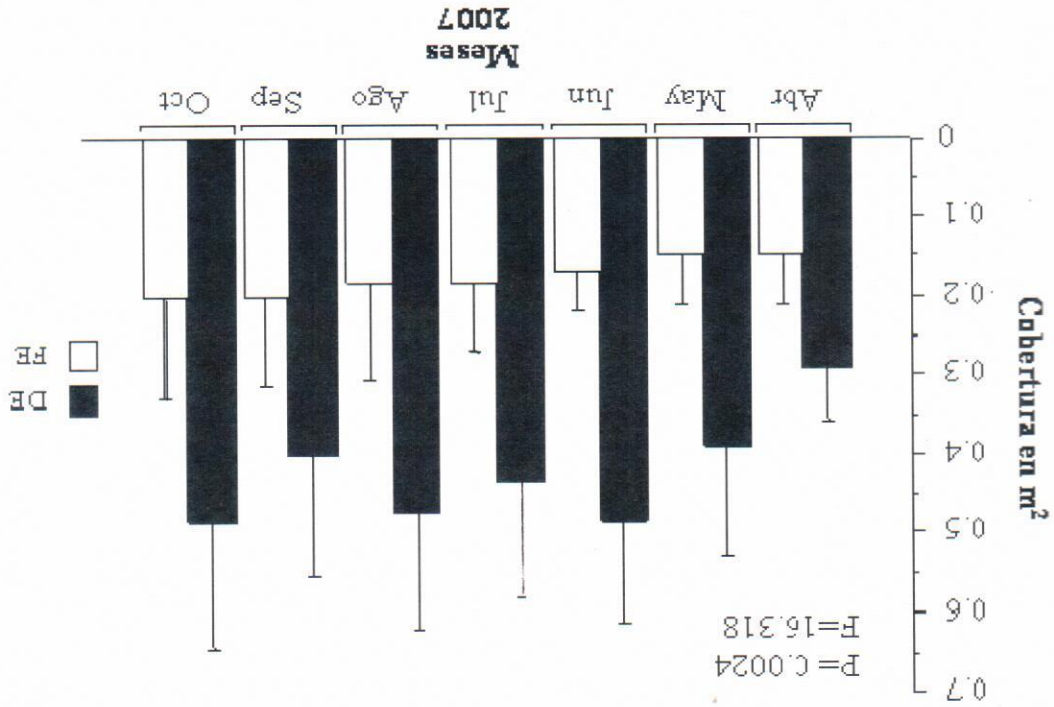


Gráfica 9. Cobertura vegetal de dicotiledóneas en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil, y los máximos y mínimos. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (Lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.

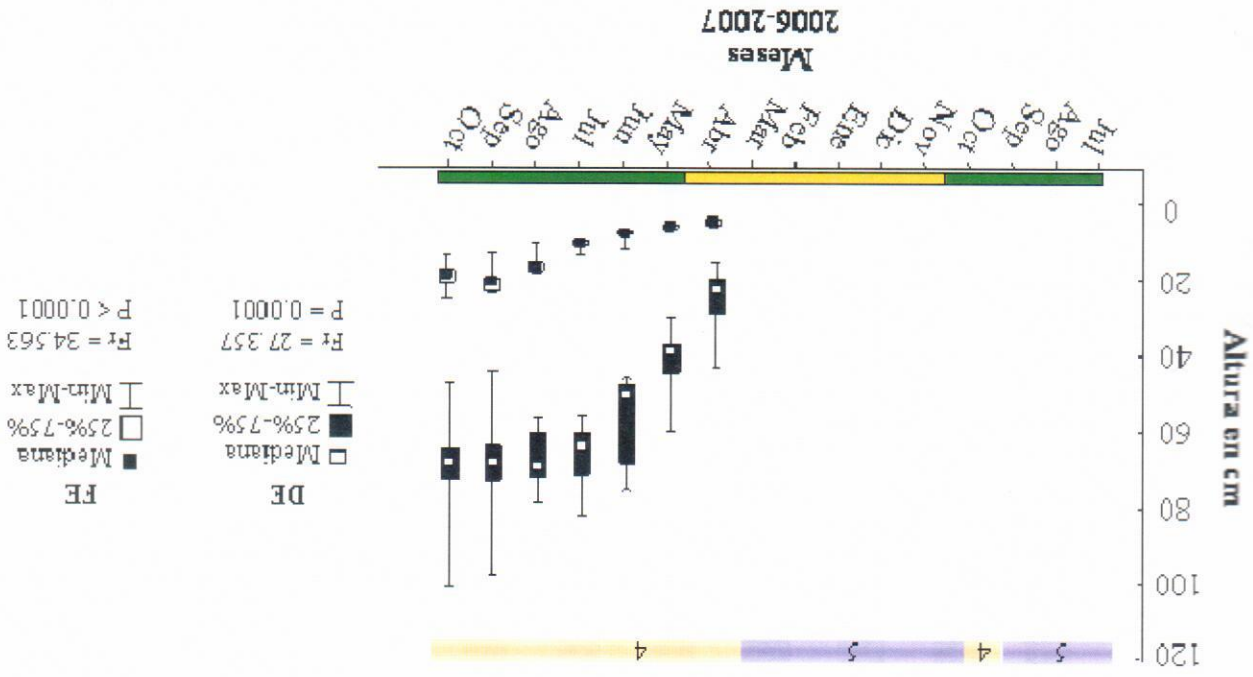


En la **gráfica 11** se muestran los datos de la **altura** promedio de la vegetación de dicotiledóneas, dentro del encierro (DE). Se encontró un incremento ( $F_{7,6} = 27.357, g.l. = 6, p < 0.0001$ ) significativo en la altura de las plantas a partir del mes de julio 2007 y hasta octubre 2007 en comparación con abril de ese mismo año ( $Dunn p < 0.05$ ). En ese mismo gráfico se observan los datos de altura promedio para las dicotiledóneas en áreas abiertas fuera del encierro (FE). Encontramos un incremento estadísticamente significativo en la altura de la vegetación hacia finales del monitoreo ( $F_{7,6} = 34.563, g.l. = 6, p < 0.0001$ ). La altura se incrementó en los meses de agosto, septiembre y octubre 2007 respecto al mes de abril del mismo año ( $Dunn P < 0.05, P < 0.001, P < 0.001$  respectivamente) y al mes de mayo ( $Dunn p < 0.01$ ) así como en septiembre y octubre de 2007 ( $Dunn p < 0.05$ ).

Gráfica 10. Cobertura vegetal de dicotiledóneas áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se empleó un análisis de varianza para medidas repetidas seguida de *post hoc* de Fisher, cada barra representa la media  $\pm$  desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .



Gráfica 11. Altura de dicotiledóneas en áreas abiertas. Se muestran los resultados de las alturas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil, así como máximos y mínimos. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.

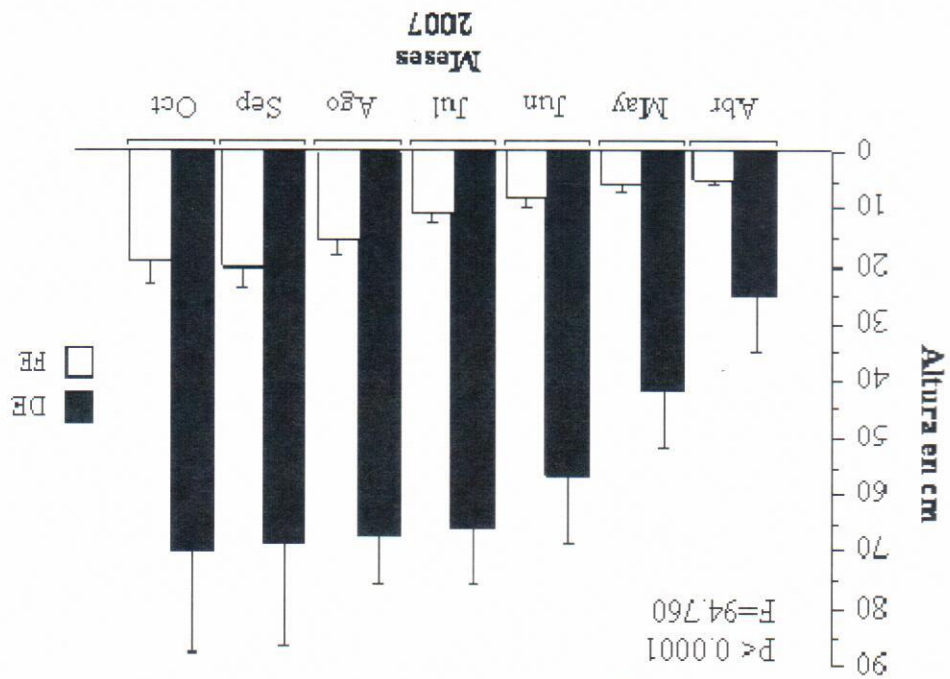


Altura de dicotiledóneas dentro y fuera del encierro. En la gráfica 12 se muestran los datos para la altura de plantas dicotiledóneas dentro y fuera del encierro. Encontramos que la altura de las dicotiledóneas fue mayor en el área abierta dentro del encierro que las áreas abiertas fuera del encierro ( $P < 0.0001$ ,  $F = 94.760$ ).

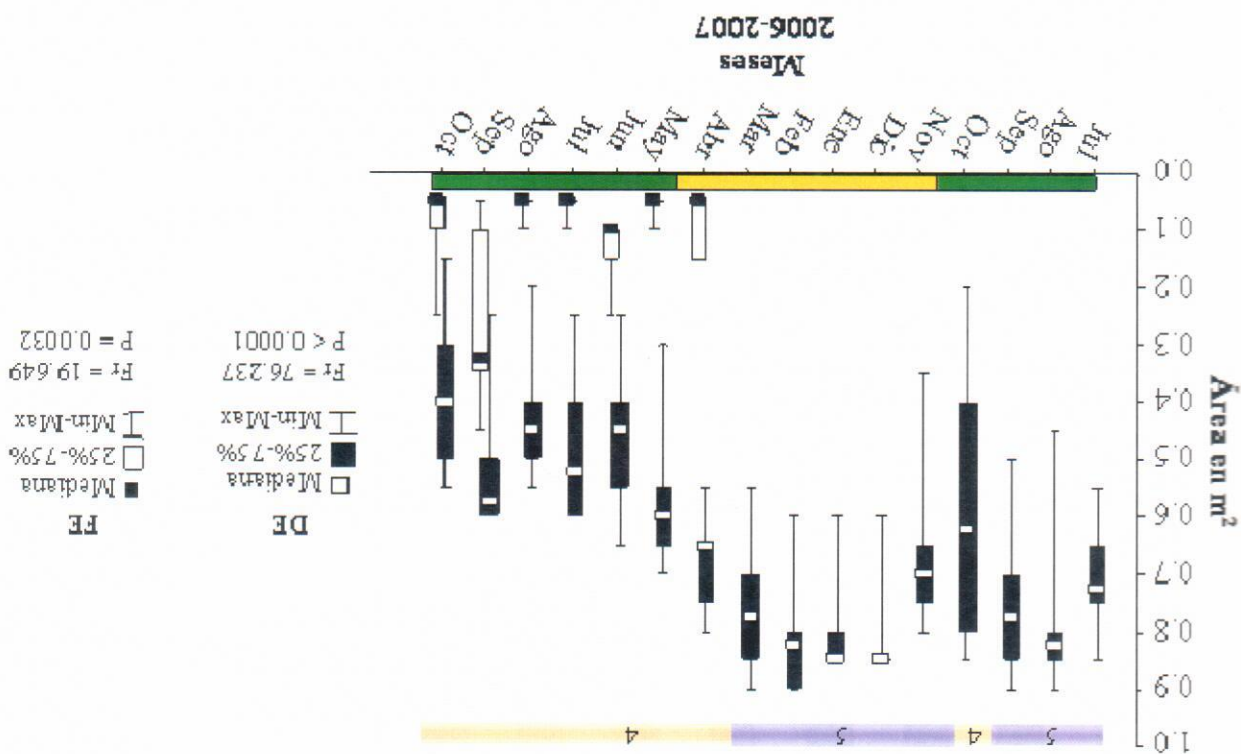
En ese mismo gráfico se muestran los datos del área descubierta de vegetación en áreas abiertas fuera del encierro (FE), sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas durante el monitoreo ( $F_{r}=19.649, p=0.0032$ ).

En la **gráfica 13** se muestran los resultados del área descubierta de vegetación en las áreas abiertas dentro del encierro (DE). Dentro de la variación del área sin vegetación, los mayores valores de área descubierta se observan al inicio del monitoreo y durante la época de secas. Hacia finales del monitoreo se observa una disminución significativa del área sin cubierta vegetal ( $F_{r}=76.237, g.l.=15, p<0.0001$ ). La disminución ocurrió en los meses de junio 2007 respecto a diciembre, enero y febrero 2006-2007 ( $Dunn p<0.05, p<0.05, p<0.05$  respectivamente) y agosto 2007 respecto a agosto y diciembre 2006, enero y febrero 2007 ( $Dunn p<0.05, p<0.001, p<0.05, p<0.01$ ).

Gráfica 12. Altura de dicotiledóneas en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se empleó un análisis de varianza para medidas repetidas para comparar entre ambos sitios seguida de una *post hoc* de Fisher. Cada barra representa la media  $\pm$  desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .



Gráfica 13. Área sin cubierta vegetal en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil, y los máximos y mínimos. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.

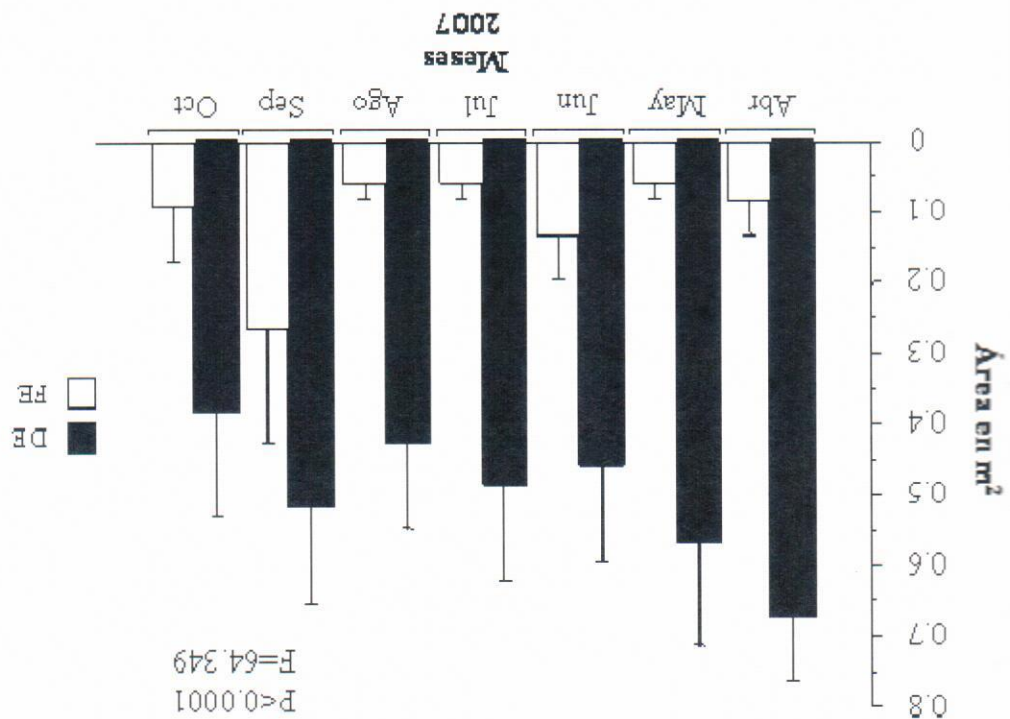


Area descubierta dentro y fuera del encierro. En la gráfica 14 se muestran los datos del área sin cubierta vegetal dentro de los cuadrantes de áreas abiertas dentro y fuera del encierro. Encontramos que el área descubierta fue mayor dentro del encierro que fuera de este ( $P < 0.0001$ ,  $F = 64.349$ ).

En la **gráfica 15** se presentan los resultados de los datos del número de heces acumuladas en las áreas abiertas dentro del encierro (DE). Se encontraron diferencias estadísticas en el número de heces a lo largo del tiempo ( $F_{1,15} = 59.088, g.l. = 15, p < 0.0001$ ). Ocurrió un incremento significativo en el número de excretas en los meses marzo y abril 2007 con respecto a julio y agosto 2006 ( $Dunn p < 0.05, p < 0.001, p < 0.05, p < 0.01$  respectivamente). Así mismo se encontró una disminución significativa del número de heces en las áreas abiertas dentro del encierro en los meses de agosto y septiembre 2007 con respecto a abril 2007 cuando se registró el mayor número de heces acumuladas ( $Dunn p < 0.05$ ).

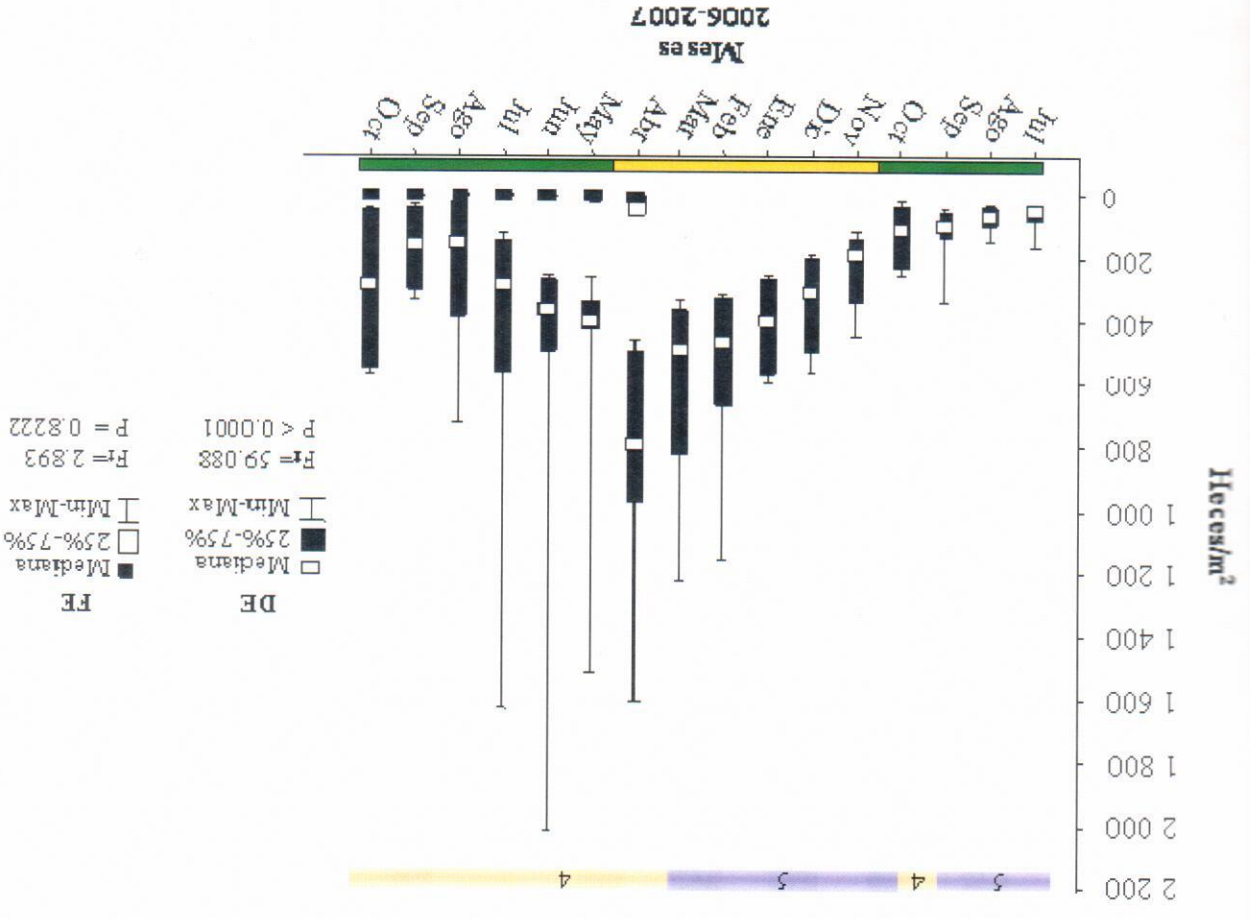
**Heces**

Gráfica 14. Área sin cubierta vegetal en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se comparó mediante un análisis de varianza para medidas repetidas entre ambos sitios seguida de una *post hoc* de Fisher. Cada barra representa la media  $\pm$  desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .





