



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Contenido de grasa corporal e índice de condición  
física de los roedores *Heteromys desmarestianus* y  
*Peromyscus mexicanus* de una selva alta  
perennifolia, Veracruz, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

BERENICE BRITO BRITO



DIRECTOR DE TESIS:  
Dr. Fernando A. Cervantes Reza

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno.

Brito  
Brito  
Berenice  
(55)5660-2885  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
30113049-3

2. Datos del tutor.

Dr.  
Fernando Alfredo  
Cervantes  
Reza

3. Datos del sinodal 1.

Dr.  
René de Jesús  
Cárdenas  
Vázquez

4. Datos del sinodal 2.

Dra.  
Gloria Luz  
Portales  
Betancourt

5. Datos del sinodal 3.

Dr.  
Manuel  
Miranda  
Anaya

6. Datos del sinodal 4.

M. en C.  
Zamira Anahí  
Ávila  
Valle

7. Datos del trabajo escrito

Contenido de grasa corporal e índice de condición física de los roedores *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus* de una selva alta perennifolia, Veracruz, México.

48 p.  
2013

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los integrantes de mi comité tutorial: Dr. René de Jesús Cárdenas Vázquez, Dra. Gloria Portales Betancourt, Dr. Fernando A. Cervantes, Manuel Miranda Anaya y Zamira Ávila Valle.

A la Biól. Rosamond Coates, Jefa de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz.

A la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de ser de corazón azul y piel dorada.

### AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

A mis padres, mis hermanos, mi cuñada, mi cuñado y mi sobrina, los quiero mucho. De diferentes maneras todos han apoyado para que llegue el fin de esta etapa. ¡Muchas gracias!

Al Dr. Fernando Cervantes por aceptarme en su equipo de trabajo, por ser mi maestro ya que gracias a sus clases me interesé en los mamíferos y me convenció de trabajar con roedores. Gracias por el tiempo invertido y por estar pendiente que este trabajo concluyera de manera satisfactoria.

Al personal que labora en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, por brindarme su apoyo durante mi estancia, Lic. Jorge Perea y Lic. Antonio Quinto; a Sancari y Artemia por brindarnos alimentos y hacer de la comida un momento de convivencia; gracias a todos los vigilantes por su ayuda, consejos y anécdotas.

A mis profesores y compañeros del Taller: Nora Galindo, Michele Gold, Jorge González, Antonio Ruíz, Dámaris Flores, Diana Pio y Regina González, gracias por sus valiosas críticas que fueron parte de mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros que me apoyaron en el trabajo de campo: Anaid Mora, Antonio Ruíz, Berenice García, Eduardo Solano, Géminis Vargas, Jonathan Romero, Karla Hernández, Luis Lara, Luis Reyes, Mayra Gómez, Omar Villegas, Rodrigo León y Romano Vázquez; muchas gracias por esas pláticas que hicieron que el trabajo de campo, el calor, los mosquitos, el hambre y el sueño fueran menos pesados.

A mis amigos y compañeros de la Facultad de Ciencias, gracias por brindarme su amistad y apoyo, llenaría muchas hojas de todo lo que hemos compartido en la facultad y fuera de ella, he pasado momentos muy gratos en su compañía, siempre recordaré las prácticas de campo, los partidos de futbol, las fiestas y los viernes en el estacionamiento de la facultad. Gracias Caro, Dámaris, Eugenia, Gerardo, Mofin, Pável, Rodrigo, Tania, Toño (Lic), Vero, Uri, y demás que falta nombrar y haría una enorme lista.

A la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología; que se convirtió en otro hogar para mí. Gracias a todos “los mastos” especialmente a: Anaid M., Ángel L., Berenice G., Bofo, Diana G., Diana P., Eduardo S., Edwin B., Jesica A., Joel Q., Jonathan R., Julieta V., Karla H., Nahú R., Laura B., Laura R., Lázaro G., Luis J., Luis R., Paula V., Raúl M., Romano V., Salvador R., Silvia L., Sol G., Vania R., Yolanda H., gracias por su amistad, fue una grata convivencia. Me quedo con muy buenos recuerdos de las deliciosas comidas, los convivios, los cumpleaños, sus conocimientos y su amistad.

A Paty Duarte y Carlos Arana, muchas gracias por su amistad, por empujarme y motivarme a terminar este trabajo.

A Julieta, muchas gracias por muchas cosas, por permitirme ser tu amiga, se que contaré siempre con tu apoyo.

A Joel, Julieta, Salvador y Yolanda por su apoyo en el laboratorio.

A Faby, Susy, Maribel y Odilón por brindarme su apoyo cuando lo requerí.

Todos han aportado un grano de arena para que este trabajo haya culminado.

## DEDICATORIA

### A DIOS:

Por permitirme alcanzar esta meta, por hacerme dichosa al conocer a personas tan maravillosas en mi vida.

### A MIS PADRES:

Por darme la oportunidad de vivir, por sus enseñanzas y consejos, por cuidarme, por preocuparse por mí, pero sobre todo por su apoyo durante mis estudios. Los admiro y los quiero mucho.

### A MIS HERMANOS:

Dante, Ruth, Cesar y Lorena, gracias porque he aprendido mucho de sus experiencias, por los momentos felices que hemos compartido y por estar conmigo, saben que tienen mi apoyo.

*Mejor es adquirir sabiduría que oro preciado;  
y adquirir inteligencia vale más que la plata.*

Proverbios 16:16



## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1. Descripción de especies. ....	2
1.2. Condición corporal. ....	5
Contenido de grasa corporal (CGC). ....	6
Índice de Condición Física (ICF). ....	8
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>9</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
3.1. Área de estudio .....	9
3.2. Trabajo de campo .....	11
Captura de ejemplares. ....	11
3.3. Trabajo de laboratorio. ....	12
Medición del contenido de grasa corporal. ....	12
3.4. Trabajo de gabinete .....	13
Índice de Condición Física. ....	13
Datos de precipitación. ....	13
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>
4.1. Precipitación pluvial y colecta de ejemplares. ....	14
4.2. Contenido de Grasa Corporal en función del tamaño .....	17
<i>Peromyscus mexicanus</i> . ....	18
<i>Heteromys desmarestianus</i> . ....	21
4.3. Índice de Condición Física. ....	24
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>26</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>33</b>
<b>8. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>33</b>
<b>9. APÉNDICES</b> .....	<b>39</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción de especies.