Gráfica 15. Número de heces acumuladas en las áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Las comparaciones entre fechas de monitoreo se hicieron por separado tanto DE como FE empleando análisis de medidas repetidas para cada sitio, seguido por una *post hoc* de Dunn. Se presentan los valores de medianas, primer y tercer cuartil. Se empleó una  $p < 0.05$ . La época climática se indica con las barras en verde (lluvias) y amarillo (secas) y el número de conejos confinados a lo largo del tiempo es indicado por las barras azul y rosa.



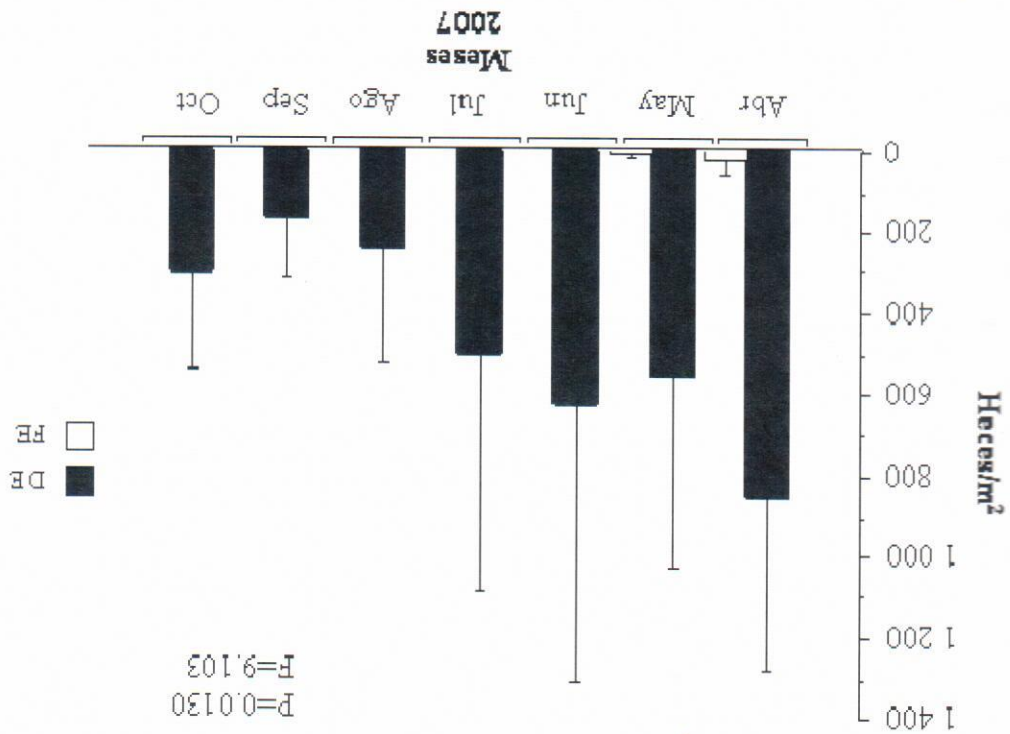
En esa misma gráfica se muestran los datos de heces acumuladas fuera del encierro (FE). No se encontraron diferencias en el número de excretas durante el monitoreo ( $F_r = 2.893$ ,  $P = 0.8222$ ). En la **gráfica 16** se muestran *Número de excretas dentro y fuera del encierro*. En el análisis se encontró que la cantidad de deposiciones acumuladas fue mayor dentro del encierro que fuera de éste ( $P = 0.0130$ ,  $F = 9.103$ ).

La composición de partículas para áreas abiertas dentro del encierro durante los tres muestreos con respecto a la arena (mediana; primer cuartil - tercer cuartil) fue de 69.8 % (68.1 - 71.8) en el primero, para el segundo fue de 68.5 % (67.8 - 69.8) y para el tercero de

(arenas, limos y arcillas) a la composición del suelo. Se representa el porcentaje que aporta cada uno de los tres tipos de partículas pastos tanto dentro (DE) como fuera (FE) del encierro para cada una de las fechas de suelo. Se presentan dos grupos de gráficas, una para las áreas abiertas y otra para las islas de análisis mecánico con el que se determinó la composición porcentual de las partículas del *Textura*. En la *gráfica 17* se muestran los resultados correspondientes al

Suelo

Gráfica 16. Número de heces acumuladas en áreas abiertas dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se comparó mediante un análisis de varianza para medidas repetidas entre ambos sitios seguida de una *post hoc* de Fisher. Cada barra representa la media  $\pm$  1 desviación estándar. Se empleó una  $p < 0.05$ .



68.0 % (65.8 - 73.0). La composición de **limo** fue de 21.4 % (19.2 - 22.0) en el primer muestreo, en el segundo fue de 22.8 % (22.0 - 23.8) y en el tercero de 22.8 % (18.6 - 24.6). El porcentaje de **arcillas** fue de 8.8 % (8.3 - 9.8) para el primer muestreo, para el segundo fue de 8.1 % (8.1 - 9.1) y para el tercero fue de 9.0 % (8.1 - 10.1).

Con respecto a la composición de partículas en las islas de vegetación dentro del encierro, solo se tuvieron muestras en los dos últimos muestreos (no se obtuvo muestras de este sitio durante el primer muestreo) para cada componente textural, para el caso de la **arena** (mediana; primer cuartil - tercer cuartil) en el segundo muestreo presentó 68.0 % (66.5 - 69.8) y en el tercer muestreo presentó 68.5 % (67.2 - 73.0). En cuanto a la composición de **limo**, ésta fue de 22.8 % (20.8 - 25.1) en el segundo muestreo y de 21.6 % (17.8 - 23.3) en el tercero. El porcentaje de **arcillas** para el segundo muestreo fue de 9.4% (8.1 - 10.1) y en el tercero fue de 9.5 % (7.5 - 11.0).

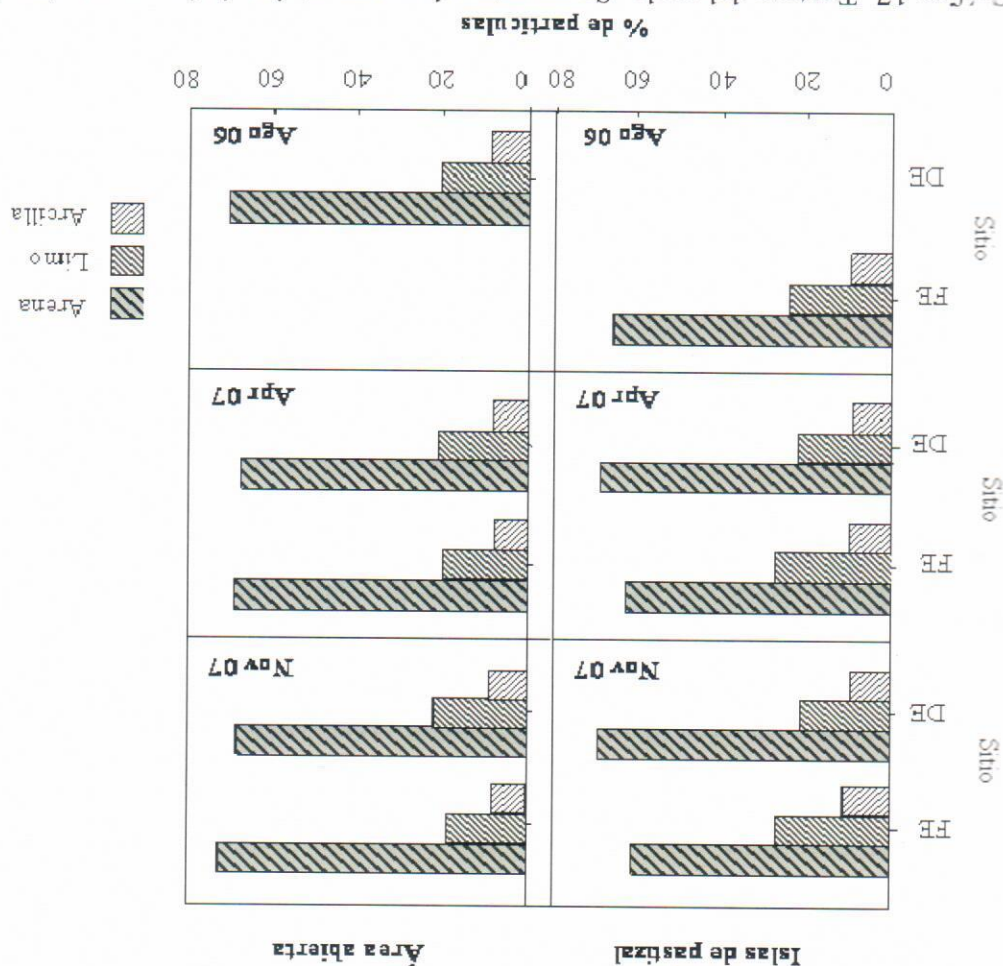
*Textura fuera del encierro.* Respecto a la composición porcentual de partículas para las áreas abiertas fuera del encierro, no se obtuvieron muestras durante el primer muestreo, en los muestreos consecutivos para la porción de **arenas** se encontró una mediana de 73.6 % (66.1 - 76.4, primer y tercer cuartil respectivamente) en el segundo muestreo, y de 68.5 % (67.2 - 73.0) en el tercer muestreo. La composición de **limo** en el segundo muestreo fue de 22.8 (20.8 - 25.1) y de 21.6 % (17.8 - 23.3) en el tercero. Se encontró un porcentaje de **arcillas** durante el segundo muestreo de 9.4 % (8.1 - 10.1) y de 9.5 % (7.5 - 11.0) en el tercer muestreo.

La composición de partículas en las islas de vegetación fuera del encierro durante los tres muestreos con respecto a la porción de **arena** se encontró una mediana de 65.8 % (65.3 - 65.8, primer y tercer cuartil respectivamente) en el primer muestreo, en el segundo muestreo la mediana fue de 59.8 (57.4 - 69.7) y en el tercero de 59.4 % (57.8 - 67.8). La porción de **limo** presentó una mediana de 24.0 % (23.7 - 25.2) en el primer muestreo, en el segundo fue de 29.2 % (21.3 - 31.7) y en el tercero de 29.6 % (22.0 - 30.7). Para la porción de **arcillas** se encontró una mediana de 10.5 % (9.0 - 10.7) en el primer muestreo, en el segundo de 10.8 % (8.2 - 10.8) y en el tercero de 10.1 % (10.1 - 12.2).

Los valores encontrados fueron de 7.74 (6.83 - 8.14) y en el tercero de 7.68 (6.81 - 7.98).  
 dentro del encierro en el primer muestreo fueron de 7.75 (6.77 - 7.83), en el segundo muestreo  
 Los valores (mediana; primer cuartil - tercer cuartil) de *pH* para las áreas abiertas  
 de los tres muestreos realizados.

las áreas abiertas y las islas de vegetación, tanto dentro como fuera del encierro para cada uno  
 químico para la determinación de *pH* del suelo. La gráfica muestra los valores encontrados en  
*pH*. En la gráfica 18, se muestran los datos correspondientes al análisis

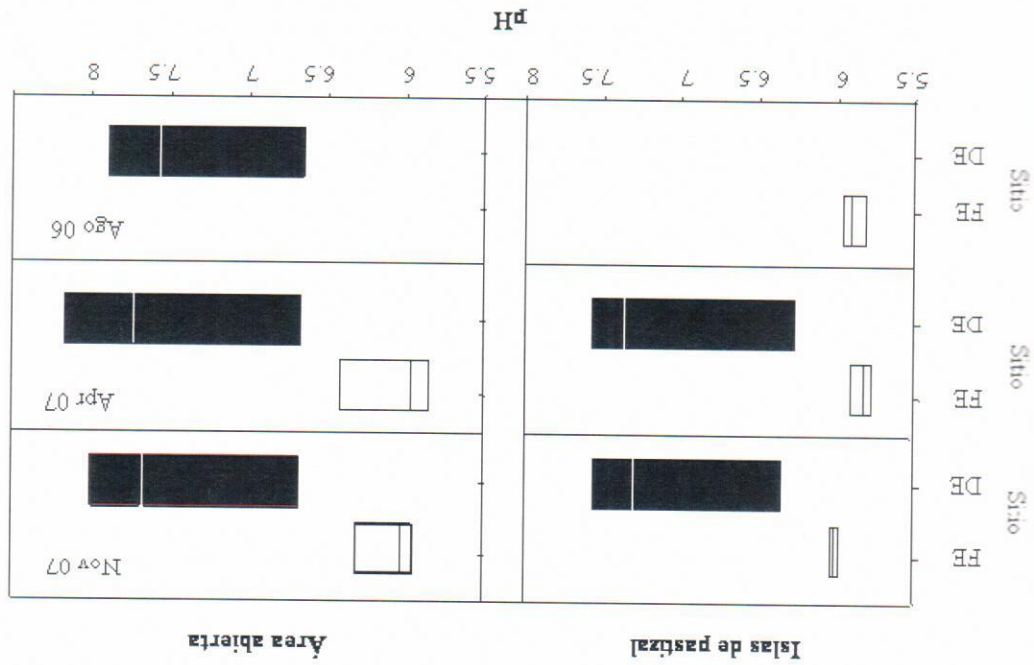
Gráfica 17. Textura del suelo. Se muestran los porcentajes de los agregados del suelo: arena, limo y arcilla, para dentro (DE) y fuera (FE) del encierro durante los tres muestreos.



Para las islas de pasto, no se obtuvieron muestras en el primer muestreo, los valores en el segundo muestreo fueron de 7.36 (6.37 – 7.56) y en el tercer muestreo de 7.3 (6.4 – 7.5).

*pH fuera del encierro.* Los valores (mediana; primer cuartil - tercer cuartil) de *pH* para las áreas abiertas fuera del encierro durante el segundo muestreo fueron de 5.96 (5.87 – 6.03), para el tercer muestreo fueron de 6.02 (5.98 – 6.07). En este sitio no se obtuvieron muestras durante el primer muestreo.

En el caso de las islas de vegetación, durante el primer muestreo se encontró un valor de *pH* de 5.98 (no hay cuartiles pues fue una muestra compuesta única), durante el segundo fue de 5.84 (5.79 – 5.9) y en el tercero de 6.02 (5.99 – 6.03).



Gráfica 18. Rangos de pH del suelo para dentro (DE) y fuera (FE) del encierro. Se muestra por medio de cajas los valores máximos y mínimos de *pH* registrados, la mediana de los datos se indica con una línea dentro de la caja.

### 5.3 Introducción de conejos al encierro y evaluación de sus características

A lo largo de 12 meses de muestreo, 11 conejos silvestres fueron introducidos al encierro durante diferentes capturas. De estos conejos, seis fueron hembras (tres de ellas eran juveniles y las otras tres eran adultas al momento de introducir las al encierro) y cinco fueron machos (de los cuales cuatro eran juveniles y un adulto al momento de su confinamiento) (ver **tabla 1**). El número máximo de conejos confinados al mismo tiempo en el encierro fue de cinco de todos los individuos capturados.

En este estudio, de los 11 conejos introducidos al encierro en las diferentes capturas, seis (55%, 2 hembras (H), 4 machos (M)) continuaron vivos y cinco de ellos (45%) murieron. De los conejos que continuaron vivos, tres de ellos (1H, 2M) permanecieron confinados hasta el término de los monitoreos realizados en esta tesis. Los otros tres conejos (1H, 2M) regresaron a su hábitat original, uno de ellos (1M) por liberación del encierro y los otros dos (1H gestante, 1M) por escape del mismo. Con respecto a los individuos muertos, dos (2H) murieron probablemente por depredación de rapaces ya que solo en un caso se encontraron restos de vísceras en el encierro y en ambos, plumas de aves y mechones de pelo de conejo. De los otros tres individuos muertos, uno (1H) se encontró en el encierro, sin poder determinar la causa de su muerte, otro individuo (1H) se encontró ahogado dentro del estanque, y uno más (1M) murió durante una de las recapturas mensuales. Finalmente, al término del estudio se conservó confinados a 27,5% del total individuos introducidos.

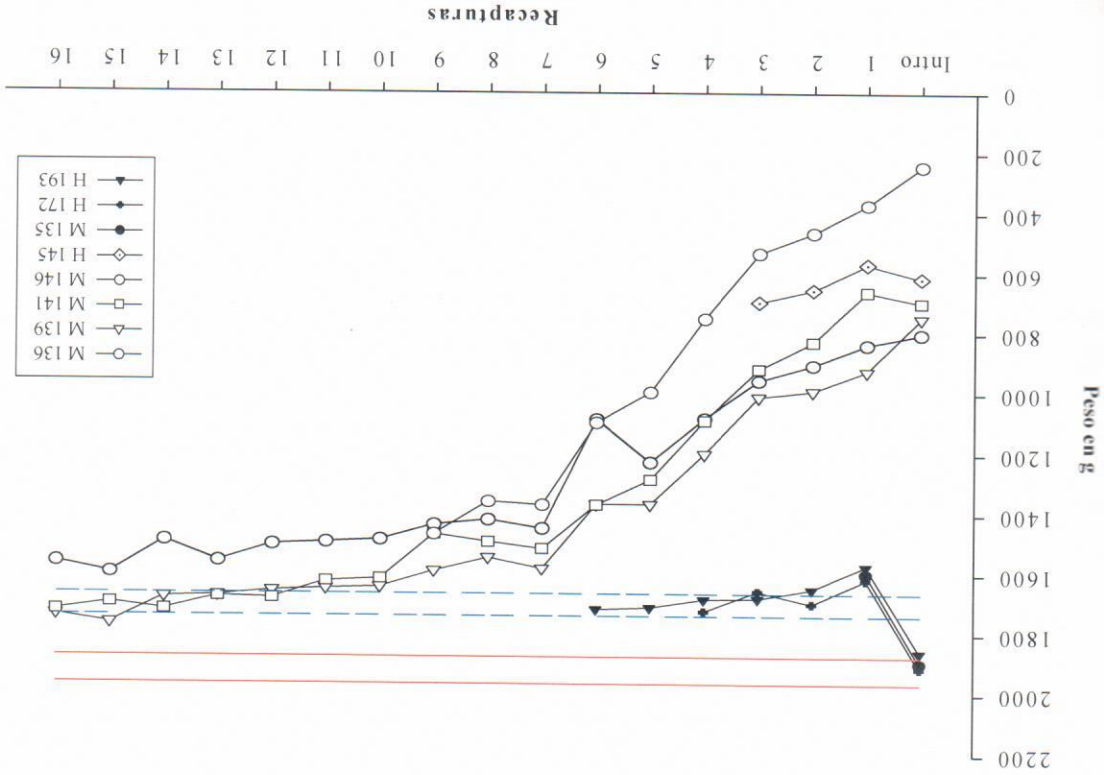
En la **gráfica 19**, se muestran los datos de peso corporal medido de forma mensual en los conejos confinados. Dentro de la gráfica presentada, en el eje de las x se muestra el peso de los conejos al momento de su introducción al encierro y en números consecutivos, cada una de las recapturas que tuvieron dentro del encierro.

En la misma **gráfica 19** se aprecian dos grupos de individuos, aquellos que fueron introducidos al encierro cuando aún eran juveniles y aquellos que se introdujeron cuando ya eran adultos. Para el caso de los conejos juveniles, en dos de cinco individuos se observó una disminución del peso después de su primer mes dentro del encierro y en los otros tres ocurrió un incremento de peso. En sus siguientes cuatro recapturas los conejos incrementaron 1.5 y hasta cinco veces su peso inicial, para la quinta recaptura dos de los cuatro conejos confinados disminuyeron de peso mientras que lo otros lo aumentaron, para aumentar todos de peso en la

Individuo	Sexo	Categoría de edad	Tiempo confinado (meses)	Observaciones
135	M	Adulto	1	Liberado. Vivo
136	M	Juvenil	17	Confinado
139	M	Juvenil	17	Confinado
141	M	Juvenil	17	Muerto
145	H	Juvenil	3	Muerta
146	M	Juvenil	14	Escapó. Vivo
159	H	Juvenil	<1	Muerta
153	H	Juvenil	<1	Muerta
143	H	Adulta	<1	Muerta
172	H	Adulta	4	Escapó. Viva
193	H	Adulta	6	Confinada

Tabla 1. Se muestra el total de individuos que se confinaron al encierro de la Estación Científica La Malinche, la categoría de edad a la que se confinaron, el tiempo que permanecieron y su condición hasta el término de esta tesis.

Gráfica 19. Peso corporal de los conejos confinados. Se muestran los pesos de cada individuo al momento de su introducción (Intro) al encierro y cada una de sus recapturas consecutivas. Las figuras en blanco representan a los individuos que se introdujeron como juveniles. Las figuras negras representan a individuos que se introdujeron como adultos. H = hembras y M = machos. Las líneas rojas continúan indican los valores de referencia para hembras de la especie, y las líneas azules puntuadas, los valores de referencia para machos de acuerdo con Vázquez 2005.



En la sexta recaptura. En la séptima recaptura todos los conejos presentaron una disminución de su peso, para el caso particular de estos conejos tal disminución coincidió con la época de secas. En las dos subsecuentes recapturas los conejos incrementaron de peso y en las subsecuentes su peso fluctuó alrededor de los 1,600 g. Para el caso de los conejos adultos, se observó una disminución de peso de 200 g en su primera recaptura dentro en el encierro, en sus siguientes recapturas incrementaron de peso pero sin alcanzar el peso con el que entraron al encierro. En la gráfica 20, se observan los datos de longitud corporal de los individuos monitoreados. Puede observarse un incremento en la longitud de los individuos juveniles hasta alcanzar una talla alrededor de los 450 mm.



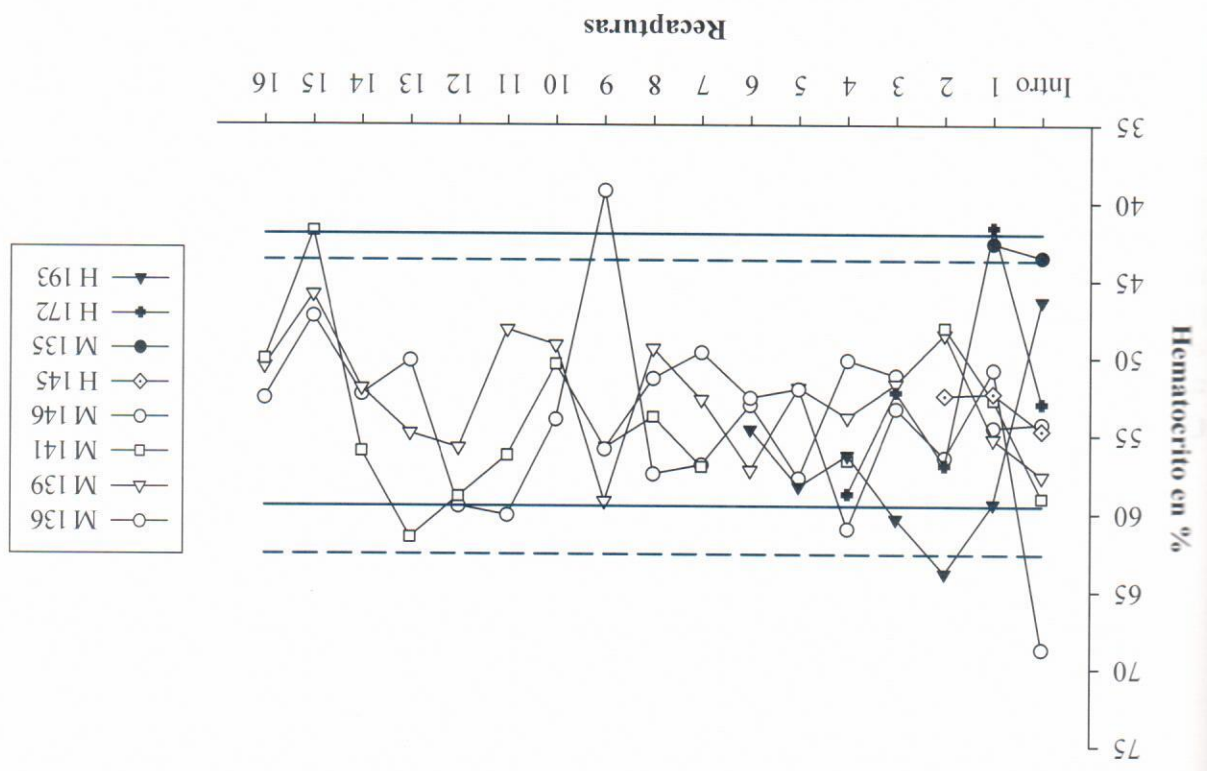


La Velocidad de Sedimentación Globular (VSG, **gráfica 22**) de los conejos confinados

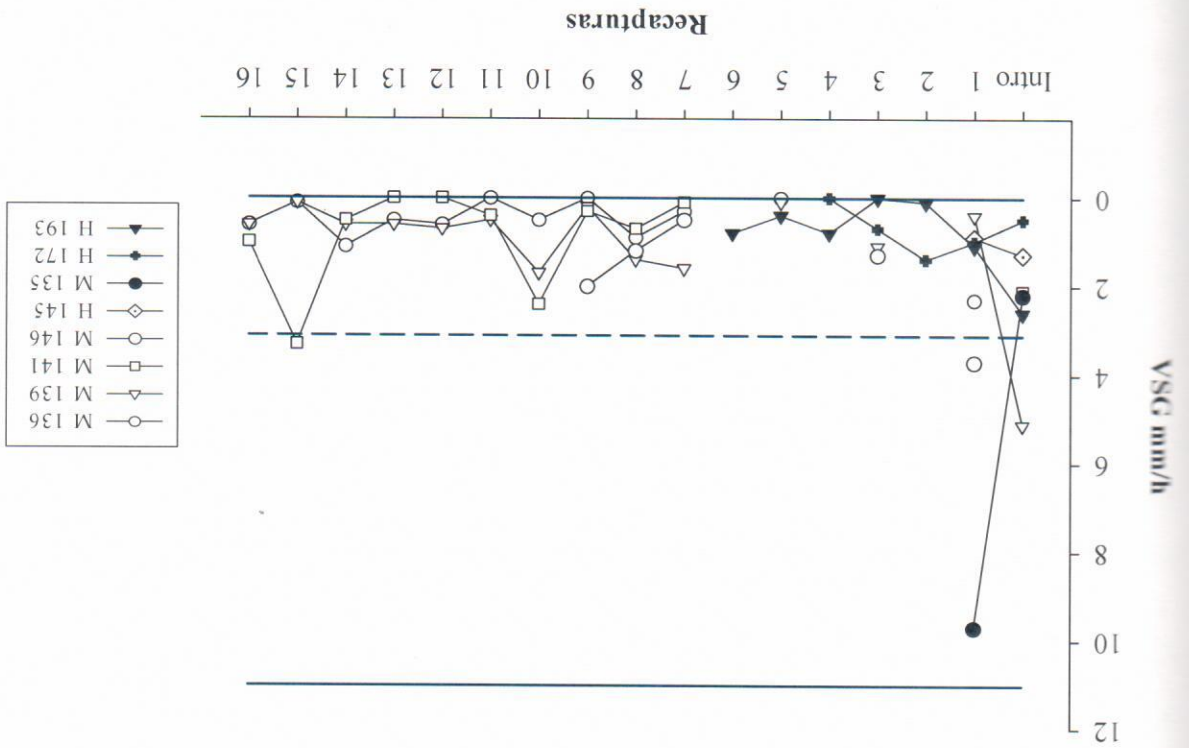
varió mensualmente en un intervalo de 0 a 5.11 mm/hora para los individuos juveniles con un promedio general de 1.01 mm/hr. Para los adultos la VSG fluctuó cada mes entre los 0 y los 9.7 mm/hr con un promedio de 1.75 mm/hr.

En la **tabla 2** se muestran los valores encontrados por tipo celular en el conteo diferencial de leucocitos. Se encontró que en general los conejos confinados presentaron una mediana de 44.1% de linfocitos, 3.8% de monocitos, 4.2% de eosinófilos, 0.3% de basófilos, 46.1% de neutrófilos segmentados y 0% de neutrófilos en banda. Los cuartiles y los máximos y mínimos se muestran en la misma tabla.

**Gráfica 21.** Hematocrito de los conejos confinados. Se muestran los porcentajes del hematocrito de cada individuo al momento de su introducción (Intro) al encierro y cada una de sus recapturas consecutivas. Las figuras en blanco representan a los individuos que se introdujeron como juveniles. Las figuras negras representan a individuos que se introdujeron como adultos. H = hembras y M = machos. Las líneas indican los valores máximos y mínimos



Gráfica 22. Velocidad de Sedimentación Globular (VSG) en los conejos confinados. Se muestra la tasa a la que sedimentaron los hemates (mm/h) de cada individuo al momento de su introducción (Intro) al encierro y en cada una de sus recapturas consecutivas. Las figuras en blanco representan a los individuos que se introdujeron como juveniles. Las figuras negras representan a individuos que se introdujeron como adultos. H = hembras y M = machos. Las líneas indican los valores máximos y mínimos calculados para conejos de la misma especie en libertad, las líneas azules continuas indican los rangos para individuos juveniles y las líneas azules punteadas indican los valores para individuos adultos.



encontrados para conejos de la especie en libertad, las líneas azules continuas indican los rangos para individuos juveniles y las líneas azules punteadas indican los valores para individuos adultos de acuerdo con Vázquez 2005.

	Conejos confinados		Conejos libres	
	Mediana	Q1-Q3 (Min-Max)	Mediana	Q1-Q3 (Min-Max)
<b>Linfocitos</b>	44.1	30.08 - 46.8 28.5 - 52.1	50	35 - 59.1 5 - 71
(%)	7		15	
<b>Monocitos</b>	3.8	2.9 - 5.5 2.5 - 11.5	3	2 - 4.3 1 - 13
(%)	7		15	
<b>Eosinófilos</b>	4.2	3.4 - 4.4 2.5 - 8.2	1	0.3 - 1.5 0 - 2
(%)	7		15	
<b>Basófilos</b>	0.3	0.2 - 0.6 0 - 0.7	1	0 - 0.75 0 - 4
(%)	7		15	
<b>Segmentados</b>	46.1	41.4 - 53.9 37.5 - 62	44	37.9 - 60.5 24 - 89
(%)	7		15	
<b>Banda</b>	0	0 - 0.1 0 - 0.2	0	0 - 0.3 0 - 3
(%)	7		15	

Tabla 2. Se muestran los valores de los tipos celulares de leucocitos, expresados en porcentajes, para los conejos del encierro y su referente de conejos en libertad en la misma zona de acuerdo a los datos reportados por Pérez 2006.

#### 5.4 Ubicación de sitios estratégicos para filmación de conductas

##### *Determinación del patrón de actividad diaria*

En la **figura 5** se aprecian dos periodos de actividad encontrados para los cinco conejos juveniles dentro del encierro. Se encontraron dos periodos principales de actividad de los conejos, el primero ocurre entre las 7:30 y las 10 h, y el segundo periodo de actividad ocurrió entre las 13:30 y las 20 h.

##### *Determinación de horarios de videograbaciones*

Establecimos dos horarios de grabación de acuerdo al patrón de actividad de los conejos durante los cuales es posible observar y grabar sus conductas. El primero de ellos se presenta entre las 8:00 y 10:00 horas y el segundo entre las 16:00 y 20:00 horas.

##### *Ubicación de sitios estratégicos de videograbación*

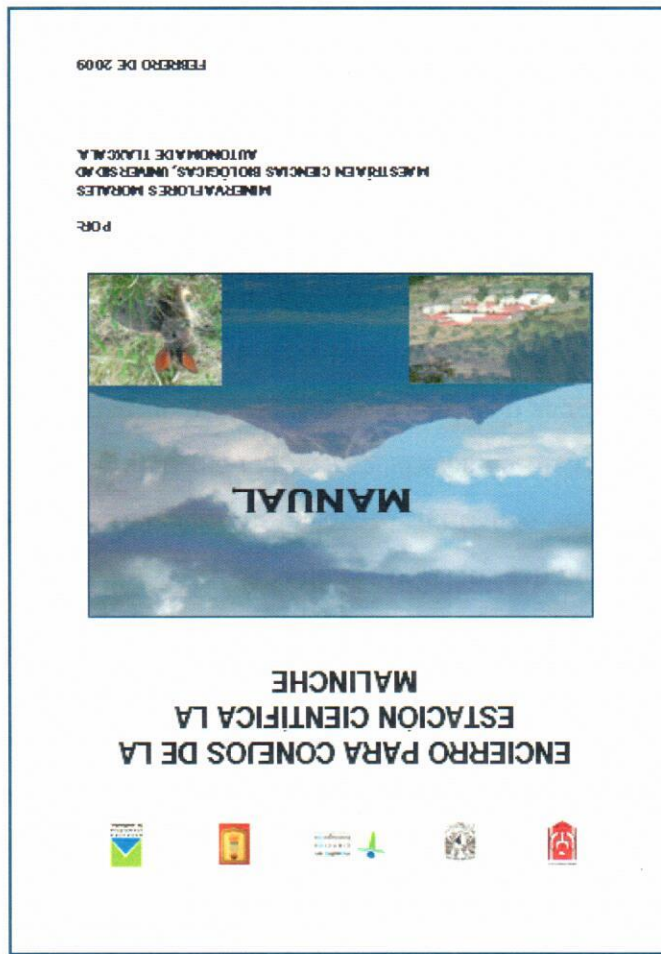
Los sitios probados fueron: 1) torre de observaciones, 2) "terrazza" de la torre de observaciones y 3) tanque de agua de la ECLM. Desde la torre de observaciones se videograbó la mayoría de conductas sin que los conejos interrumpieran sus actividades. Desde la "terrazza" de la torre se tenía mejor visibilidad del encierro pero se realizaron menos videograbaciones que desde la torre pues los conejos interrumpían sus actividades al notar la presencia de alguien sobre dicha terraza. Desde el tanque de agua se tenía mejor panorama de todo el encierro, los conejos no interrumpían sus actividades pero el "zoom" de la cámara no era tan eficiente para ver claramente a los individuos más alejados. De estos tres sitios fue factible emplear el tripode en el sitio 1 y 2, mientras que en el 3 no fue posible hacerlo.

##### *Conductas videograbadas*

Se obtuvieron un total de cinco horas de grabación desde los tres sitios planteados, de las cuales el 90% de ellas se realizó sin tripode. Se videograbaron: 1) conductas individuales: descanso, acicalamiento, alimentación (forrajeo), coprofaagia, marcaje del mentón; y 2) conductas en presencia o dirigidas a un coespecifico: alimentación, descanso, desplazamiento, carrera a la par con expulsión de orina en chisguete.



Figura 6. Manual del Encierro para Conejos de la Estación Científica La Malinche. Portada



recomendaciones referentes a las problemáticas identificadas durante el proyecto y que responden a las necesidades del grupo de trabajo. Ver figura 6 y el "Manual del Encierro para Conejos" anexo.

## 6. DISCUSIÓN

Con la metodología empleada en este estudio se logró diseñar, implementar y establecer un encierro de tipo semicautiverio en la Estación Científica La Malinche el cual tiene características semejantes al del hábitat del conejo silvestre *Sylvilagus cunicularius*. En el encierro establecido es posible albergar a una población de hasta cinco conejos adultos y es factible la realización de estudios fisiológicos y hematológicos. Al término del estudio se logró la reproducción de esta especie en semicautiverio, evento que hará posible por ejemplo, el estudio sistemático de aspectos relacionados a la conducta maternal del conejo *Sylvilagus cunicularius*.

### 6.1 Diseño e implementación del encierro

En investigaciones realizadas con otras especies silvestres de conejos en condiciones de semicautiverio se han reportado características en común para albergar a los conejos. Tales características abarcan: 1) áreas que fungen como protección para los conejos, 2) suministro de alimento, 3) áreas desprovistas de vegetación y 4) protección contra depredadores.