Los roedores conforman el orden más numeroso de mamíferos, ya que comprenden 2277 especies (Wilson y Reeder, 2005). Se distribuyen prácticamente en todo el mundo, presentan una gran variedad de formas y algunas características distintivas como el crecimiento continuo de los incisivos y la carencia de caninos (Ceballos y Oliva, 2005). En México encontramos 240 especies contenidas en las familias: Dasyproctidae, Agoutidae, Erethizontidae, Geomyidae, Heteromyidae, Cricetidae, Castoridae y Sciuridae, (Ramírez *et al.*, 2008; Wilson y Reeder, 2005). Una familia de amplia distribución es la Cricetidae (12 % del total de especies de mamíferos), los organismos que la conforman presentan morfología muy heterogénea. Dentro de esta familia se encuentra el género *Peromyscus* que es muy numeroso y uno de los más diversos del mundo, ya que cuenta con 50 especies en México (Ramírez *et al.*, 2008). El ratón de campo (*Peromyscus mexicanus*; Fig. 1a) es un cricétido de amplia distribución ecológica ya que se le encuentra desde los 600 a los 2000 metros sobre el nivel del mar y por consiguiente en una gran variedad de tipos de vegetación. Su distribución geográfica en México abarca los estados de Oaxaca, Chiapas y Veracruz (Fig. 1b).

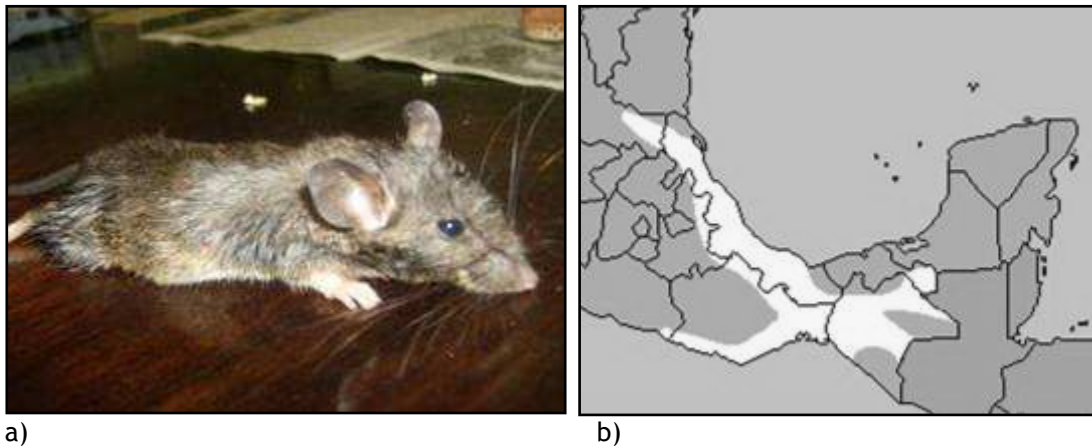


Figura 1. a) Ejemplar del ratón de campo *Peromyscus mexicanus* (macho adulto; Fotografía de B. Brito). b) Este roedor se distribuye en el Golfo de México, Istmo de Tehuantepec y Chiapas. Modificado de Villa-Ramírez y Cervantes (2003).

Su color de pelo es ocre en áreas calurosas y húmedas, la parte ventral y las patas traseras son blancas, tiene orejas grandes y visiblemente desnudas al igual que la cola la cual es de color oscuro; también presenta una mancha ocular de color oscuro. Es de hábitos terrestres aunque es buen trepador, se alimenta de artrópodos y semillas (Villa-Ramírez y Cervantes, 2003). La reproducción puede ocurrir en cualquier época del año, sin embargo se observa un pico al inicio de la época húmeda teniendo de dos a cuatro crías por camada.

En contraste con los cricétidos, la familia Heteromyidae es exclusiva de América, en ella encontramos el género *Heteromys*, del cual existen tres especies en México (Ramírez *et al.*, 2008). El ratón de abazones *Heteromys desmarestianus* (Fig. 2a), es una de las especies de mayor tamaño de la familia; es de hábitos nocturnos y, por lo general, vive a lo largo de los bordes de la selva húmeda donde construye sus madrigueras y nidos debajo de los troncos, raíces y rocas (Villa- Ramírez y Cervantes, 2003). Se distribuye desde Veracruz, Oaxaca y Chiapas en México y continúa su distribución hasta Panamá (Fig. 2b). El ratón de abazones tiene el pelaje áspero con pelos rígidos y oscuros; con frecuencia las patas traseras son desnudas hasta el talón. Los lados internos de las

extremidades anteriores usualmente son blancos.

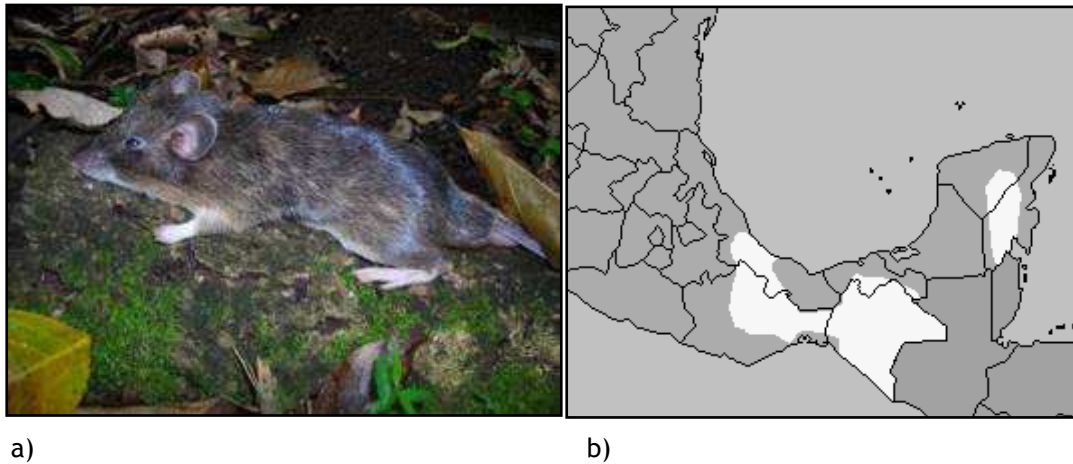


Figura 2. a) Ratón de abazones *Heteromys desmarestianus* (macho adulto; Fotografía de B. Brito). b) Distribución en México del ratón de abazones. Modificado de Villa-Ramírez y Cervantes (2003).