1) Las áreas de protección para los conejos fueron parches de vegetación (Ambríz *et al.* 2003, Solomón *et al.* 2005, Williams *et al.* 2002), jaulas separadas del área de encierro (Sorensen *et al.* 1968, Rongstad 1966), cajas nido (Williams *et al.* 2002) o madrigueras artificiales (von Holst *et al.* 1999, Rödel *et al.* 2004). 2) El suministro de alimento se provveyó a los conejos durante las épocas de estiaje o durante todo el año, como mazorcas (Marsden y Holler 1964), hojas de maíz (Sorensen *et al.* 1968), alimento en "pellets" (Rongstad 1966) o heno (von Holst *et al.* 1999). 3) Las áreas desprovistas de vegetación o bien vegetación corta permitieron observar a los conejos y sus conductas (Marsden y Conaway 1963, Casteel 1966, Rongstad 1966, von Holst *et al.* 1999, von Holst *et al.* 2002, Rödel *et al.* 2004). 4) La protección contra depredadores consistió por lo general en cercado del encierro con malla, enterrada a cierta profundidad (Marsden y Holler 1964, Sorensen *et al.* 1968, Williams *et al.* 2002), por dos cercas (von Holst *et al.* 1999, von Holst *et al.* 2002) y en un caso, con malla sobre la parte superior del encierro (Williams 2002). El diseño elaborado para este estudio contuvo dichas características comunes de ambientación reportadas en otros trabajos con



En su trabajo con conejo silvestre *Oryctolagus cuniculus*, von Holst *et al.* (1999, 2002) mencionan que dentro del área del encierro ubicaron cajas trampa de madera que funcionaban como sitios de protección y sistema de recapturas al mismo tiempo. En este estudio implementamos este modelo de trampas con la misma finalidad, sin embargo las cajas fueron poco usadas por los individuos, lo cual debe estar fuertemente influenciado a los diferentes

El crecimiento no controlado de plantas anuales y perennes dentro del encierro durante la temporada de lluvias 2007 cubrió gran parte del área abierta central reduciendo la visibilidad por lo que fue necesario realizar podas a la vegetación de algunos sitios para lograr observar a los conejos.

El encierro son las adecuadas para albergar a conejos *Sylvilagus cunicularius*. otros individuos en esta área. Por lo cual se puede aseverar que las características provistas en actividad logrando observar a los conejos forrajear, acicalándose e interactuando con de nidos. El área abierta central fue utilizada por los conejos durante sus principales horas de alimentarse, trasladarse de un sitio a otro dentro del encierro e inclusive para la construcción de vegetación de protección, para resguardarse durante el día, construir sus camas de descanso, En este estudio se encontró que los conejos confinados emplearon los sitios de individuos confinados forrajear impedia el crecimiento y función protectora de ésta.

Williams *et al.* (2002) colocaron sobre su encierro. Al igual que en otros trabajos de conejos en encierros (Kongstand 1966, von Holst *et al.* 1999, von Holst *et al.* 2002), se tuvo que proveer de alimento adicional a los conejos debido a que la vegetación dentro del encierro resultaba insuficiente en épocas de estiaje. Sin embargo, para nuestro encierro el suministro de alimento se realizó a lo largo de todo el año debido a que la vegetación funge también como refugio para los conejos y la alta densidad de individuos confinados forrajear impedia el crecimiento y función protectora de ésta.

la entrada de aves rapaces, esto cumplió la misma función que la malla de alambre que escape de los conejos. Además se colocaron líneas de protección sobre el encierro para evitar superficie. Sobre este mismo muro se colocó malla de alambre de 2 m de altura para evitar el cm en el suelo y tiene altura variable que va desde los 50 cm hasta los 2.5 m sobre la incluyó un muro de piedra y cemento en la periferia del encierro, este muro fue enterrado 50 suministro de alfalfa como alimento y además suministro de agua en un estanque. También encierros para conejos silvestres e incluyó sitios de vegetación de protección, áreas abiertas,

En el Eje Neovolcánico Transversal se ha reportado que *S. cunicularius* habita en pastizales, bosques de pino y bosques de pino-encino (Cervantes 1993, Cervantes *et al.* 1992), de tal forma que los diferentes tipos de densidad en cobertura que provee la vegetación son usados de forma diferencial por los animales (Potvin *et al.* 2003). En el PNLM hemos observado que los conejos emplean los pastizales para trasladarse entre sitios y evadir a sus depredadores, construir sus camas de descanso que utilizan durante el día y para alimentarse, mientras que la áreas abiertas son zonas con vegetación que permite observar a los conejos alimentarse durante sus principales horas de actividad e interactuar con sus coespecíficos. Desde esta perspectiva, el tamaño (altura y cobertura) de la vegetación resulta ser un factor importante para las actividades de los conejos.

### Vegetación

Durante este trabajo, fue necesario monitorear las características del encierro que podrían modificarse por la presencia de los conejos. Las características incluyeron la vegetación de islas y de áreas abiertas, características físicoquímicas del suelo como pH y textura, así como la acumulación de excretas de conejo en el área. La necesidad del monitoreo responde a varios aspectos, uno de ellos debido a la importancia de proveer a los conejos las condiciones más similares a su hábitat natural y a que el encierro no contaba inicialmente con ellas. Otro más corresponde a que de acuerdo a los datos previos de densidad poblacional (González *et al.* 2007) la densidad de conejos en el encierro se encontró aumentada 370 veces con cinco conejos en confinamiento. Así mismo se monitorearon algunos parámetros hematológicos y biométricos de los conejos en confinamiento para evaluar su estado de salud durante el confinamiento.

### 6.2 Monitoreo de características del encierro

hábitos de la especie. Esto se debe a que *O. cuniculus* construye madrigueras subterráneas mientras que *S. cunicularius* solo descansa en pequeñas depresiones al pie de los pastos, donde construye camas de descanso forradas con hojas de pastos (obs. pers.), contrario a como se reporta en la literatura que esta especie ocupa huecos naturales o madrigueras subterráneas propias o de tuzas (Ceballos y Miranda 1986, Cervantes *et al.* 1992).

Como se mencionó, el encierro estaba desprovisto de vegetación, por lo cual fue necesario introducir el tipo de plantas donde era común observar a los conejos, sin embargo por cuestiones de manejo se introdujeron plantas de tamaño mediano y pequeño, lo que ocasionó una primera diferencia en la cobertura vegetal entre el encierro y las áreas naturales. Por ello surgió la necesidad de monitorear el desarrollo de las plantas a lo largo del estudio para asegurar, mediante manejo, la protección y alimento que brindan las plantas a los individuos.

Durante el monitoreo de la altura y cobertura vegetal dentro del encierro para zonas con vegetación de pastos encontramos fluctuaciones a lo largo del estudio. De forma general encontramos una disminución en altura y cobertura vegetal de plantas. Encontramos que la vegetación se redujo en altura y cobertura vegetal en los meses subsiguientes a su siembra en el encierro, atribuible probablemente a estrés de la planta por el transplante y su establecimiento en el nuevo sitio. Durante los transplantes muchas raíces son destruidas, lo que provoca una alteración en la asignación de azúcares en la planta debido a que la energía se moviliza a la zona radicular para compensar las raíces perdidas a expensas del desarrollo y mantenimiento del follaje, ocasionando pérdida excesiva del follaje, retardo en el crecimiento de las plantas y, ocasionalmente, la muerte del transplante (González 2004). Aunado al estrés del transplante, en los meses de noviembre de 2006 a abril de 2007 se observó una disminución de la altura y cobertura de las plantas (tales diferencias no fueron significativas para cobertura), evento que coincidió con la época de secas. Posteriormente en los meses de mayo a octubre de 2007 se observó un incremento en altura y cobertura, coincidiendo con la época lluviosa, sin embargo no encontramos diferencias entre la temporada de lluvias 2007 y la de secas del mismo año. Clavijo (2007) reportó que la altura promedio de un pastizal es menor en secas que en lluvias aunque esa diferencia no es significativa, mientras que la cobertura del mismo pastizal si difiere significativamente entre la temporada de lluvias y secas, siendo menor la cobertura en secas. Es muy probable que la dinámica de la altura esté ligada principalmente a la época climática, sin descartar el efecto que el forrajeo de los conejos pudo ejercer sobre las plantas. Finalmente, la altura y cobertura vegetal que presentaron las plantas en octubre de 2007 no difirieron significativamente del tamaño inicial

En el caso de la vegetación en áreas descubiertas, durante los 16 meses de monitoreo de la cobertura de monocotiledóneas dentro del encierro, no encontramos diferencias significativas en el área cubierta. Esto se debió, en parte, a que el área abierta del encierro se encontraba desprovista de vegetación, y en parte al consumo de los brotes de plantas por los conejos, aunado a la alta densidad de conejos en el encierro, lo que se reflejó en un mínimo constante de monocotiledóneas y a bajas alturas de los pastos durante ambas épocas climáticas. Para el caso de las monocotiledóneas fuera del encierro se encontró una cobertura y altura de plantas mucho mayor en estas áreas que dentro del encierro, atribuible también a la densidad de conejos en el encierro. En promedio el área que cubren estas plantas dentro del encierro es una constante de  $0.05 \text{ m}^2$ , mientras que fuera este grupo constituye cerca de la mitad de la vegetación ( $0.5 \text{ m}^2$ , sin cambios significativos durante el estudio aunque se observa una tendencia a su disminución al final de la temporada de lluvias). Los datos encontrados parecen ser un reflejo de la alimentación de los conejos dentro del encierro, pues al alimentarse mayormente de monocotiledóneas (Rodríguez *et al.* 2006), no las están dejando crecer en altura ni cobertura. En un estudio realizado en el PNLM, donde se evaluó el porcentaje de hierbas en tres diferentes asociaciones vegetales, se encontró que el porcentaje de hierbas en las zonas de pastizal es en promedio de 38 % durante la época de lluvias, mientras que en la de secas disminuye drásticamente a cerca del 8% (Clavijo 2007). Sin embargo no encontramos dicho patrón dentro del encierro por lo que se ha explicado antes, ni

desarrollo de las plantas, sin embargo esto no pudo ser probado.

y fuera del encierro, podemos inferir que presentan tendencias similares en cuanto al alrededor de  $150 \text{ cm}^2$ . Al observar las gráficas conjuntas de la evolución de vegetación dentro entre sitios, las plantas muestran  $50 \text{ cm}^2$  de cobertura dentro del encierro y fuera de este encierro es de aproximadamente  $130 \text{ cm}^2$ , mientras que para la cobertura vegetal las diferencias media de los datos de altura dentro del encierro oscila entre los  $70 \text{ cm}$  mientras que fuera del del encierro) se realizó un análisis de varianza. Con este análisis pudimos observar que la Además, para conocer qué tan diferentes eran las plantas de cada sitio (dentro y fuera al inicio y  $60 \text{ cm}^2$  al final del estudio).

de los pastos al inicio del monitoreo (altura:  $82 \text{ cm}$  al inicio y  $85 \text{ cm}$  al final, cobertura:  $75 \text{ cm}^2$

El área sin vegetación dentro del encierro para las áreas abiertas presentó mucha variación durante el monitoreo, siguió un patrón inverso al de las dicotiledóneas (dado a que es el grupo vegetal más abundante dentro del encierro). De esta forma, el área descubierta aumentó casi

#### *Área sin cubierta vegetal*

especies animales. que los datos hallados en el encierro podría deberse al forrajeo de las dicotiledóneas por otras parte, el que en las áreas fuera del encierro la cobertura y altura de dicotiledóneas fuera menor vegetación sirvió para que los conejos se escondieran, descansaran y acicalaran). Por otra de alimento de los conejos, éstos las dejan crecer (eventualmente observamos que esta crecimiento presentado por las dicotiledóneas en el encierro pues al no ser la principal fuente mientras que las dicotiledóneas solo conforman el 8% de su dieta. Este hecho justifica el componente de la dieta de *S. cunicularius* lo representan las plantas monocotiledóneas (60%), dicotiledóneas dentro del encierro. Rodríguez *et al.* (2006) menciona que el principal significativos en su cobertura vegetal, siendo tales valores menores a los descritos para las tendencia de incremento en altura durante la temporada lluviosa no muestra cambios contraste, este mismo tipo de vegetación fuera del encierro, aunque presenta la misma porque muchas de las plantas dicotiledóneas son especies anuales y algunas perennes. En disminuyendo éstos parámetros en la época de secas no solo por la ausencia de lluvias, sino encierro presentan un incremento drástico en cobertura y altura en la temporada de lluvias, los organismos. En este estudio se observó que, efectivamente, las dicotiledóneas dentro del lluvias influye sobre el crecimiento de las plantas y su disponibilidad para la reproducción de en cada época climática. Bronson (1989) menciona que en hábitats templados, la llegada de las comportamiento en cobertura y altura fue uno de los más dinámicos, cambiando notoriamente Con respecto al grupo de vegetación conformado por dicotiledóneas, su

con el alimento adicional.

*S. cunicularius*, tales diferencias en proporciones son suplidas, en parte, dentro del encierro secas. Ya que las monocotiledóneas constituyen un grupo importante de plantas de la dieta de fuera de éste debido a que el monitoreo de la vegetación no se continuó durante la época de

El incremento continuo en el número de heces acumuladas mensualmente dentro del encierro, sobre todo en los meses de marzo y abril 2007, así como la disminución de heces acumuladas en las áreas abiertas en agosto y septiembre de 2007, sugieren que la dinámica de desintegración de las heces es afectada por los periodos de lluvias (disminución en marzo a octubre) y secas (aumento en noviembre a febrero). Al parecer, las lluvias ayudan a la

durante el estudio. El número de heces acumuladas fuera del encierro no se observaron cambios en el número de heces acumuladas dentro del encierro durante la temporada de secas y disminuyendo en la de las heces acumuladas fueron mayores dentro del encierro que fuera de él, incrementándose el cuadrado en el encierro ni en las áreas naturales monitoreadas fuera de éste. Se encontró que en las heces acumuladas fuera del encierro no encontramos este patrón en el número de heces por metro cuadrado es menor en los meses correspondientes a la temporada de secas que en la de septiembre, diciembre, marzo y junio respectivamente. Esto es, la densidad de excretas promedio de excretas por metro cuadrado de 14, 1, 9, 8 y 9 para los meses de junio, En la especie *S. cunicularius*, Clavijo (2007) reportó para zonas de pastizal en el PNLM una

### Heces

La comparación por sitios muestra que existe una mayor área sin cubierta vegetal en las áreas abiertas dentro del encierro y mucho menor fuera de éste. Esto ocurre aún pese a la alta cobertura de plantas dicotiledóneas dentro del encierro, y es posible que se deba a que fuera del encierro la mayoría de las plantas cubren directamente el suelo, mientras que dentro del encierro las dicotiledóneas crecen dejando áreas sin cubrir a ras del piso. estadísticamente significativas.

Aunque encontramos tales variaciones, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. El mismo monitoreo se realizó en áreas abiertas fuera del encierro, donde se encontró que el área descubierta oscila entre el 0.05 y el 40 % (medianas) de las áreas abiertas monitoreadas. Después de iniciado el monitoreo y fue disminuyendo hacia el final de la época de lluvias de 2006 para aumentar en la época de secas. Posteriormente, conforme se acercaba la temporada de lluvias 2007 el área descubierta fue reduciéndose significativamente. De esta forma, del mes 1 al mes 16 de monitoreo, el área desprovista de vegetación se redujo casi en un 50 %.

desintegración de las heces y a reducir su acumulación, mientras que en los periodos de ausencia de lluvias, se acumulan grandes cantidades de heces en el área.

Para las áreas abiertas fuera del encierro, se encontraron muy pocas excretas acumuladas en un área y no se observó el mismo patrón que el ocurrido dentro del encierro. Ello podría deberse en gran parte a que hay una mayor área fuera del encierro de la que los conejos pueden hacer uso y por eso es más difícil encontrar grandes acumulaciones de heces, aunado a la desintegración de éstas por la lluvia y su descomposición por artrópodos (Galante y Marcos-García 1997).

## **Suelo**

### *Textura*

La textura del suelo (la proporción de los tamaños de cada grupo de partículas que lo constituyen) determina la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire para la planta, y se considera como una propiedad básica que no se altera fácilmente en un suelo (Porta *et al.* 2003, Lomeli y Tamayo 2008). La textura es considerada un dato valioso para la interpretación tanto de la génesis del suelo como de sus propiedades, tales como la estructura, consistencia, porosidad, aireación y permeabilidad del agua (Porta *et al.* 2003, <http://edafologia.ugr.es/IntroEda/tema04/text.htm>). Los suelos con textura franco arenosa son suelos que presentan bastantes cantidades de arena y pocas cantidades de limo y arcilla incrementando la cohesión entre partículas compensados física y químicamente (Sanchez *et al.* 2003, SIAR 2008, [www.agropesstar.com/portal/doctos/agronomia1.htm](http://www.agropesstar.com/portal/doctos/agronomia1.htm)). Se conoce que no es común que la clase textural de un suelo se modifique en campo puesto que no cambia a corto plazo, aunque en largos periodos de tiempo puede verse afectada por procesos erosivos, deposición, lluvia o meteorización de materia orgánica (Rodríguez 2008, [www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/100/archivos/Suelos\\_2007.doc](http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/100/archivos/Suelos_2007.doc)). En este estudio, los datos de textura analizados para áreas abiertas e islas de vegetación, tanto dentro como fuera del encierro, se ubicaron dentro de los rangos de suelos Franco arenosos. Además, los porcentajes encontrados no presentaron diferencias estadísticas entre los sitios (dentro, fuera), fechas (primer, segundo y tercer muestreo), o áreas (islas, áreas abiertas). Por lo tanto, esta característica física no presentó modificaciones durante el estudio. Sin embargo, las grandes

En el PNL M se han reportado valores de pH que van desde los 5.09 hasta los 6.2 en sitios con regeneración natural de pinos y sotobosque de pastizal (ocupación de la superficie: 45% y 55% respectivamente; Vela-Correa *et al.* 2007). Durante el año y medio en que se realizó este estudio se encontró que los valores y los rangos de pH de las áreas abiertas (7.72, 6.77 – 7.98) e islas de vegetación (7.33, 6.37 – 7.56) dentro del encierro fueron mayores que los reportados por Vela-Correa *et al.* (2007) en zonas de pastizal ubicadas al Norte del PNL M. Además los valores de pH encontrados dentro del encierro fueron mayores a los determinados durante este mismo estudio para áreas abiertas (5.99, 5.87 – 6.07) y zonas de pastizal (5.94, 5.79 – 6.03) fuera del encierro. Previamente se mencionó que debido a la edificación de instalaciones de la ECLM, se encontraron restos de cal y cemento dentro del área del encierro, a los cuales es atribuible el incremento en los valores de pH puesto que estos materiales son alcalinos y disminuyen la acidez de los suelos (Luaces 2008, Alvarado y Fallas 2004, Suárez 2003) dando como resultado un incremento en los valores de pH del suelo del encierro. Una elevación de la alcalinidad del suelo superior a 7.5 (Ávila 2008) puede volver insolubles al hierro, manganeso, boro y fosfatos de modo que las plantas no pueden absorber cantidades suficientes de estos minerales (Russell y Russell 1968, <http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/monografias/Forrajes/Pastos.html>). Con ello se

*pH*

acciones pertinentes. cantidades de materia orgánica provenientes de las heces de los conejos (debido a la alta densidad de conejos confinados en el encierro) y los restos de vegetación pueden incrementar la cantidad de microporos en el suelo y la retención de agua (Muñoz *et al.* 1999). Es probable que tal proceso modifique a mediano plazo la textura del suelo disminuyendo su contenido de arenas por lo que sería conveniente continuar el monitoreo de esta característica para tomar las

fueron introducidos mientras que la vegetación fuera del encierro presentó el mismo patrón



El porcentaje de hematocrito en los individuos tanto juveniles (39.2 – 68.7%) como adultos (41.5 – 63.8%) de *S. cunicularius* confinados en el encierro coincidió con los valores descritos en los conejos en libertad (juveniles: 43.7 – 62.6 %, adultos: 42 – 59.5%) (Rodríguez-Martínez 2004, Vázquez 2005). Asimismo, la velocidad de sedimentación globular de los individuos juveniles (0 – 5.1 mm/h) y adultos (0 – 9.7 mm/h) dentro del encierro coincidieron con los valores descritos en conejos en libertad (juveniles: 0 – 11 mm/h, adultos: 0 – 3 mm/h) (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008). Por su parte, el conteo diferencial de leucocitos para individuos en condiciones de libertad, a excepción del tipo celular de eosinófilos, cuyos valores presentaron

### Parámetros hematológicos

El peso y la talla en los machos de *S. cunicularius* confinados dentro del encierro (peso: 1486.3 – 1763.7 g, talla: 444.0 – 479.0 mm) alcanzaron los valores descritos en los conejos en libertad (peso: 1664.6 - 1739.4 g, talla: 452.6 - 461.6 mm), mientras que las hembras solo alcanzaron la talla (465 - 490 mm) descrita (462.4 - 469.8 mm) pero no el peso (1570 – 1723g, peso descrito: 185.9 - 1966) (Rodríguez-Martínez 2004, Vázquez 2005). Es probable que las hembras no hayan alcanzado el peso debido al tipo de dieta que presentaron, ya que dentro del encierro existe una baja diversidad de especies vegetales de las que el conejo montés se alimenta, debido a que las hembras consumen un mayor número de especies comparado a los machos en condiciones de libertad (Rodríguez-Martínez *et al.* 2006).