La cola es casi desnuda y suele ser más larga que la cabeza y el cuerpo. En los jóvenes los anillos de la cola no son rígidos como en los adultos y su color es casi uniforme en toda su longitud, en cambio en los adultos gran parte de la longitud tanto de los pelos, como de las púas es blanca con la punta del color que tiñe la superficie del pelaje (Emmons, 1990). El vientre es de color blanco y, al igual que otras especies de heterómidos presenta abazones (Fig. 3), que son pequeñas bolsas de piel que se encuentran a ambos lados del rostro y les permiten transportar su alimento. Los machos son más pesados que las hembras. Su tipo de reproducción es poliéstrica con varios eventos reproductivos al año y muestra dos picos: uno al inicio de la época seca (mayo - junio) y otro en la época de lluvia (octubre - noviembre). Esta especie es uno de los principales agentes removedores de frutos y semillas del suelo en selvas húmedas (Sánchez-Cordero, 1993).



Figura 3. Vista ventral del rostro de un individuo macho adulto del ratón de abazones (*Heteromys desmarestianus*), que muestra las bolsas formadas por pliegues de la piel. Fotografía de B. Brito.

Los heterómidos tropicales recientemente han sido objeto de estudio abordando aspectos poblacionales, conductuales, de alimentación y genéticos (Ramírez Vite, 2009; Hafner *et al.*, 2007, Rogers y González, 2010). Estos trabajos sugieren que la dinámica poblacional se relaciona con la disponibilidad de los alimentos y que los picos reproductivos coinciden con los periodos de mayor caída al suelo de frutos y semillas (Sánchez-Cordero, 1993).

### **1.2. Condición corporal.**

Un aspecto importante de la dinámica poblacional es la supervivencia, que en mamíferos pequeños como los roedores, puede depender de los cambios diarios y estacionales en sus condiciones fisiológicas (Nestler *et al.*, 1996); a su vez, estos cambios dependen de la disponibilidad de alimento. Por otro lado, los procesos de obtención, asignación y gasto de energía dependen, entre otras, de las restricciones orgánicas (tamaño corporal) y características ambientales (temperatura, alimento, interacciones intra e interespecíficas; Bozinovic y Merrit, 1991). Asimismo, los requerimientos energéticos de los mamíferos cambian en función de la edad, peso y condición reproductora. La condición

corporal es el estado fisiológico de un organismo y se ve influenciado por factores ambientales y biológicos (Bailey, 1968). Existen varios indicadores de la condición corporal como el índice de condición física, porcentaje de hematocrito, carga parasitaria y cantidad de reservas corporales, entre otros (Gittleman y Thompson, 1988).

#### Contenido de grasa corporal (CGC).

Los roedores, al igual que otros grupos de mamíferos, han desarrollado la cualidad de acumular lípidos en diversas partes de su cuerpo que les sirven para proteger órganos internos y proporcionar aislamiento térmico, además de ser una reserva energética altamente concentrada (Harlow *et al.*, 2002). Esta estrategia se relaciona con la adquisición de recursos del ambiente cuando son abundantes y disponibles para utilizarlos durante periodos de alta demanda energética, es decir, los recursos se almacenan como reservas corporales (Hernández, 2007). También existen especies de roedores que además de utilizar sus reservas corporales, han desarrollado estrategias para almacenar alimentos dentro de su madriguera (Reichman y Price, 1993). Un ejemplo de almacenamiento de lípidos es el ratón canguro oscuro (*Microdipodops megacephalus*), que acumula grasa en la cola. En esta especie se demostró que los depósitos caudales de grasa varían temporalmente, las colas aumentan su grosor antes del invierno y son más delgadas en la primavera (Harris, 1987).

Además de servir de protección a los órganos y ser una reserva energética, la grasa es un buen indicador del estado nutricional de las especies de mamíferos pequeños y puede ser utilizada como una medida de la reserva energética (Bailey, 1968). Los individuos con mayores reservas energéticas tienen tasas de supervivencia más altas y mejor reproducción (Pitt *et al.*, 2006). En latitudes norteñas la grasa es el recurso metabólico primario durante la hibernación de los murciélagos (Krulin y Sealander, 1972) y también en el estado de torpor, es decir

cuando los animales minimizan la utilización de energía disminuyendo su temperatura (Nestler *et al.*, 1996).

Se han observado cambios en la cantidad de lípidos en roedores de acuerdo a la abundancia de alimento, como ocurre con *Microdipodops megacephalus* y *Peromyscus leucopus* que durante el verano, que es la época con mayor disponibilidad de alimentos, el contenido de lípidos corporales aumenta (Harris, 1987; Judd *et al.*, 1978). Similarmente, un estudio realizado con *Neotomodon alstoni* en un bosque de coníferas mostró que hay diferencias significativas del contenido de grasa corporal en dos épocas del año (Angeles, 2001), donde el contenido es más alto a finales de la época húmeda (verano) y más bajo en los organismos colectados en la época seca. Este patrón también se reporta para *Peromyscus truei*, donde los adultos presentaron mayor contenido de grasa en la época pos lluvia (Hernández, 2007). En Noruega se compararon dos poblaciones de *Rattus norvegicus* en dos condiciones distintas de clima. Una población tiene disponibilidad de alimento todo el año y presenta índices de grasa corporal altos incluso en la época invernal lo que indica condiciones alimenticias favorables, mientras que la otra población que tenía limitado el recurso alimenticio, ocupó las reservas de grasa corporal en el invierno (Yabe, 1994). En *Peromyscus maniculatus* (Gyug y Millar, 1980) el contenido de grasa está relacionado con el tamaño del animal, ya que en machos adultos y en hembras adultas preñadas el contenido es más alto.

En estas especies se han registrado cambios en su contenido de grasa corporal en respuesta a la estacionalidad climática. Para organismos de zonas tropicales, donde la estacionalidad ambiental también puede ser intensa debido a las sequías y elevadas temperaturas, existe poca información al respecto y en México se desconocen estos datos para *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus*.

### Índice de Condición Física (ICF).

Otro indicador de la condición corporal es el índice de condición física, el cual indica que existe una relación entre el peso y alguna medida corporal como la longitud total, de la cola, de la oreja, de la pata o del fémur, y dicho índice es afectado por cambios ambientales como escasez de agua, carencia de alimento y respuestas fisiológicas a variaciones estacionales y anuales, entre otras. Asimismo, se han reportado diferencias en el ICF entre organismos reproductivamente activos e inactivos siendo los primeros los que presentan mejor condición física, probablemente para afrontar los altos costos de la reproducción (Rivera, 2005). Este parámetro se calcula utilizando la fórmula de Bailey (1968).