### Datos biométricos

## 6.3 Monitoreo de características biométricas y parámetros hematológicos en los conejos

respecto a la fecha en que se comenzó su monitoreo. Por ello no se puede aseverar que la alcalinidad del terreno esté limitando el crecimiento de la vegetación.

Por otra parte, los valores de pH no se modificaron a lo largo del estudio, sin embargo es probable que a futuro, la adición de materia orgánica procedente de la vegetación y las excretas de los conejos puedan acidificar el pH del suelo del encierro ([www.agropesstar.com](http://www.agropesstar.com) 2008, Olofsson *et al.* 2007).

un incremento en el porcentaje de estas células (2.5 – 8.2%) en comparación a lo descrito (0 – 2%) (Pérez 2006). El incremento de este tipo celular se encuentra asociado a infecciones causadas por bacterianas o parásitos como protozoarios y nemátodos (Klusek y Bowen 1985). Parásitos como los nematodos han sido descritos para esta misma especie en libertad, de este mismo sitio (Vázquez 2005). Además, la presencia de tenias en algunos individuos muertos dentro del encierro (obs. pers.), hace suponer que el incremento de eosinófilos sea un reflejo del posible parasitismo de los individuos dentro del encierro.

Los parámetros hematológicos descritos en este trabajo para *S. cunicularius* en condiciones de confinamiento presentaron valores similares a los referidos en trabajos previos. Considerando que los datos biométricos (peso y talla) y parámetros hematológicos (hematocrito, VSG y conteo diferencial de leucocitos) obtenidos para *S. cunicularius*, podemos decir que no fueron afectados por las condiciones de confinamiento en las que se mantuvieron. Por lo tanto, hace posible llevar a cabo estudios de algunos procesos reproductivos o aspectos de su fisiología y conducta, que permitan compararlos con otras especies de lepóridos, por ejemplo con *S. floridanus* que es simpátrica de *S. cunicularius* en el PNLM. Además de realizar estudios que permita obtener información útil para proponer estrategias para la conservación y aprovechamiento de la especie.

## 7. CONCLUSIONES

1. El diseño e implementación del encierro para *Sylvilagus cunicularius* propuesto en este estudio incluyó características similares al hábitat natural de la especie y el monitoreo periódico permitió la toma de decisiones de manejo tanto del encierro como de los animales.
2. El manejo adecuado del encierro permitió registrar algunos parámetros fisiológicos y conductas de esta especie, logrando inclusive la reproducción en semicautiverio.
3. Las características del encierro satisfacen los requerimientos para continuar los estudios fisiológicos y conductuales así como otros aspectos de la biología del conejo montés que a largo plazo contribuirán a su conservación.
4. Las metodologías contenidas en el "Manual del Encierro para Conejos" servirán como *protocolo* de actividades tanto para el mantenimiento físico del encierro como para el monitoreo de sus características biológicas y de los conejos confinados.

## 8. Referencias

- Acosta PR, Kong A (1991) Guía de excursiones botánicas y micológicas al cerro del Peñón y Cañada Grande del estado de Tlaxcala. Gobierno del estado de Tlaxcala, Jardín Botánico de Tizatlán, Tlaxcala, México.
- Alvarado A, Fallas JL (2004) La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en suelos ácidos de Costa Rica. Agronomía Costarricense [www.accessmylibrary.com/coms2/summary\\_0286-5063246\\_ITM](http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-5063246_ITM).
- Ambriz GD, Contreras MJL, Hernández PO, Mercado PE, Cervantes FA, Rosado GA (2003) Estudio comparativo de los testículos, epidídimos, glándulas sexuales accesorias y espermatozoides en tres especies de lagomorfos (*Romerolagus diazi*, *Lepus californicus* y *Oryzolagus cuniculus*). *Acta Zoológica Mexicana* 88: 257-269.
- Armstrong DM, Jones JK Jr (1971) Mammals from the Mexican state of Sinaloa. I. Marsupiala, Insectivora, Edentata, Lagomorpha. *Journal of Mammalogy* 52: 747-757.
- Avila VJ (2008) Acidez del suelo. [www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/acidez\\_suelo.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/acidez_suelo.pdf).
- Bronson FM (1989) *Mammalian Reproductive Biology*. The University of Chicago Press. Chicago and London 325 pp.
- Boere V, Paludob GR, Pianta T, Tomaz C (2003) Effects of novelty, isolation stress, and environmental enrichment on some haematological parameters in marmosets (*Callithrix penicillata*). <http://priority.com/vet/marmoset.htm>.
- Caro T (1999) The behavior-conservation interphase. *Tree* 14 (9): 366-368.
- Casanave EB, Polini NN (1999) Comparative study of some haematological parameters of two wild *Chaetophractus villosus* (mammalian, dasyproctidae) populations. *Comparative Haematology International* 9(1): 13-16.
- Castel DA (1966) Nest building, parturition, and copulation in the cottontail rabbit. *The American Midland Naturalist* 75: 160-167.
- Ceballos GG, Galindo LC (1984) *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México*. Limusa, México, D.F.
- Ceballos GG, Miranda A (1986) *Los Mamíferos de Chamela Jalisco*. Instituto de Biología UNAM, México, D.F.

- Ceballos G, Oliva G (2005) Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso y de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica Toppan Printing Co. HongKong.
- Cervantes FA, Lorenzo C, Vargas J, Colmes T (1992) *Sylvilagus cunicularius*. Mammalian Species 412: 1-4.
- Cervantes FA (1993) Conejos y liebres silvestres de México. Ciencia y Desarrollo 10: 58-69.
- Cervantes FA, Lorenzo C, Yates TL (2002) Genic variation in populations of mexican lagomorphs. Journal of Mammalogy 83: 1077-1086.
- Cervantes FA, Delgado P, Colmenares AL (2005) Conejos: *Sylvilagus cunicularius* (Waterhouse, 1984) pp. 842-843 En: Ceballos G, Oliva G (coords.) Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso y de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica Toppan Printing Co. HongKong 986 pp.
- Chapman JA, Flux JEC (1990) Introduction and overview of lagomorphs. En: Chapman JA, Flux JEC (Eds. Rabbits, Hares and Pikas. Status Survey and Conservation Action Plan IUCN/SSC Lagomorphs Specialist Group, U.K.
- Chapman JA, Flux JEC (2008) Introduction to the Lagomorpha. En: Alves PC, Ferrand N, Haekländer K (Eds.) Lagomorph Biology: Evolution, Ecology and Conservation. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 414 pp.
- Chapman JA, Litvaitis JA (2003) Eastern cottontails and their allies 101-125 pp. En: Feldhammer GA, Thompson BC, Chapman JA (Eds) Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation. John Hopkins Press, Baltimore MD.
- Clavijo GAM (2007) Uso de habitat por dos especies simpátricas de lagomorphos en tres asociaciones vegetales del Parque Nacional La Malinche. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 40 pp.
- Cockrem JF (2005) Conservation and behavioural neuroendocrinology. Hormones and Behavior 48: 492-501.
- Coordinación General de Ecología (1999) Plan de Manejo del Parque Nacional Malintzi. Inédito Tlaxcala, México.

- Corona-Vargas MC, Windfield JC (2000) Evaluación del recurso faunístico en la región oriente del Parque Nacional La Malinche comunidad de Ixtenco, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura en Biología Agropecuaria, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.
- Corona-Vargas MC, Sánchez C, Fernández JA (2003) Herpetofauna de Tlaxcala. Departamento de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.
- Davidsohn I, Henry JB (1978) Diagnóstico Clínico por el Laboratorio. 6ª ed. Salvat Editores, México pp. 152-161.
- Diersing VE, Wilson DE (1980) Distribution and systematics of the rabbits (*Sylvilagus*) of west-central Mexico. Smithsonian Contributions to Zoology 297: 1-26.
- Fayusi AO (2007) *Amaranthus cruentus* leaf meal as a protein supplement in broiler finisher diets Part 2. Haematological responses, carcass characteristics and relative organ weights. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development 7(6).
- FAO (2003) Suelo. En: Métodos sencillos para la Acuicultura. CD-ROM 1ª edición, Colección FAO para la capacitación. www.fao.org.
- Fullagar PJ (1981) Methods for studying the behaviour of rabbits in a 33-ha enclosure at Canberra and under natural conditions at Calindary NSW. En: Myers K, MacInnes CD (eds). *Proceedings of the World Lagomorph Conference*. Guelph, Ontario, Canada. pp. 24-254.
- Galante E, Marcos-García MA (1997) Detritívoros, coprófagos y necrófagos. Bol. S.F.A. (20): 57-67 [http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_20/B20-003-057.pdf](http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-003-057.pdf)
- Giralt M, Ercoreca L (1992) Propiedades de la sangre pp. 352-375 En Tresguerres JAF (ed) *Fisiología Humana 1ª ed.* McGraw-Hill-Interamericana. Madrid España
- González AJ (2005) Aspectos demográficos y densidad poblacional del conejo montes *Sylvilagus cunicularius* (Leporidae) en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura en Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- González J, Lara C, Vázquez J, Martínez-Gómez M (2007) Demography, density, and survival of an endemic and near threatened cottontail *Sylvilagus cunicularius* in central Mexico. *Acta Theriologica* 52: 299-305.

- González G (2004) Información técnica: Éxito en los trasplantes, y establecimiento de plantas tropicales utilizando micorrizas. [www.phcmexico.com.mx/phctransplante.html](http://www.phcmexico.com.mx/phctransplante.html)
- Gómez AG, Reyes GR, García Martínez GE, Terán Olgún R (1993). Fauna silvestre del Parque Nacional La Malintzi, Tlaxcala. Memoria de Resúmenes del Primer Congreso sobre Parques Nacionales y Áreas Naturales Protegidas de México: Pasado, Presente y Futuro. Centro Vacacional IMSS, La Trinidad, Tlaxcala. pp 40-42.
- Gómez AG, Reyes GR, Durán A, Terán R O (1995) Relación entre la estructura de las comunidades de aves y la vegetación del volcán Malinche, Tlaxcala. Resúmenes IV Congreso y X Simposio Nacionales de ornitología. Tuxtpec, Oaxaca. México. pp 19.
- Hall ER (1981) The Mammals of North America. Second edition. John Wiley and Sons. New York, US
- INEGI (1998) Síntesis Geográfica de Tlaxcala. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, DF pp. 5-73.
- IUCN- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (2004) *Red List of Threatened Species* version 2.3 (1994) [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Downloaded on July 2005.
- Katukhin LN, Khama-Murad AL, Kisiyakova LN, Kazennov AM, Maslova MN, Tavrovskaya TV (2005) Changes in rheological and hematological parameters in rats of Wistar and SHR lines at single and multiple treadmill running. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology* 41(3): 341-346.
- Khan TA, Zafar F (2005) Haematological study in response to varying doses of estrogen in broiler chicken. *Int. J. of Poultry* 4(10): 748-751.
- Klusek HH, Bowen RM (1985) *Manual de Diagnóstico Clínico*. Interamericana. México, D.F.
- Leopold AS (2000) *Fauna Silvestre de México*. Segunda edición. Editorial Pax, México.
- Lomeli RMG, Tamayo OR (2008) Deterioro del suelo. En: *Deterioro del Suelo* <http://www.sagan-gea.org/hojared/CSuelo.html>. Downloaded on January 2008.
- Lord RD Jr (1964) Seasonal changes in the activity of penned cottontail rabbits. *Animal Behaviour* 12: 38-41.
- Lynch MJ, Raphael SS, Mellor LD, Spare PD, Inwood MJH (1977) *Métodos de Laboratorio* 2a edición. Interamericana México D.F. pp. 695-845

- Marsden HM, Conaway CH (1963) Behavior and the reproductive cycle in the cottontail. *Journal of Wildlife Management* 27: 161-170.
- Marsden HM, Holler NR (1964) Social behavior in confined populations of the cottontail and the swamp rabbit. *Wildlife Monographs* 13: 6-39.
- Masello JF, Quilfeldt P (2003) Are haematological parameters related to body condition, ornamentation and breeding success in wild burrowing parrots *Cyanolais patagonus*? *Journal of Avian Biology* 35(5): 445-454
- Morrone JJ, Fortino A (1997) ¿Deben existir los zoológicos? *Ciencia Hoy* (8) 43: 7 pp. (<http://www.cienciahoy.org.ar/hoy43/zool1.htm>)
- Muñoz GF, Polo GMJ, Giraldez CJV (1999) Modificación de algunas propiedades físicas en un suelo del Valle del Guadalupe enmendado con lodos de depuradora. En: Muñoz-Carpena R, Ritter A, Tascón C Estudios de la Zona no Saturada del Suelo. ICIA:Tenerife. ISBN 84-699-1258-5 pp. 115-121 <http://carpena.ifas.ufl.edu/ZNS/4canarias/iii-03.pdf>.
- Nelson EW (1909) The Rabbits of North America. *North American Fauna* 29: 9-287.
- Newman SH, Platt JF, White J (1997) Hematological and plasma biochemical reference ranges of Alaskan seabirds: Their ecological significance and clinical importance. En: *Colonial Waterbirds* 20(3): 492-504
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL (2002) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación segunda sección, México D.F.
- OCDE-Organization for Economics Co-operation and Development (2000) Guidance document on the recognition, assessment, and use of clinical signs as human endpoints for experimental animals used in safety evaluations. OECD Environmental Health and Safety Publications, Series on Testing and Assessment (19) (<http://www.oecd.org/ehs/>)
- Olofsson J, Mazancourt C, Crawley MJ (2007) Contrasting effects of rabbit exclusion on nutrient availability and primary production in grassland at different time scales. *Oecologia* 150:582-589



- Ortiz-Martínez T, Gallina S, Briones-Salas M, González G (2005) Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellogg 1940) en un bosque templado de la Sierra norte de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana 21(3): 65-78
- Pérez RH (2006) Caracterización y cuantificación de los leucocitos del conejo montés *Sylvilagus cunicularius* en el parque Nacional La Malinche. Tesis de licenciatura en Biología Agropecuaria. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Porta J, López-Acevedo, Roquero C (2003) Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. 3ra edición. Mundi-Prensa.
- 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
- Reyes EJ (1993) Jaula de confinamiento para diferentes especies faunísticas en un ambiente semejante al suyo. Memorias del IV Encuentro de Investigadores de Flora y Fauna, Tlaxcala, México. pp. 143.
- Rödel HG, Bora A, Kaiser J, Kaetzke P, Khaschei M, von Holst D (2004) Density-dependent reproduction in the European rabbit: consequence of individual response and age-dependent reproductive performance. Oikos 104: 529-539.
- Rodríguez-Luna E (1998) Ecología y conducta de primates pp 63-89 En Martínez-Gómez M, Velásquez-Moctezuma J (coords) Bases Neurobiológicas y Ecológicas de la Conducta. Universidad Autónoma de Tlaxcala-Universidad Metropolitana, México
- Rodríguez-Martínez ML, Martínez A, Bautista A, Hudson R, Martínez-Gómez M (2004) Seasonal reproduction in the mexican rabbit, *Sylvilagus cunicularius*, in mount Malinche National Park. XLI Meeting Animal Behavior Society. Oaxaca, México. pp 12-16.
- Rodríguez MML, Martínez y Pérez JL, Martínez-Gómez M (2006) Vegetación y dieta. En Vázquez J (editor) Reporte del proyecto: Dinámica Poblacional y Uso de Hábitat del Conejo Endémico de México *Sylvilagus cunicularius* en el Parque Nacional Malinche. FOMIX TLAX-2003-CO2-12328

Rodríguez BMA (2008) Granulometría de las partículas minerales del suelo. Cátedra de Edafología General. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología.

Ramero FJ, Velázquez A (1994) El conejo zacatuche. Tan lejos de Dios y tan cerca de la ciudad de México. Instituto Nacional de Ecología-Consejo Nacional de la Fauna. México D.F. 36 pp.

Rungstad OJ (1966) Biology of penned cottontail rabbits. *Journal of Wildlife Management* 30: 312-319

Robles LA (1998) Systematics of *Sylvilagus* Gray, 1867 (Lagomorpha: Leporidae) from southwestern North America. *Journal of Mammalogy* 79: 1355-1378.