Para el conejo castellano *Sylvilagus floridanus*, se calculó el índice de condición física relacionando el peso y la longitud total del organismo, los resultados muestran que dicho índice presenta variaciones mensuales durante noviembre a marzo. También se observaron índices de condición altos en conejos que realizan movimientos locales en comparación a aquellos que se desplazan lejos de su hábitat, los cuales tienen índices de condición bajos (Rivera, 2005). Otro estudio en una zona templada en el ratón *Neotomodon alstoni* (Angeles, 2001), no muestra variaciones significativas en cuanto al índice de condición física entre dos épocas del año, comparado con las hembras del ratón piñonero (*Peromyscus truei*), las cuales presentan una mejor condición física acompañada de mayor cantidad de grasa corporal, aunque no en la época favorable (Hernández, 2007). Para especies de afinidad tropical como *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus*, no existe información al respecto.

Las variaciones tanto del índice de condición física como del contenido de grasa corporal, se encuentran relacionadas debido a que ambos parámetros tienen una gran dependencia con el tipo de hábitat y la época del año y por

consecuencia, con la disponibilidad de alimento que proporciona el ambiente al organismo (Hernández, 2007). A pesar de esto, son pocas las investigaciones que explican la conexión entre los dos parámetros en mamíferos pequeños. Los estudios que se han realizado con *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus*, que son roedores que habitan en zonas tropicales, no abarcan aspectos de contenido energético ni sus variaciones por cambios ambientales. Este estudio proporcionará información de cambios fisiológicos asociados con los periodos de lluvia, sequía y disponibilidad de alimento en una selva alta perennifolia.

## 2. OBJETIVO

- 1) Determinar el contenido de grasa corporal e índice de condición física en *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus* en las épocas seca y de lluvia.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Área de estudio

El área de estudio es la selva alta perennifolia de La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (EBTLT; Fig. 4). Esta área pertenece a la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas y se ubica a 33 km NE de Catemaco en el Estado de Veracruz, México, en 95° 04' longitud W y 18° 35' latitud N. El clima de la región de Los Tuxtlas es cálido-húmedo con una precipitación anual de 4560 mm de naturaleza estacional, con una época seca entre marzo y mayo y una época de lluvia que va de junio a febrero (Coates y Estrada, 1986) y está influenciado por varios factores como la presencia de las montañas vecinas, la altitud y la exposición y posición respecto



a los vientos húmedos provenientes del Golfo de México durante el mes de noviembre (huracanes).

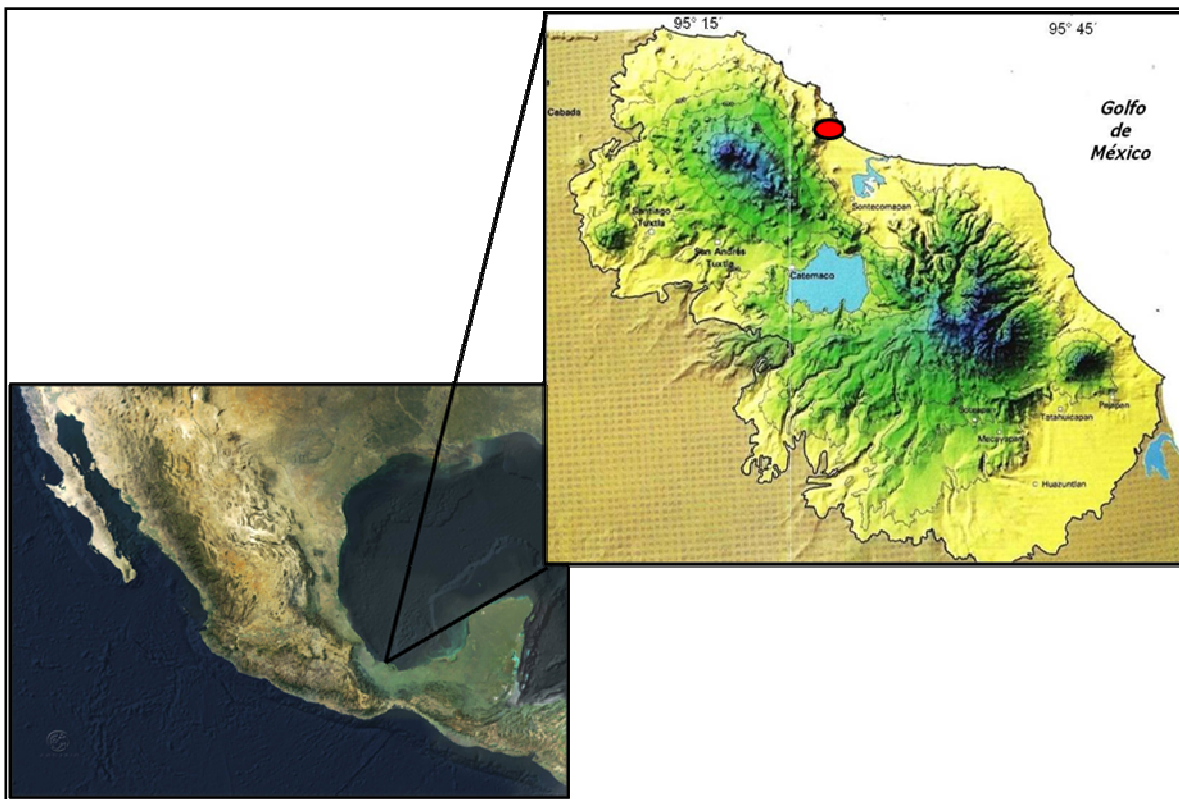


Figura 4. Selva alta perennifolia en Los Tuxtlas, Veracruz. Modificado de Guevara *et al.*, 2004; CONABIO, 2003.

La temperatura promedio anual es de 23.7°C, la temperatura más alta se registra en mayo, que es el mes con menor precipitación (Soto y Gama, 1997). Durante los meses de septiembre a octubre la lluvia es muy abundante. La vegetación corresponde a una selva alta perennifolia, la zona donde se ubica la EBTLT se caracteriza por la presencia de zonas de selva mezcladas con cultivos, pastizales y acahuals (Coates y Estrada, 1986), las familias con un mayor número de especies en la selva son: Orchidaceae, Polypodiaceae, Asteraceae, Leguminosae y Rubiaceae (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1997) La mayoría de las plantas son de afinidad neotropical, un componente importante es compartido

con Centro y Sudamérica (Castillo-Campos y Laborde, 2004) y la región parece haber desempeñado un papel preponderante en los procesos de especiación de las plantas mexicanas de las zonas cálido- húmedas.