Russell EW (1968) Las Condiciones del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. 4a edición. Madrid España

Sánchez DE, Fos CM, Bordón FY (2003) Ecosistemas Mediterráneos. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, España 213 pp. ISBN 849705444X, 9788497054447

SAR-Sistema Interactivo de Apoyo al Riego (2008) Guías y manuales de terreno: Determinación de la textura en el suelo del terreno. ([http://www.siar.cl/docs/protocolos/Det\\_textura\\_suelo.pdf](http://www.siar.cl/docs/protocolos/Det_textura_suelo.pdf))

Solomón SVM, Contreras MJL, Matzumara PD, Vázquez PCG (2005) Estimación de la variabilidad genética en el teporingo (*Komerolagus diazi*) en cautiverio. *Veterinaria México* 36: 119-126.

Sorensen MF, Rogers JP, Baskett TS (1968) Reproduction and development in confined swamp rabbits. *Journal of Wildlife Management* 32: 520-531.

Suarez FD (2003) Uso de cal agrícola en el manejo de suelos ácidos. *Tattersall* 179 <http://www.tattersall.cl/revista/gerac.htm>

Sutherland WJ (1998) The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56:801-809.

Thompson PM, Tollit DJ, Corpe HM, Reid RJ, Ross HM (1997) Changes in haematological parameters in relation to prey switching in a wild population of harbour seals. *Functional Ecology* 11: 743-750

- Valenzuela A, Oyarzún C, Silvia V (2003) Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848): la serie blanca. *Ganaya* 67:130.
- Vargas, F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección: Los Grandes Problemas Nacionales. Serie: Los Bosques de México. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. México D.F. 266 pp.
- Vázquez J, Rodríguez ML, Bautista A, Cordero C, Hudson R, Martínez-Gómez M (2003) Biología de los conejos. En: Martínez-Gómez M, Cruz Y, Hudson R, Lucio RA (Eds) *Fisiología, Ecología y Comportamiento: Una Propuesta Multidisciplinaria*. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México
- Vázquez J (2005) Carga de parásitos y su relación con el estado fisiológico del conejo endémico de México *Sylvilagus cunicularius*. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- Vázquez J, Martínez CA, Hudson R, Rodríguez-Martínez L, Martínez-Gómez M (2007a) Seasonal reproduction in Mexican cottontail rabbits *Sylvilagus cunicularius* in La Malinche National Park, central Mexico. *Acta Theriologica* 52:361-369
- Vázquez J, Rodríguez-Martínez L, Bautista A, Hudson R, Martínez-Gómez M (2007b) Evaluación de una nueva trampa para capturar conejos silvestres (*Sylvilagus cunicularius* y *S. floridanus*). *Revista Mexicana de Mastozoología* 11:34-46
- Vela-Correa G, Vázquez-Martínez BE, Rodríguez-Gamíño ML, Domínguez-Rubio IV (2007) Edafic characterization of sites with natural regeneration of *Pinus montezumae* Lamb., in the La Malinche volcano, México. *Agrociencia* 41: 371-383
- Velázquez A (1996) X. Síntesis de estudios sobre el zacatuche y su hábitat. En: Velásquez A, Romero FJ, López-Paniagua J (comp). *Ecología y Conservación del Conejo Zacatuche y su Hábitat*. UNAM-Fondo de Cultura Económica. México 204 pp.
- von Holst D, Hutzelmeyer H, Kaetzke P, Khaschei M, Schönheiter R (1999) Social rank, stress, fitness and life expectancy in wild rabbits. *Naturwissenschaften* 86: 388-393.
- von Holst D, Hutzelmeyer H, Kaetzke P, Khaschei M, Rödel H, Schrutka H (2002) Social rank, fecundity and lifetime reproductive success in wild European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Behav Ecol Sociobiol* 51:245-254

Williams DF, Kelly PA, Hamilton LP (2002). Controlled Propagation and Reintroduction Plan for the Riparian Brush Rabbit (*Sylvilagus bachmani riparius*). Endangered Species Recovery Program, California State University, Stanislaus, Turlock, California, USA. 75 pp.

[www.agropesstar.com/portal/doctos/agronomia/Manual de agronomia](http://www.agropesstar.com/portal/doctos/agronomia/Manual%20de%20agronomia.htm). Downloaded on November 2008

[www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/100/archivos/Suelos\\_2007.doc](http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/100/archivos/Suelos_2007.doc) Introducción a las Ciencias Agrarias, Curso 2007, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata

<http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/monografias/Forrajes/Pastos.html> SAGARPA Departamento de Edafología y quimica agrícola. Universidad de Granada, España  
<http://edafologia.ugr.es/IntroEda/tema04/text.htm> Propiedades físicas. Departamento de Edafología y quimica agrícola. Universidad de Granada, España  
Zeng ZG, Song YL, Li JS, Teng LW, Zhang Q, Guo F (2005) Distribution, status and conservation of Hainan Eld's deer (*Cervus eldi hainanus*) in China. *Folia Zool.* 54(3): 249257

9. PUBLICACIONES

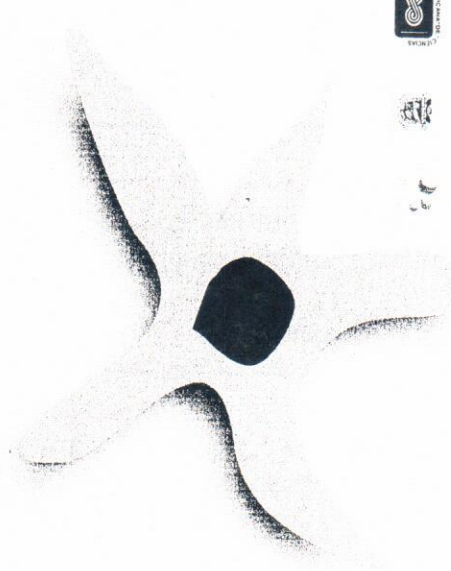
THE ENDEMIC MEXICAN RABBIT *Syvilagus cunicularius*: A MODEL FOR  
BEHAVIORAL STUDIES IN AN ENCLOSURE AT THE NATIONAL PARK OF LA  
MALINCHE, MEXICO

Morales FM<sup>1</sup>, Vázquez-Pérez J<sup>2</sup>, Bautista A<sup>2</sup>, Hudson R<sup>3</sup>, Martínez-Gómez M<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias Biológicas, UAT; <sup>2</sup>Centro Tlaxcala de Biología de la  
Conducta, UA; <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, México.

The rabbit *Syvilagus cunicularius* is an endemic Mexican species, which is catalogued by IUCN as 'approaching endangered'. It is notable among Mexican rabbits for its large size and widespread distribution. Our research group has developed a program to study its biology at the Malinche National Park, Tlaxcala, Mexico. We have found that *S. cunicularius* reproduces throughout the year but that reproductive activity is concentrated from March to October, coinciding with the seasonal increase in precipitation, temperature and photoperiod. Behavioral aspects related to its reproduction are unknown due to difficulties of observation in the wild. Thus, we have recently established a 0.05-hectare enclosure for behavioral studies. This contains seven patches of introduced native vegetation (five of *Muhlenbergia* sp. and two of *Stipa* sp.) with an open area in the center. Water, feed, and wooden shelter-trapping boxes are also provided. Five young rabbits, four males and one female, were captured and released into the enclosure. We periodically measure weight, length of the body, a hind foot, an ear and the tail. The daily pattern of activity is currently being determined although it is already clear that this is greatest around 13 to 20 hrs. A preliminary ethogram will be presented. Supported by FOMIX: TLAX-2003-CO2-12328

# BASES BIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA



**CE**  
AVO  
CURSO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA

**CE**  
AVO

CURSO

12 AL 15 DE OCTUBRE 2006

CARTEL 22. ESTABLECIMIENTO DE UN ENCIERRO PARA REALIZAR ESTUDIOS FISIOLÓGICOS Y CONDUCTUALES SOBRE *Sylvilagus cunicularius* EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA LA MALINCHE

Minerva Flores Morales<sup>1</sup>, Jorge Vázquez-Pérez<sup>2</sup>, Margarita Martínez-Gómez<sup>3</sup>, Amando Bautista<sup>2</sup> y Robyn Hudson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias Biológicas y <sup>2</sup>Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala-UNAM e <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM

*Sylvilagus cunicularius*, también llamado conejo montes, es una especie de conejo silvestre endémica de México catalogada por la IUCN como "cercana a la amenaza". *S. cunicularius* se caracteriza por ser la especie de mayor tamaño y distribución entre las especies endémicas de conejos. Se le encuentra en la parte central del país desde Sinaloa hasta Oaxaca y a lo largo del eje Neovolcánico transversal. En el Parque Nacional La Malinche (PNLM), Tlaxcala, un grupo del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) ha desarrollado estudios para conocer la biología de esta especie nativa.

Los estudios muestran que *S. cunicularius* se reproduce durante todo el año pero la actividad reproductora se concentra en los meses de marzo a octubre, asociada al aumento en precipitación, temperatura y fotoperiodo. Sin embargo, se desconocen los aspectos fisiológicos y conductuales relacionados a su reproducción debido a la dificultad de seguir y observar a los conejos de manera periódica. Tal dificultad se debe a la dispersión natural de los conejos fuera de sus sitios de origen, las pocas oportunidades de encuentro con los individuos de estudio, la alta probabilidad de depredación de los conejos por depredadores naturales, perros domésticos o ferales, así como a la caza furtiva. En otras especies de conejos silvestres una solución que ha permitido realizar estudios fisiológicos y conductuales de forma controlada y continua ha sido la implementación de colonias en cautiverio o semicautiverio.

El CTBC cuenta con instalaciones en la Estación Científica La Malinche (ECLM, ubicada en el PNLM) apropiadas para adaptar un confinamiento para el estudio de los conejos nativos. En este estudio se planteó desarrollar un encierro de tipo semicautiverio en la ECLM para realizar ciertos estudios fisiológicos y conductuales sobre el conejo *S. cunicularius*.

Se requirió diseñar e implementar la ambientación del área destinada al encierro (un rectángulo de 530 m<sup>2</sup>), dado que esta se hallaba desprovista de vegetación. La ambientación del encierro consistió en introducir siete islas de pastos



de dos especies (cinco islas con predominio de pastos de las *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu* dado a que se ha observado a los conejos en vegetación de pastizal con predominio de estas especies de pastos, además, en estudios preliminares sobre la dieta del conejo montes se ha reportado que *S. cunicularius* se alimenta de estos pastos). Las islas quedaron ubicadas en la periferia del encierro dejando una gran área abierta en el centro del mismo. En dicha área abierta se construyó un estanque con agua, se colocaron dos pesebres pequeños de madera para proveer alfalfa a los conejos, así como una tolva para suministrarles alimento en croquetas.

Una vez introducida la vegetación para cada isla, dentro de una circunferencia de 2 m de diámetro, se midió quincenalmente, por medio de la fórmula de la elipse, la altura y cobertura de los pastos para monitorear su desarrollo dentro del encierro.

Para comparar la vegetación del encierro con la que se encuentra fuera de éste, medimos la altura y cobertura en un transecto (de 40 m) de la vegetación exterior de la misma manera que dentro del encierro. Muestreamos quincenalmente la cobertura de la zona abierta del encierro en seis cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> cada uno. Para comparar la vegetación de zona abierta dentro del encierro con zona abierta de afuera, trazamos un transecto de 30 m de longitud donde cuantificamos la cobertura vegetal.

Dentro de los cuadrantes también se contó el número de excretas presentes para conocer el impacto de los conejos sobre el suelo del encierro. Tomamos muestras de suelo dentro y fuera del encierro para determinar sus propiedades fisicoquímicas (pH, conductividad eléctrica, textura y materia orgánica) y comparadas. Ya se han terminado de procesar las muestras para pH y conductividad eléctrica mientras textura y materia orgánica están siendo procesadas en el laboratorio.

Los datos obtenidos del monitoreo periódico de la vegetación de islas y áreas abiertas nos sirve para conocer la incidencia de los conejos (forrajes) sobre el mantenimiento y desarrollo de la vegetación, lo cual nos es muy útil para tomar decisiones prácticas sobre cuándo y cuánto alimento suministrarle a los conejos y evitar así que al alimentarse únicamente de la vegetación dentro del encierro, terminen con ella y no les sirva de refugio contra los depredadores.

El muestreo de suelos tanto al interior como al exterior del encierro a mediano plazo nos servirá para conocer la incidencia de los conejos, principalmente sus excretas, sobre las características fisicoquímicas del suelo y poder determinar que soluciones tomar.

Recientemente se introdujeron al encierro algunos conejos juveniles (cuatro machos y una hembra juveniles), como parte de un estudio conductual preliminar para evaluar periódicamente sus características corporales (peso, longitud total y grasa corporal) y fisiológicas (hematocrito, sedimentación y conteo diferencial de leucocitos) así como para determinar las horas de mayor actividad e identificar y describir las conductas que podrían registrarse y analizarse.

La información arrojada con este estudio sobre el mantenimiento de los conejos *S. cunicularius* en condiciones de semi-cautiverio, así como la descripción general de

sus conductas permitirán a mediano y largo plazo la realización de diferentes tipos de estudios fisiológicos (por ejemplo relacionados a sistema inmune) y conductuales (relacionados a conducta maternal, a interacciones entre hermanos y en general a su reproducción).

Financiamiento: CONACYT (MFM 198761), FOMIX: TLAX-2003-CO2-12328



investigación en ciencias biológicas



# Programa

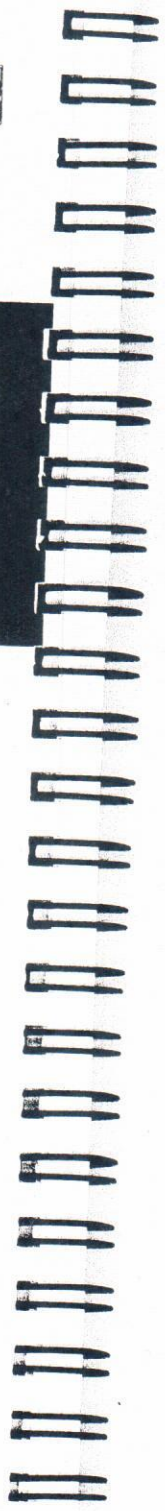
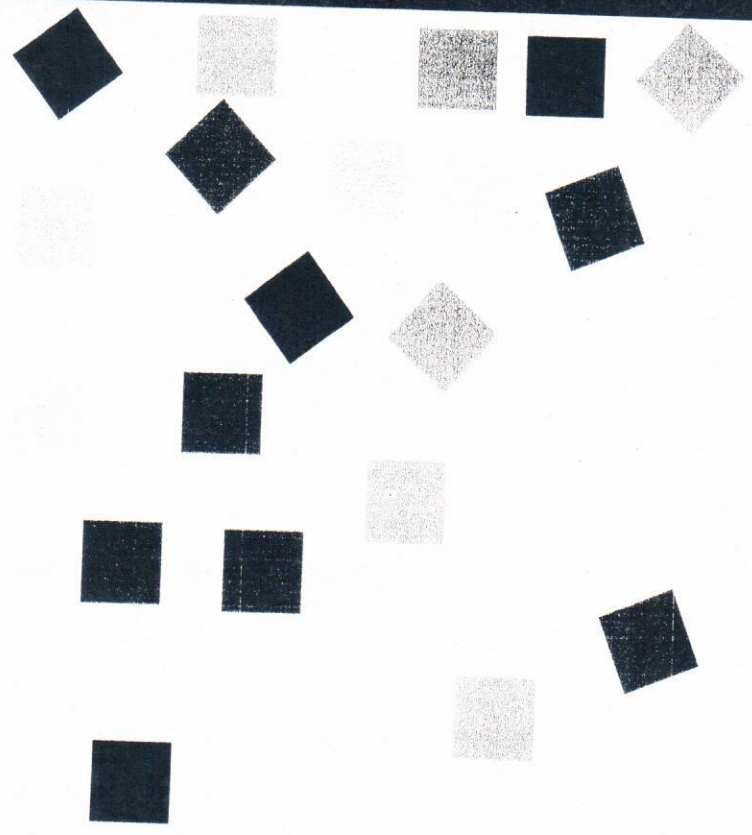
del 16 al 19 de octubre de 2008, Tlaxcala, Tlax.

## BASES BIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA

C U R S O



QVO



## Descripción de la Conducta Maternal y Características de la Camada en el Conejo Montes *Sylvilagus cunicularius* en Condiciones de Semi-cautiverio

Humberto Pérez-Roldán<sup>1</sup>, Robyn Hudson<sup>2</sup>, Margarita Martínez-Gómez<sup>1,2</sup>,  
Ma. Luisa Rodríguez<sup>1</sup>, Minerva Flores<sup>1</sup> y Amando Bautista Ortega<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, UAT Unidad Periférica UNAM (México).

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM (México).

El conejo montes *Sylvilagus cunicularius* es un mamífero endémico de México, que recientemente ha sido catalogado como cercano a la amenaza por la International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). A pesar de ello se sabe muy poco sobre su biología y nada sobre su conducta maternal ya que es casi imposible encontrar sus nidos en el campo y observar la conducta maternal. En parte, para resolver tal dificultad, construimos un encierro en la Estación Científica la Malinche ubicada dentro del Parque Nacional La Malinche, que actualmente alberga a dos machos y tres hembras. En general, las características

del encierro son similares a las del hábitat natural de la especie. El objetivo de este trabajo es describir la conducta maternal del conejo montes así como los materiales de construcción de su nido y las características físicas del mismo.

Las hembras del encierro se capturarán mensualmente determinando su estado reproductor por palpación del vientre. Cuando una hembra esté gestante a término, su vientre se le cubrirá de polvo fluorescente y en los siguientes días se seguirá su rastro con una lámpara para localizar el nido. A partir de la localización del nido, cerca de este se instalará una cámara digital provista de un sensor infrarrojo que obturará automáticamente cuando la coneja visite a sus crías. La cámara registrará la hora y la frecuencia de visita. Para determinar la tasa de

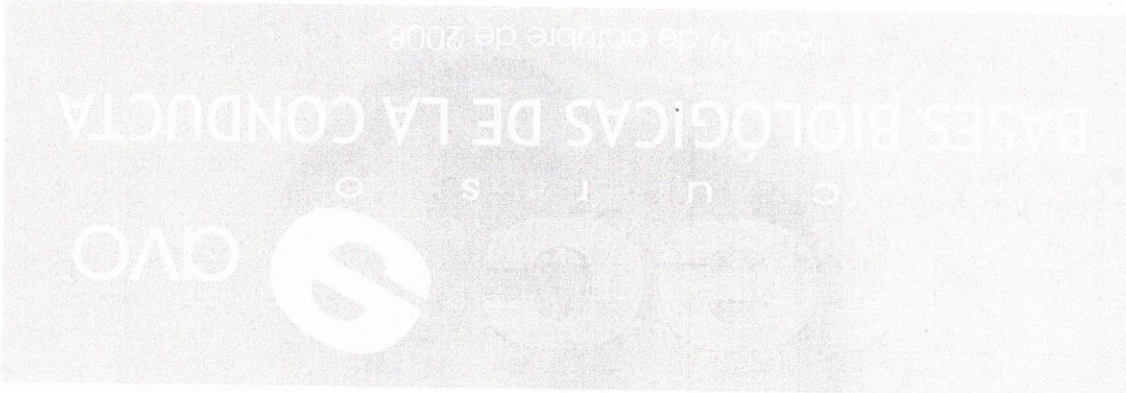
CARTEL 37

Ciudad de Tlaxcala, México, 17 de octubre de 2008

crecimiento, las crías se pesarán periódicamente hasta el destete y cuando el nido sea abandonado se describirán las características físicas de éste y de la vegetación circundante.