### **3.2. Trabajo de campo**

#### Captura de ejemplares.

Se realizaron visitas cada mes a la EBTLT durante las épocas de seca (marzo-junio) y lluvia (agosto-diciembre) del año 2008 para capturar ejemplares de las dos especies, al amparo del permiso de colector FAUT - 0002, expedido por la Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. Se utilizaron trampas tipo Sherman (8.5 x 9 x 23 cm; Fig. 5), con un cebo compuesto de avena y vainilla. Las trampas se colocaron en la tarde, alrededor de las 18:00 horas y se revisaron al día siguiente al amanecer; se situaron en transectos de 400 m y separadas una de otra 10 m. Se calculó el esfuerzo de captura que es número de trampas colocadas en una noche multiplicado por el número de noches de trampeo.



Figura 5. Trampa tipo Sherman para capturar roedores vivos. Fotografía de B. Brito.

Los ratones fueron sacrificados por estrangulamiento de la vértebra cervical de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of

Mammalogists (Gannon *et al.*, 2007). Para cada individuo se registró el sexo y se tomaron sus medidas merísticas convencionales (Romero Almaraz *et al.*, 2007; Apéndice 1): peso total (PT), longitud total (LT), longitud de la cola (CV), longitud de la pata trasera derecha (LP) y longitud de la oreja (LO). Los cráneos de los ejemplares de roedores colectados se prepararon como ejemplares de museo y se depositaron en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología, UNAM. Se midió la longitud total del cráneo (LTC; Lira, *et al.*, 1994) de cada uno de ellos con un vernier marca Mitutoyo (grado de precisión de 0.01mm).

Las categorías de edad se determinaron por los siguientes criterios: el pelaje, el peso y el desgaste de los molariformes (Rogers y Schmidly, 1982). Posteriormente se realizó la técnica de extracción de lípidos para determinar el contenido de grasa corporal (Yabe, 1992).

### **3.3. Trabajo de laboratorio**

#### Medición del contenido de grasa corporal.

Esta técnica consiste en pesar al organismo recién sacrificado y sin cabeza ni vísceras (PC=peso corporal), se corta el cuerpo en pedazos de aproximadamente 1.5 cm y se colocan en papel aluminio previamente pesado (Yabe, 1992). Esta muestra se seca en un horno a 80°C durante 48 horas o más hasta alcanzar el peso constante que corresponde al peso seco (PS). Posteriormente la muestra se coloca en un matraz y se le agrega 80 ml de hexano, en el primer lavado con el solvente éste es amarillo, se realizan tres, cuatro o cinco lavados hasta que sea transparente lo que indica que se extrajeron lípidos de la muestra. La muestra se vuelve a secar en el horno a 80°C hasta obtener el peso constante, este peso corresponde al peso seco libre de grasa (PSLG). Para obtener la cantidad en gramos de grasa corporal se resta el PS

del PSLG de cada organismo (Apéndice 2).

### **3.4. Trabajo de gabinete**

#### Contenido de grasa corporal en función del tamaño.

Para conocer si un individuo pequeño o de menor tamaño acumula la misma cantidad de lípidos que un individuo grande, se correlacionaron el tamaño del individuo, dado por la longitud total del cráneo, y el contenido porcentual de su grasa corporal.

#### Índice de Condición Física.

Para determinar el índice de condición física, primero se realizó un análisis de correlación lineal entre el peso total del organismo con las cuatro medidas lineales del organismo (LT, CV, LP, LO) y la longitud total del cráneo (LTC). Para cada especie se eligió la medida que tiene una mejor correlación con el peso. Posteriormente, esta medida se utiliza en la fórmula de Bailey (1968):

$$ICF = \frac{\sqrt[3]{\text{peso total}}}{\text{longitud de una medida lineal del organismo}}$$

#### Datos de precipitación.

Se recopilaron los datos de precipitación pluvial de los últimos 10 años de la Estación Meteorológica de la EBTLT para definir los meses del año que corresponden a las épocas seca y húmeda.

Se compararon estadísticamente las diferencias del contenido de grasa e índice de condición física entre organismos colectados en las dos épocas del año con una prueba no paramétrica de Wilcoxon. Las estimaciones estadísticas se realizaron con el programa STATISTICA versión 8.0 (StatSoft, Inc. 2007).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Precipitación pluvial y colecta de ejemplares.

Durante el periodo de colecta en el año 2008, el mes con mayor precipitación fue septiembre con 851 mm y abril el más seco (89 mm; Fig. 6), estos datos coinciden con los registrados en los últimos 10 años por la Estación Meteorológica de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz (EBLT). Se realizaron 9 salidas a la EBLT de marzo a diciembre de 2008, excepto en el mes de julio. Los organismos colectados se dividieron en individuos de la época seca (marzo - junio; Fig. 7) e individuos de la época de lluvia (agosto - diciembre; Fig. 8).

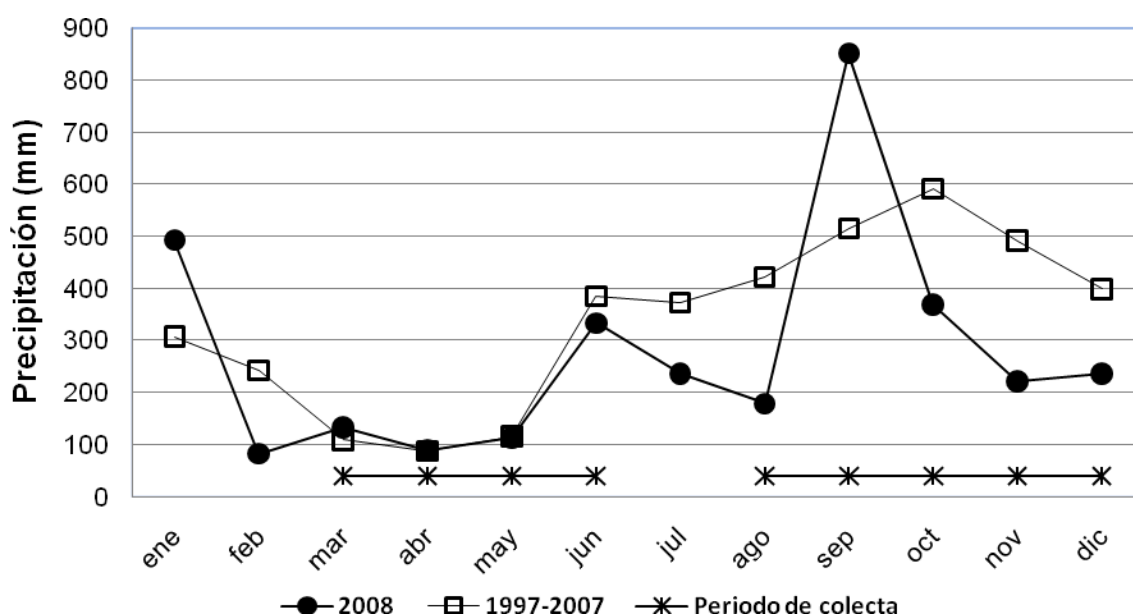


Figura 6. Precipitación pluvial registrada en la Estación Meteorológica de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, IBUNAM, Veracruz, México.





Figura 7. Fenología de la vegetación durante la época seca de la selva alta perennifolia de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Fotografía de B. Brito.



Figura 8. Fenología de la vegetación durante la época húmeda de la selva alta perennifolia de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Fotografía de B. Brito.

De acuerdo con los registros de la EBLT, la precipitación pluvial de la época seca del año 2008 fue típica en ese lugar si se compara con la cantidad y distribución de precipitación registrada durante los 10 años anteriores a este estudio. Por lo tanto, se confirma que la colecta de ejemplares se efectuó durante los periodos de la época seca y parte de la húmeda típicos de la región.

El ratón de campo *Peromyscus mexicanus* se colectó de marzo a diciembre, mientras que organismos del ratón de abazones *Heteromys desmarestianus* se capturaron de abril a noviembre. El esfuerzo de captura fue de 6840 noches trampa y se atraparon un total de 139 roedores de diferentes categorías de edad y condición reproductiva. De esta cantidad, 70 fueron *P. mexicanus*, de los cuales 36 individuos corresponden a la época seca y 34 a la húmeda. Por otro lado, de *H. desmarestianus* se atraparon 69 individuos: 31 en la época seca y 38 durante la época de lluvia (Apéndice 1).

En los meses de abril, octubre y noviembre no se registraron individuos jóvenes de *P. mexicanus*; en la época seca se encontraron hembras lactantes y durante todos los meses de muestreo (marzo - diciembre), se encontraron machos adultos con testículos escrotados, aunque en mayor número en la época de lluvia. Los individuos adultos reproductivamente activos (con testículos escrotados) de *H. desmarestianus* estuvieron presentes de abril a noviembre mientras que los jóvenes, en gran número, a finales de la época de lluvia y a principios de la época seca.

Asimismo, se encontró que los organismos adultos de *P. mexicanus* miden de longitud total promedio 231 mm (intervalo = 190 - 280 mm; d.e. (desviación estándar) = 16.12; Apéndice 1). En esta especie el peso promedio de los machos es de 43 g y las hembras pesan 40 g; por su parte, la longitud total promedio de individuos adultos de *H. desmarestianus* es de 299 mm (intervalo = 260 - 340 mm; d.e. = 17.85) con un peso promedio de 73 g (intervalo = 46.3 - 108.2 g; d.e. =

14.44; Apéndice 1). De acuerdo al estadístico de Wilcoxon, los machos pesan un poco más que las hembras (84 g y 65 g respectivamente;  $z = 2.78$ ,  $p = 0.005$ ,  $n = 15$ ).

#### 4.2. Contenido de Grasa Corporal en función del tamaño

En el análisis de correlación entre el tamaño del individuo (dado por la longitud del cráneo) y el contenido porcentual de la grasa corporal, se encontró que en el ratón de campo *P. mexicanus*, no existe correlación significativa entre estos dos parámetros ( $r = 0.022$ ,  $p = 0.85$ ,  $n = 70$ ; Fig. 9), mientras que el resultado en el ratón de abazones *H. desmarestianus* fue una tendencia a que los ejemplares pequeños presentan una mayor acumulación de lípidos que los individuos grandes, lo que se traduce en una significativa correlación negativa entre ambas variables ( $r = -0.285$ ,  $p = 0.017$ ,  $n = 69$ ; Fig. 10).

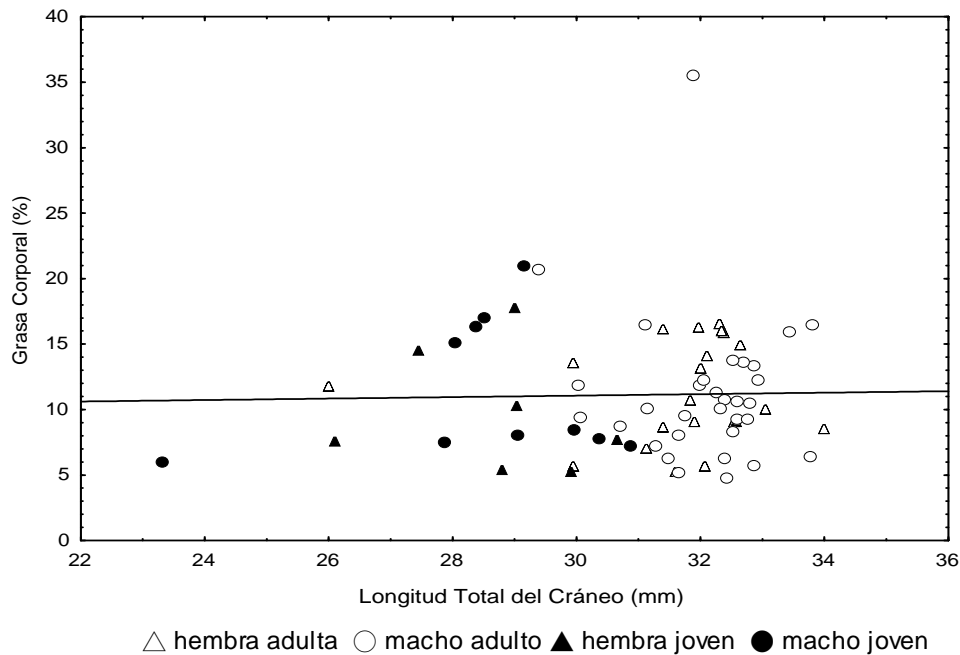


Figura 9. Variación del contenido de grasa corporal promedio en función del tamaño del ratón de campo (*Peromyscus mexicanus*) durante el periodo de muestreo del año 2008 en la selva alta perennifolia, Veracruz, México.