Como resultados preliminares tenemos que este año, por primera vez, los conejos cautivos empezaron a reproducirse. Las conejas excavaban una madriguera de crianza en cuyo interior construyen un nido con hierbas y su propio pelo. La coneja tapa muy bien la entrada de la madriguera con hierba, de tal forma que es casi imposible encontrarla. Una coneja produjo dos camadas. De la primera camada desteto dos juveniles, aunque inicialmente la camada pudo haber sido más grande. Evidencia de esto es que, usando por segunda vez la misma madriguera, esa coneja produjo una segunda camada de seis crías. Esta segunda camada murió aparentemente por hipotermia.

26. *CONACyT 25889-N y HPR25889; PAPIIT IN229907; PROMEP ABO-2006-2007; UATLX-CA-*



FEBRERO DE 2009

MINERVA FLORES MORALES  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE TLAXCALA

POR:



# ENCIERRO PARA CONEJOS DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA LA MALINCHE



INDICE

1. Introducción	2
2. Características del encierro	3
2.1 Infraestructura	3
2.2 Protecciones	3
2.3 Áreas de protección o de vegetación de pastizal	4
2.4 Áreas de observación o de área abierta	4
2.5 Estanque	5
2.5.1 Abastecimiento, mantenimiento y recambio de agua	6
2.6 Comederos	6
2.7 Cajas trampa	6
2.8 Iluminación	7
3. Selección e introducción de los sujetos de estudio al encierro	10
4. Monitoreo de características sujetas a modificación durante el confinamiento de los conejos	12
4.1 Vegetación	12
4.1.1 Vegetación de pastizal.	12
4.1.2 Vegetación de áreas abiertas	13
4.2 Características físicas y químicas del Suelo	13
4.3 Excretas	14
5. Sujetos de estudio: <i>Sylvilagus cunicularius</i>	15
5.1 Captura	15
5.2 Parámetros hematológicos	16
5.3 Datos biométricos	17
6. Sugerencias y recomendaciones	23
6.1 Encierro	23
6.2 Individuos para el confinamiento	27
6.3 Monitoreo	27
6.4 Sujetos de estudio: <i>Sylvilagus cunicularius</i>	28
7. Referencias	33

Página

## 1. INTRODUCCIÓN

El encierro de la Estación Científica La Malinche (ECLM) surge por diversos intereses de nuestro grupo de trabajo, entre ellos 1) estudiar la biología de los conejos silvestres de México, de los que poco se conoce, que juegan un papel importante en la cadena alimenticia al ser consumidores primarios y el alimento principal de diferentes carnívoros, 2) comparar algunos aspectos estudiados en el conejo doméstico y sobre los cuales se desconoce cómo se presentan en el conejo silvestre bajo condiciones naturales, y 3) la necesidad de realizar estudios específicos para proponer programas de manejo, aprovechamiento y protección que ayuden en la conservación de las especies endémicas de conejos mexicanos en riesgo de desaparecer (Vázquez *et al.* 2003). Con el encierro se persigue facilitar estudios sobre aspectos etológicos y fisiológicos de los conejos en condiciones más cercanas a su ambiente natural. Se consideró pertinente el establecimiento de un encierro tipo semicautiverio, con el que se logra mantener confinados a los animales de estudio en ambientes que presentan algunos elementos y estructuras particulares de su hábitat, pero diseñados y creados por el hombre, cuyo espacio permita a los animales moverse libremente (Rodríguez-Luna 1998). Conforme a ello, y partiendo de un área delimitada, desprovista de características del hábitat natural de los conejos, se estableció y ambientó el presente encierro en torno a condiciones de semicautividad proveyendo los requerimientos particulares los proyectos de investigación del grupo de trabajo.

El diseño y las características generales del encierro fueron adaptadas a un área previamente delimitada. Dichas características fueron estructurándose a partir de revisiones de trabajos similares en otras especies de conejos (Ambríz *et al.* 2003, Solomón *et al.* 2005, Marsden y Conaway 1963, Casteel 1966, Rongstad 1966, Williams *et al.* 2002, von Holst *et al.* 1999, von Holst *et al.* 2002, Rödel *et al.* 2004) así como de las observaciones del propio grupo de trabajo sobre la especie en cuestión (Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005, Rodríguez *et al.* 2006, González *et al.* 2007, Vázquez *et al.* 2007a, Vázquez *et al.* 2007b). Bajo este esquema y previendo las necesidades de monitoreo y registro de datos dentro del encierro, así como el cuidado y mantenimiento de éste, se ha planteado el presente manual con el fin de explicar los puntos referentes a las características del encierro.



El encierro de la ECLM se realizó considerando áreas que proveyeran vegetación de pastizal para la alimentación y protección de los conejos, áreas abiertas (con escasa vegetación) para la observación de los mismos, así como las protecciones e implementos necesarios para albergar a los conejos. Dichas características se detallan adelante.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL ENCIERRO

Inicialmente se contaba solo con el terreno (ver punto 2.1.1), por lo que se implementaron varias características necesarias para albergar a los conejos. Estas características incluyeron la introducción de vegetación y establecimiento de áreas abiertas (con escasa vegetación), colocación de protecciones, suministros de agua y alimento, método de captura (cajas trampa) e iluminación. A continuación se hace referencia a cada una de estas características requeridas e implementadas.

### 2.1 Terreno

El encierro cuenta con un área de 530m<sup>2</sup>, el perímetro mide 104.9 m lineales de los cuales 79.5m están bordeados por un muro de piedra y cemento como se muestra en la fig. 1. La orientación del encierro se observa en el esquema 1.

### 2.2 Protecciones

Para lograr mantener en confinamiento y evitar el escape de los conejos tanto de los introducidos como las futuras crías, era necesario colocar un alambrado que impidiera el escape de los conejos a través de la misma malla o saltándola. Para ello se adquirió una malla ciclónica de 2 m de alto con aberturas de 2.5 cm y se colocó sobre el muro de piedra rodeando la periferia del encierro. La malla está sostenida por tubos galvanizados colocados cada tres metros. Sobre la malla ciclónica y como extensión a los tubos se instalaron tres líneas de alambre de púas con 20 cm de separación entre ellas. Existen además dos accesos al encierro conformados por dos puertas dobles que forman cajas de entrada/salida para evitar el escape de los conejos.

Otro aspecto que debía de cubrirse era la protección en la parte superior del encierro (área) para evitar la depredación de los conejos por aves rapaces. Se colocaron líneas de *cuerda macramé* a todo lo largo de la parte superior del encierro, una a cada

20 cm de distancia de la otra hasta cubrir toda el área. A lo ancho del encierro se colocaron dos líneas dobles de alambre para ayudar a sostener el peso de las líneas. También a lo ancho del encierro se colocaron dos líneas mas de *cuerda macramé* con separaciones para evitar que las líneas longitudinales se movieran con el aire, se encimaran y dejaran huecos por los que pudieran entrar los depredadores (ver figura 2).

### 2.3 Áreas de protección o de vegetación de pastizal

Estas áreas contienen conjuntos de plantas de pasto. Su función es proveer protección a los sujetos de estudio ya que, de forma natural es en estos sitios donde los conejos construyen sus echaderos o sitios de descanso que usan durante el día. Además, se sabe que utilizan el pastizal para trasladarse de un sitio a otro, escapar de sus depredadores y para alimentarse (Chapman y Flux 1990, Cervantes *et al.* 1992).

El encierro cuenta con siete zonas a modo de parches, a las que se denominó islas, constituidas de vegetación de pastizal distribuidas en la periferia del encierro a lo largo de 79.5 m. Las siete islas introducidas se conformaron con pastos de las especies *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*; cada isla midió en promedio 5.7 por 3.9 metros (área promedio de las islas: 71.4 m<sup>2</sup>). En cada isla se sembraron un promedio de 13 pastos, la altura y cobertura vegetal promedio por pasto fue de 84.5 cm y 67.8 cm<sup>2</sup> respectivamente (ver figura 3). Las islas se colocaron en la periferia del encierro, para poder tener mejor visibilidad de los conejos, y están interconectadas entre si por franjas de vegetación (corredores) de pastizal. Los pastos fueron transplantados de los alrededores de la ECLM al interior del encierro.

### 2.4 Áreas de observación o de área abierta

Este tipo de área posee escasa vegetación, su propósito es permitir la observación directa de los conejos dentro del encierro. Puede presentar vegetación (pastos y plantas anuales o perennes menores a 30 cm de altura) que permita la observación clara de los individuos. De forma natural existen pocas zonas de este tipo, a modo de manchones, y los que los conejos suelen salir a alimentarse de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas durante sus horas de actividad (Rodríguez-Martínez 2006).

En el encierro se cuenta con un área abierta al centro de éste, donde se introdujeron algunos pastos pequeños de *Stipa sp.*, semillas de plantas monocotiledóneas, dicotiledóneas, musgo y líquen provenientes de zonas similares

aledañas. En esta área es factible la observación sistemática de los conejos confinados y sus diversas actividades (ver figura 4).

Debido al papel que tiene la vegetación para los conejos, es importante monitorear los cambios que presenta dentro del encierro (ver apartado de monitoreo) y emprender acciones respecto a ella. Por ejemplo, en el caso de las áreas de protección, si ocurriera una disminución en la vegetación de pastos, la protección y disponibilidad de alimento disminuirían para los conejos, o bien, si la vegetación aumentara drásticamente en los sitios abiertos, las observaciones de los conejos podrían dificultarse. Por ello, conocer las variaciones de la vegetación ayudaría a tomar una decisión pertinente para el adecuado funcionamiento del encierro, proveer la protección y el alimento para la sobrevivencia de los conejos.

## 2.5 Estanque

Existen pocos cuerpos de agua (como pozas, riachuelos y registros de agua) en la zona aledaña donde los conejos, que habitan en el Parque Nacional La Malinche, puedan ir a abastecerse continuamente. En otras especies de conejos se sabe que estos obtienen agua de la misma vegetación de la que se alimentan (Chapman y Litvaitis 2003). Sin embargo, dado el tamaño del encierro, la posible poca disponibilidad de bulbos vegetales en época de secas y la densidad de individuos dentro del encierro (aumento calculado de 370 veces con 5 conejos confinados de acuerdo a lo reportado por González *et al.* 2007) se consideró mantener un abastecimiento constante de agua para los animales confinados.

El suministro de agua está constituido básicamente por un estanque donde los conejos pueden abastecerse libremente. Además del estanque se cuenta también con una toma de agua que le provee el agua necesaria.

El estanque y la toma de agua se encuentran ubicados en la parte central del encierro (con un sesgo hacia la parte norte). El estanque tiene 2 m de largo por 2 m de ancho y 0.8 m de profundidad con paredes de cemento sin pendientes pronunciadas. En los lados norte y sur dentro del mismo estanque se cuenta con formas de cemento que asemejan pocitas (ver figura 5).

### 2.5.1 Abastecimiento, mantenimiento y recambio de agua

El estanque debe monitorearse periódicamente para mantenerlo abastecido de agua y realizar el recambio de ésta. Cada semana se reemplaza el 10% del agua estancada, o bien cada quince días se recambia el 20% del agua total ([www.oldhouseweb.com/gardenimg/Detailled/799.shtml](http://www.oldhouseweb.com/gardenimg/Detailled/799.shtml)). El abastecimiento y recambio de agua puede variar a lo largo del año con la época climática debido a la temporada de lluvias y de secas. Durante la temporada de lluvias (de marzo a octubre) el estanque se vuelve a llenar con los aportes de las precipitaciones pluviales manteniendo abastecido el estanque de forma más o menos continua, sin embargo es necesario revisar constantemente el suministro de agua (obs. per.).

### 2.6 Comederos

Las áreas de pastizal así como las pocas áreas abiertas en el Parque Nacional La Malinche (fuera del encierro) proveen el alimento necesario para los conejos. Al introducir a los individuos de *S. cunicularius* al encierro e incrementar la densidad de éstos en el área la vegetación es insuficiente para mantenerlos. Para amortiguar tal efecto se considera necesario suministrar alimento extra al existente (pastos y herbáceas dentro del encierro), de esta forma se requieren dos comederos de madera con capacidad para cuatro kilos de alfalfa seca, que sería el alimento adicional. Los comederos se sitúan uno en la parte Norte del encierro y el otro en la parte Sur. Además de la alfalfa, la provisión de comida se complementa con alimento balanceado en crequeta (Cre-c Conejos, Albapesa®), para ellos se decidió usar un comedero tipo tolva con capacidad para dos kilos de alimento. El comedero está instalado cerca del centro del encierro y protegido de la lluvia con una techumbre de pasto a dos aguas (ver figura 5).

### 2.7 Cajas trampa

Se cuenta con seis cajas trampa de madera de 60x90x60 cm cada una, para capturar a los conejos.

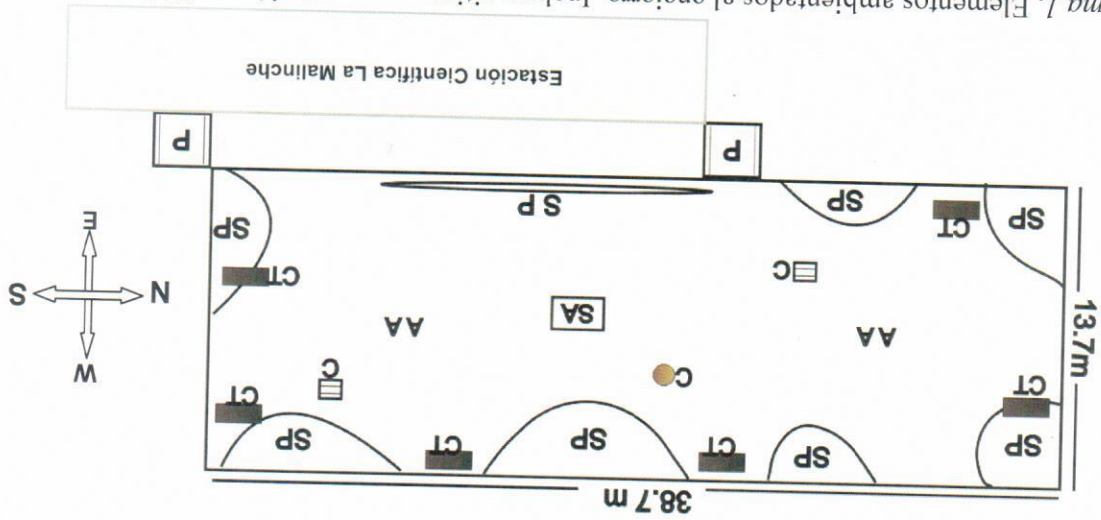
Al requerir recapturar continuamente a los individuos continuamente para su monitoreo dentro del encierro se instaló un sistema de capturas dentro del encierro a base de cajas trampa de madera (Rödel *et al.* 2004). Cada caja trampa mide 60 cm de ancho, 90 cm de largo y 60 cm de alto. Se activan cuando el conejo entra en ellas pero poseen un seguro que permite desactivarlas para que los conejos puedan ocuparlas

habitualmente. En el encierro se cuenta con seis cajas trampa repartidas en las islas de vegetación y en los corredores de éstas (ver figura 5).

### 2.8 Iluminación

Los conejos son de hábitos nocturnos y crepusculares, por lo que se esperaba que la mayor parte de sus actividades las concentren durante la noche.

Para facilitar la observación de los conejos durante la noche, el encierro cuenta con tres lámparas de luz blanca de 13 watts que alumbran la parte Este del encierro, además de dos faros de halógeno de 150 watts colocados en la parte superior del edificio principal de la estación que iluminan una mayor área del encierro.



*Esquema 1.* Elementos ambientados al encierro. Incluye sitios con vegetación periférica de pastizal (SP), un área abierta central (AA), suministros de agua (SA, una toma de agua y un estanque), suministro de alimento (C, dos comederos de madera y una tolva para alimento), seis cajas trampa de madera (CT) y dos puertas dobles de entrada/salida (P).



Fig. 1 Terreno. Se muestra la condición inicial del área destinada para el encierro con el perímetro rodeado por un muro de piedra y cemento.

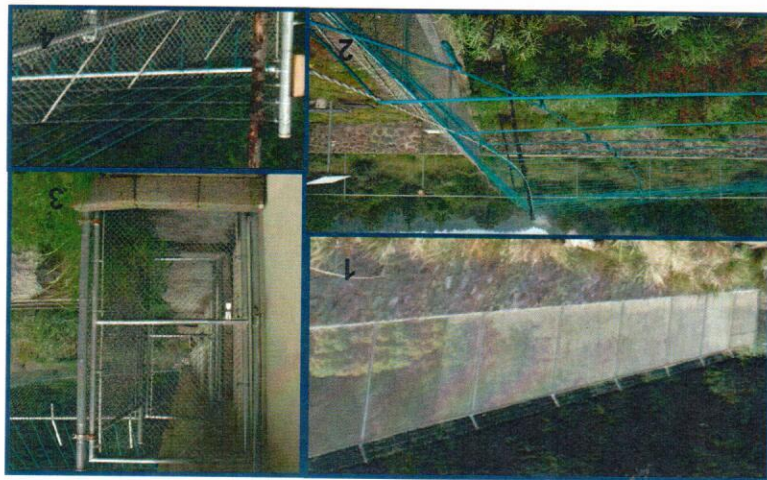


Fig. 2 Protecciones del encierro. Se muestra en 1) la malla ciclónica sobre el muro de piedra, sostenida con tubos, también se observan tres líneas de alambre de púas; en 2) las líneas de cuerda macramé sobre la parte superior del encierro; en 3) uno de los accesos al encierro con las dos puertas dobles, y en 4) detalle de las líneas de alambre de púas sobre la malla del encierro.