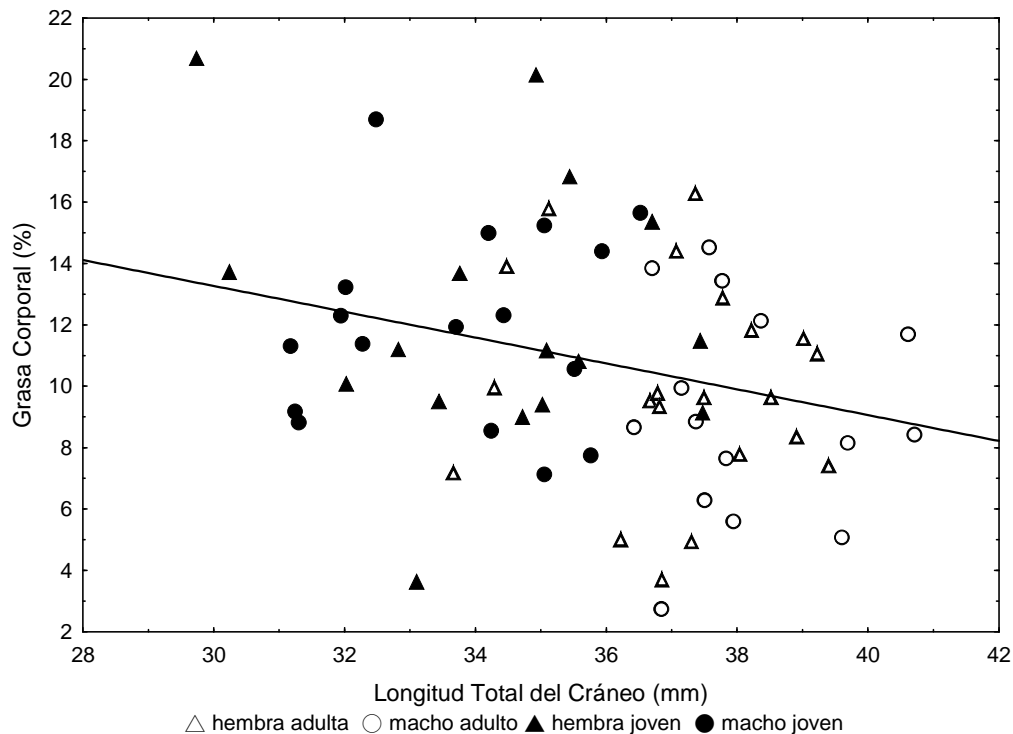


Figura 10. Variación del contenido de grasa corporal promedio en función del tamaño del ratón de abazones (*Heteromys desmarestianus*) durante el periodo de muestreo del año 2008 en la selva alta perennifolia, Veracruz, México.

***Peromyscus mexicanus*.** Si consideramos todos los ejemplares colectados, el promedio total del contenido de grasa corporal fue de  $0.72 \pm 0.42$  g lo que equivale a un promedio de 11.1% del peso seco de cada organismo (Cuadro 1). En la categoría por sexos, los machos acumularon mayor cantidad de grasa en gramos ( $0.77 \pm 0.46$  g;  $z = 2.14$ ,  $p = 0.032$ ,  $n = 28$ ). Porcentualmente, la diferencia de lípidos entre sexos no fue significativa ( $z = 0.31$ ,  $p = 0.74$ ,  $n = 28$ , Cuadro 1). En la categoría de edad se registraron diferencias significativas entre adultos y jóvenes ( $z = 3.63$ ,  $p = 0.00027$ ,  $n = 18$ ), siendo los primeros los que tienen mayor cantidad de grasa en gramos, sin importar el sexo (Cuadro 1).

En cuanto al contenido de grasa por época, el promedio de grasa de todos los individuos de la época seca fue de  $0.65 \pm 0.46$  g (10.9%; Cuadro 1). Los datos obtenidos por sexo para esta época proyectaron los siguientes valores: las hembras  $0.53 \pm 0.24$  g (n = 16) y los machos  $0.74 \pm 0.56$  g (n = 20). Por otra parte, los adultos presentan un valor de lípidos significativamente mayor (en gramos) que el de los jóvenes ( $z = 2.98$ ,  $p = 0.002$ ,  $n = 12$ ; Cuadro 1). Al separar jóvenes y adultos por sexo, en los machos también se encontraron diferencias entre las categorías de edad ( $z = 2.36$ ,  $p = 0.017$ ,  $n = 7$ ), no así en las hembras.

Los resultados de contenido de grasa corporal para la época húmeda produjeron los siguientes valores:  $0.8 \pm 0.36$  g de grasa por individuo (n = 34; Cuadro 3), equivalente al 11.3% del peso seco. Los datos por sexo muestran que en los meses de lluvia las hembras tienen 12% de grasa corporal (n = 12; Cuadro 3) y los machos 11% (n = 22). Los organismos jóvenes acumularon menor cantidad de grasa en gramos que los adultos ( $z = 2.20$ ,  $p = 0.027$ ,  $n = 6$ ; Cuadro 3).

De manera general, la diferencia entre épocas en los gramos de grasa acumulados fue significativa, siendo la época húmeda donde se acumuló una mayor cantidad (0.80 g,  $z = 2.19$ ,  $p = 0.028$ ,  $n = 34$ ). Respecto al porcentaje, no hubo diferencia significativa.

Cuadro 1. Peso (g) y porcentaje promedio del contenido de grasa corporal del ratón de campo (*Peromyscus mexicanus*) durante el periodo de muestreo del año 2008 en la selva alta perennifolia, Veracruz, México.