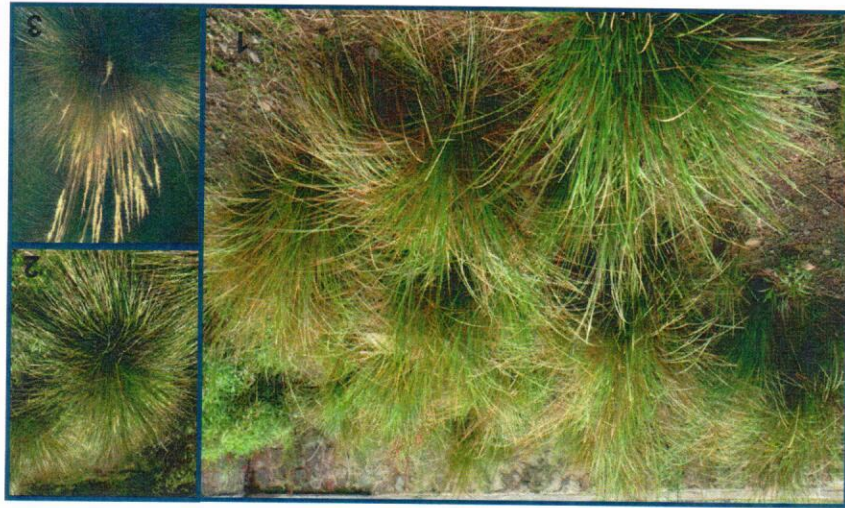


Fig. 3 Isla de protección. Se muestra una de las siete islas con vegetación de pastizal. En 1) isla, en 2) pasto de la especie *Muhlenbergia macrochaeta* y en 3) pasto de la especie *Stipa ichu*. Ambas especies de pastos se emplearon para conformar las islas.



Fig. 4 Área abierta central. En 1) vista Sureste del encierro, se observa el área abierta en el centro con las islas de vegetación en la periferia. En 2) conejo *Sylvilagus cunicularius* en el área abierta.



Fig. 5 Aditamentos. a) Se aprecia el estanque colocado en el área abierta del encierro, b) los dos tipos de comederos: de madera para alfalfa (arriba) y de tolva para alimento balanceado (abajo), c) el modelo de caja trampa de madera para protección y captura de los conejos.

### 3. SELECCIÓN E INTRODUCCIÓN DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO AL ENCIERRO

Para el proyecto se trabajó con individuos juveniles del conejo montes *Sylvilagus maculatus* (fig. 6) debido a que se acoplan con mayor facilidad al confinamiento, la proporción requerida era de dos machos y tres hembras. Se consideró a un individuo como juvenil cuando su peso era menor o igual a los 1600 g y su longitud total (punta de la cabeza a punta de la cola) era menor a los 450 mm (Rodríguez *et al.* 2004, Vázquez 2005, Vázquez *et al.* 2007a). En el caso de las hembras se seleccionó que no estuvieran gestantes o lactantes y en el caso de los machos no debían de presentar los testículos descendidos al escroto.

Para capturarlos quincenalmente, se colocaron seis trampas de red cebadas con alfalfa (Vázquez *et al.* 2003, Vázquez *et al.* 2007b, ver figura 6) en dos zonas de captura de 0.5 hectáreas aproximadamente, alejados entre sí a una distancia de 1 kilómetro para reducir la consanguinidad por parentesco de los individuos. Una de las zonas se ubicó en los alrededores de la caseta número 5 de Coordinación General de Ecología (CGE) y la segunda zona en las inmediaciones de la ECLM. En cada sitio, las seis trampas de red se ubicaron separadas una de la otra para evitar la interrupción de las observaciones (Vázquez *et al.* 2007). Cada red se activó manualmente desde una tienda de campaña o el edificio de la ECLM.

Los conejos capturados se marcaron para identificarlos individualmente mediante un tatuaje numérico secuencial y con aretes de vinil usando una clave de colores que correspondía a un número más de un color fijo para cada sexo (rojo para machos y verde para hembras, ver figura 7).



#### 4. MONITOREO DE CARACTERÍSTICAS SUJETAS A MODIFICACIÓN DURANTE EL CONFINAMIENTO DE LOS CONEJOS

Solo algunas de las características implementadas se monitorean, siendo éstas las que podrían verse afectadas por la presencia de los conejos en el encierro. Las características son: la vegetación de islas y de áreas abiertas, las características físicoquímicas del suelo y la deposición de heces fecales por los conejos. También se monitorean algunos parámetros hematológicos y biométricos de los propios conejos en condiciones de semicautiverio.

##### 4.1 Vegetación

Los dos tipos de vegetación introducidos al encierro (de pastizal y de zonas abiertas) fueron monitoreados mediante la medición de la altura y cobertura vegetal. La forma en la que se tomaron las medidas fueron las siguientes:

###### 4.1.1 Vegetación de pastizal

Se evalúa la altura y la cobertura vegetal de los individuos de pasto de cada isla. Para ello se ubica como punto de referencia el centro de la isla y a partir de el trazar un círculo de 1 m de radio con rafia o hilo. Solo los pastos dentro de la circunferencia entrarán al análisis. El criterio de inclusión es que el pasto debe de tener al menos el 50% de su área dentro del círculo marcado.

**Altura.** Se realiza mensualmente y se evalúa por medio de registrar para cada individuo, la distancia a partir del suelo hasta la hoja más alta del pasto. Los datos de altura de todos los individuos dentro de la circunferencia para cada isla se promedian, estos promedios se utilizarán en el análisis de los datos. Los datos se registran y reportan en centímetros (ver fig. 8)

**Cobertura vegetal.** Esta estimación se realiza de forma mensual. Se evalúa el área que cubren los pastos dentro de la circunferencia establecida para la isla. Se realiza por medio de la fórmula de la elipse, para ello se mide el diámetro mayor (M) y diámetro menor (m) de cada individuo de pasto (fig. 8), para aplicarlo a la fórmula de la elipse y obtener el **área de cobertura** =  $0.25 * \pi * M * m$  (Ortiz-Martínez *et al.* 2005). Con los datos del área de cobertura de los pastos de cada isla se obtiene un promedio para analizarlos. Los datos se registran en centímetros y se reportan como centímetros cuadrados.

contabiliza el número total de excretas completas (sin degradar, fig. 10) y se reporta como número de excretas contenidas por metro cuadrado.

#### **5. SUJETOS DE ESTUDIO: *Sylvilagus cunicularius***

Una vez confinados los sujetos de estudio se registran mensualmente algunos parámetros hematológicos y sus datos biométricos con el fin de conocer su estado fisiológico general (salud) así como su desarrollo (crecimiento). Los parámetros hematológicos que se evalúan son: hematocrito, velocidad de sedimentación globular y los diferentes grupos de leucocitos. La interpretación de los tres parámetros permite evaluar el estado fisiológico de los conejos confinados, por ejemplo la presencia de infecciones. Los datos biométricos que se registran son longitud total (LT), longitud de la oreja (OE), longitud de la pata (PT), longitud de cola (CV) y el peso del individuo. En conjunto, la talla del individuo (LT, OE, PT y CV) permitirá conocer y evaluar el desarrollo o crecimiento de los individuos, así como el peso proporcionará información sobre la alimentación del animal (esto es si se alimenta o no, si es suficiente el alimento, etc.).

#### **5.1 Captura de los conejos dentro del encierro**

Se realiza mediante dos sistemas simultáneos, el primero de ellos usa cajas trampa de madera y el segundo redes de malla de plástico como se describe en seguida.

En el primer caso, seis cajas trampas se encuentran ubicadas de forma permanente en diversos sitios del encierro. Las cajas son activadas una vez al mes para capturar a los conejos confinados. Cuando el conejo entra a la trampa mueve una puerta dentro de la caja que activa el mecanismo de cierre de la trampa. Con el animal en la trampa se retira la tapa superior de la caja trampa de madera para tomar al conejo y pasarlo a una bolsa blanca de tela, con jareta y cuerda que sirve para amarrar la bolsa (ver más adelante, también ver figura 12).

Para el segundo sistema debe contarse con al menos dos redes de malla de plástico de 3x3 m con liga en su periferia. Cada red se sujeta en los extremos por dos personas de modo que se forme un rectángulo cuyo ancho sea de 1.3 m aproximadamente colocada desde el ras del piso. Se acorrala a los conejos en alguna de las esquinas del encierro, cuando el conejo entra en la red, ésta debe levantarse del piso

y cerrarse. Se sujeta al individuo aun dentro de la red para posteriormente meterlo en una bolsa blanca de tela con jareta y cuerda (ver figura 11).

Al momento de pasar al conejo de la malla (o desde la caja trampa) a la bolsa es preciso taparle los ojos con una mano mientras con la otra se le sostiene de la piel del lomo para meterlo a la bolsa de tela. La bolsa se debe cerrar haciéndole un nudo en la parte superior con la misma tela (no solo con la jareta de la bolsa) de forma que el conejo tenga poco espacio para moverse, romper la bolsa y escaparse.

Una vez capturados todos los conejos se realiza inmediatamente la obtención de muestras sanguíneas y el registro de los datos biométricos de cada individuo. Para la obtención de muestras, se abre la bolsa y se saca de ella la cabeza del conejo, dentro de la bolsa queda el resto del cuerpo al que hay que inmovilizar enrollando o doblando la tela excedente de la bolsa sobre la parte dorsal del conejo (o bien cerca de la nuca, ver figura 13). El doblez realizado se sostiene firmemente con una de las manos pero sin ahorcar o aplastar al conejo. Al mismo tiempo, con la otra mano se cubren los ojos del conejo con una gasa para tranquilizarlo (fig. 13) y obtener los datos necesarios con la menor resistencia posible. La sujeción de la gasa sobre el rostro del conejo se realiza colocando la palma de la mano sobre la cara del animal, cerrar los dedos de modo que los dedos pulgar, medio y anular queden por debajo de la mandíbula inferior sujetándola, mientras que el dedo índice se coloca sobre la cabeza entre las orejas del conejo. Esta práctica representa tres beneficios: 1) evitar que el conejo vea y se torne más nervioso durante la toma de datos y sea más difícil obtenerlos, 2) sujetar y controlar el movimiento de la cabeza del conejo para no interferir durante la obtención de las muestras sanguíneas y que se lastime y 3) evitar que el conejo muerda a la persona que lo sujeta y/o a la que toma las muestras y el registro de sus datos.

## 5.2 Parámetros hematológicos

### *Obtención de muestras sanguíneas*

La sangre se obtiene por punción (con una jeringa para insulina) de la vena media de la oreja y la sangre se colecta en tubos capilares heparinizados para microhematocrito, llenándolo hasta las dos terceras partes (ver figura 14).

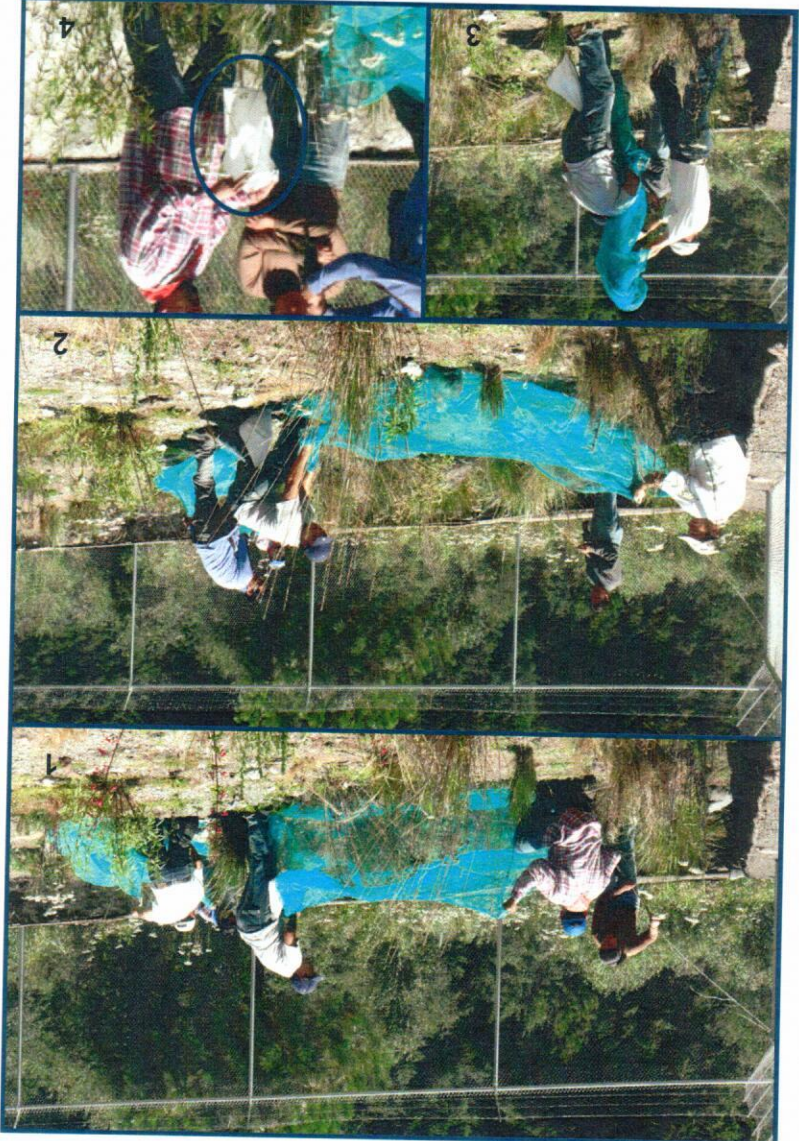


Fig. 11 Método de red para captura de conejos. En la secuencia de figuras se aprecia 1) colocación de las redes acorralando al conejo en una esquina del encierro, 2) el conejo entra en la red, 3) la red se levanta y el conejo queda atrapado en una especie de bolsa, y 3) el conejo se saca de la red y se introduce en una bolsa (círculo).

## 6. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

A lo largo del establecimiento del encierro, su monitoreo y manejo posterior identificamos algunos puntos que deben ser atendidos especialmente y que constituyen las sugerencias y recomendaciones que a continuación se presentan por características propias del encierro, selección de individuos y características monitoreadas.

### 6.1 Encierro

#### Protecciones

- Revisar de forma continua el perímetro bordeado de malla en busca de aberturas que pudieran favorecer el escape de los conejos, manteniéndola en buen estado, darle mantenimiento a los tubos galvanizados de sostén, malla y alambre de púa. Al ingresar o salir del encierro, abrir sólo una de las dos puertas de la caja de entrada/salida, cerrarla y posteriormente abrir la siguiente puerta para pasar, cerrarla nuevamente. Las dos puertas no deben abrirse simultáneamente pues los conejos podrían escapar.
- Colocar siempre el candado a las puertas dobles que quedan fuera del encierro, solo abrirlo en los casos necesarios (capturas o alimentación de los conejos y mantenimiento del encierro).
- Revisar continuamente el buen estado de las líneas de protección contra aves rapaces. La exposición prolongada al sol, la humedad, el frío y la tensión con la que se encuentran colocadas desgastan las cuerdas, por lo que pueden romperse fácilmente, es necesario revisar cuáles necesitan cambiarse. Deben además estar lo suficientemente tensas para que 1) no se enreden unas con otras y 2) impidan el paso de los depredadores aéreos. Por ello se debe revisar que las líneas transversales con gasas de separación cada 20 cm no estén rotas para evitar huecos grandes por donde puedan entrar las rapaces.

#### Vegetación de pastizal

- En caso de que la cobertura vegetal disminuya drásticamente en estos sitios de protección es necesario trasplantar al encierro nuevos individuos de pasto y colocarlos dentro de los espacios en las islas, siendo cuidadosos con los sitios en

## RECOMENDACIONES Y RECOMENDACIONES

Después del establecimiento del encierro, su monitoreo y manejo posterior de algunos puntos que deben ser atendidos especialmente y que constituyen las siguientes recomendaciones que a continuación se presentan por características de los conejos, selección de individuos y características monitorizadas.

### Al Encierro

#### Revisión

- Revisar de forma continua el perímetro bordeado de malla en busca de aberturas que pudieran favorecer el escape de los conejos, manteniéndola en buen estado, darle mantenimiento a los tubos galvanizados de sostén, malla y alambre de púa.
- Al ingresar o salir del encierro, abrir sólo una de las dos puertas de la caja de entrada/salida, cerrarla y posteriormente abrir la siguiente puerta para pasar, cerrarla nuevamente. Las dos puertas no deben abrirse simultáneamente pues los conejos podrían escapar.
- Colocar siempre el candado a las puertas dobles que quedan fuera del encierro, solo abrirlo en los casos necesarios (capturas o alimentación de los conejos y mantenimiento del encierro).

- Revisar continuamente el buen estado de las líneas de protección contra aves rapaces. La exposición prolongada al sol, la humedad, el frío y la tensión con la que se encuentran colocadas desgastan las cuerdas, por lo que pueden romperse fácilmente, es necesario revisar cuáles necesitan cambiarse. Deben además estar lo suficientemente tensas para que 1) no se enreden unas con otras y 2) impidan el paso de los depredadores aéreos. Por ello se debe revisar que las líneas transversales con gasas de separación cada 20 cm no estén rotas para evitar huecos grandes por donde puedan entrar las rapaces.

### Vegetación de pastizal

- En caso de que la cobertura vegetal disminuya drásticamente en estos sitios de protección es necesario transplantar al encierro nuevos individuos de pasto y colocarlos dentro de los espacios en las islas, siendo cuidadosos con los sitios en

que las conejas hacen sus nidos (generalmente al pie de un pasto) como las islas

Las pastos que recomendamos transplantar son aquellos de talla mediana debido

a la facilidad de manipulación para el transplante y establecimiento. Además,

los pastos pequeños tardarán más tiempo en alcanzar una talla grande y pueden ser

comidos más rápidamente por los conejos y no aportar suficiente cobertura

vegetal de protección, pastos muy grandes son difíciles de sacar, transportar y

transplantar al encierro, además ello no siempre asegura tener la mayor

cobertura vegetal posteriormente. Por ejemplo, en los pastos grandes

transplantados al encierro se secan cerca de la mitad de las hojas,

recuperándose más lentamente en comparación con aquellos de talla mediana

(observación personal).

con insecta

• Cada año durante la época de lluvias, el área abierta se llena de plantas anuales

que pueden impedir la visibilidad de los conejos en el encierro. Por ello es

necesario realizar un aclareo en esta zona dentro del encierro que permita

registrar los datos de cada proyecto sin dejar desprovista de vegetación el área.

Durante nuestras observaciones logramos apreciar que la cobertura vegetal en

las áreas abiertas también proporcionaba protección a los conejos (cuando es

mayor a la que se encuentra en las áreas naturales) por lo que se sugiere que el

aclareo o apertura de sitios para realizar las observaciones no elimine por

completo la vegetación en esta área y se dejen algunos manchones de ésta

vegetación. Puntualmente, se recomienda mantener: 1) la vegetación de

*Penstemon campanulatus* y *Barkleyanthus salicifolius* (ver fig. 16), ubicada en

la parte Noroeste del estanque, debido a que es una zona donde los conejos se

acicalan constantemente, 2) la vegetación de jarilla cercana a la isla de

vegetación número 4 debido a que esta es una zona donde se han registrado

actividad de construcción de nidos por las conejas.

#### Estanque y agua

• Es recomendable que el estanque siempre se mantenga abastecido de agua. Se

sugiere que se llene hasta cinco o tres centímetros antes del borde, debido a que

al llenarse más, el agua se desborda ocasionando que la tierra y vegetación seca