Época	Categoría de edad / sexo	Adulto	Joven	Total
Marzo - diciembre	♀	*0.77 ± 0.33 11.31% (n = 20)	*0.35 ± 0.16 9.60% (n = 8)	⊙0.65 ± 0.34 10.82% (n = 28)
	♂	*0.87 ± 0.47 11.30% (n = 32)	*0.43 ± 0.20 11.43% (n = 10)	⊙0.77 ± 0.46 11.33% (n = 42)
	Total	*0.83 ± 0.42 11.31% (n = 52)	*0.39 ± 0.18 10.61% (n = 18)	0.72 ± 0.42 11.13% (n = 70)
Seca (marzo - junio)	♀	0.61 ± 0.22 9.76% (n = 11)	0.36 ± 0.20 10.29% (n = 5)	0.53 ± 0.24 9.92% (n = 16)
	♂	*0.94 ± 0.60 12.79% (n = 13)	*0.36 ± 0.16 9.80% (n = 7)	0.74 ± 0.56 11.74% (n = 20)
	Total	*0.79 ± 0.49 11.40% (n = 24)	*0.36 ± 0.17 10.00% (n = 12)	■0.65 ± 0.46 10.93% (n = 36)
Lluvia (agosto - diciembre)	♀	0.97 ± 0.34 13.22% (n = 9)	0.34 ± 0.04 8.45% (n = 3)	0.81 ± 0.41 12.03% (n = 12)
	♂	0.83 ± 0.35 10.28% (n = 19)	0.58 ± 0.21 15.23% (n = 3)	0.79 ± 0.34 10.96% (n = 22)
	Total	*0.87 ± 0.35 11.23% (n = 28)	*0.46 ± 0.19 11.84% (n = 6)	■0.80 ± 0.36 11.33% (n = 34)

- \* Diferencias significativas entre categoría de edad.
- ⊙ Diferencias significativas entre sexos.
- Diferencias significativas entre épocas.
- Diferencias significativas entre especies.

*Heteromys desmarestianus*. El promedio total de grasa corporal en el ratón de abazones fue  $1.24 \pm 0.56$  g, lo que equivale al 10.8% del peso seco de cada organismo. Los individuos jóvenes de ambos sexos porcentualmente tienen mayor contenido de grasa que los adultos, diferencia que resultó ser significativa ( $z = 2.98$ ,  $p = 0.002$ ,  $n = 33$ ; Cuadro 2).

En la época seca el promedio de lípidos almacenados por individuo fue de 11.57% (Cuadro 2), equivalente al  $1.15 \pm 0.50$  g del peso seco corporal. Al separar a los 31 ejemplares por categorías de edad, se observa que el peso promedio de la grasa corporal acumulada de los 13 adultos ( $1.44 \pm 0.34$  g) es mayor que la cantidad registrada para los 18 jóvenes ( $0.95 \pm 0.49$  g,  $z = 2.41$ ,  $p = 0.015$ ,  $n = 13$ , Cuadro 2). En contraste, los jóvenes muestran un porcentaje de lípidos mayor (12.6%) con respecto al peso seco del individuo; sin embargo, esta diferencia porcentual no es estadísticamente significativa ( $z = 1.57$ ,  $p = 0.11$ ,  $n = 13$ ).

No se encontraron diferencias significativas entre sexos ( $z = 0.62$ ,  $p = 0.53$ ,  $n = 15$ ), sin embargo se observa que las hembras acumulan mayor cantidad de grasa que los machos, ya sean jóvenes o adultas (Cuadro 2). Los individuos machos adultos tienen  $1.45 \pm 0.46$ g en comparación con los machos jóvenes ( $0.84 \pm 0.43$  g,  $z = 2.02$ ,  $p = 0.043$ ,  $n = 5$ ) aunque porcentualmente tienen menos (8.9% y 12% respectivamente, esta diferencia porcentual no es significativa). En las hembras ocurre el mismo fenómeno aunque no se encontraron diferencias significativas ( $z = 0.67$ ,  $p = 0.49$ ,  $n = 7$ , Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso (g) y porcentaje promedio del contenido de grasa corporal del ratón de abazones (*Heteromys desmarestianus*) durante el periodo de muestreo del año 2008 en la selva alta perennifolia, Veracruz, México.

Época	Categoría de edad / sexo	Adulto	Joven	Total
Abril - noviembre	♀	1.33 ± 0.52 10.00% (n = 21)	1.18 ± 0.56 12.24% (n = 16)	1.27 ± 0.54 10.97% (n = 37)
	♂	1.51 ± 0.63 9.14% (n = 15)	0.95 ± 0.45 11.97% (n = 17)	1.21 ± 0.60 10.64% (n = 32)
	Total	1.41 ± 0.57 *9.64% (n = 36)	1.06 ± 0.51 *12.10% (n = 33)	1.24 ± 0.56 10.81% (n = 69)
Seca (abril - junio)	♀	1.44 ± 0.36 10.86% (n = 8)	1.11 ± 0.57 13.50% (n = 7)	1.28 ± 0.48 ■12.09% (n = 15)
	♂	*1.45 ± 0.36 8.94% (n = 5)	*0.84 ± 0.43 12.05% (n = 11)	1.03 ± 0.49 11.08% (n = 16)
	Total	*1.44 ± 0.34 10.12% (n = 13)	*0.95 ± 0.49 12.62% (n = 18)	1.15 ± 0.50 11.57% (n = 31)
Lluvia (agosto - noviembre)	♀	1.27 ± 0.60 9.47% (n = 13)	1.24 ± 0.59 11.25% (n = 9)	1.26 ± 0.58 ■10.20% (n = 22)
	♂	1.54 ± 0.75 9.24% (n = 10)	1.15 ± 0.44 11.81% (n = 6)	1.39 ± 0.66 10.20% (n = 16)
	Total	1.39 ± 0.67 9.37% (n = 23)	1.20 ± 0.52 11.48% (n = 15)	1.31 ± 0.61 10.20% (n = 38)

\* Diferencias significativas entre categoría de edad.

■ Diferencias significativas entre épocas.

□ Diferencias significativas entre especies.

Los organismos colectados en la época húmeda acumularon 10.2% de grasa corporal. Los individuos adultos acumularon menor cantidad de grasa (9.3%) que los jóvenes (11.4%) aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $z = 1.53$ ,  $p = 0.125$ ,  $n = 15$ ). En cuanto a la cantidad de lípidos en gramos, es similar entre ambas categorías de edad (Cuadro 2). Los datos obtenidos por sexos mostraron el mismo porcentaje de lípidos en machos y hembras que es del 10.2% respecto al peso seco del organismo (Cuadro 2).

A partir del mes de septiembre se presentó una disminución en el contenido de grasa corporal en *H. desmarestianus* (Fig. 11), obteniendo los valores más bajos en el mes de noviembre, los valores más altos se registraron en el mes de mayo. Lo anterior coincide con lo observado en los organismos de la época seca que acumularon mayor cantidad de grasa que los de la época húmeda (11.5% y 10.2% respectivamente); lo mismo ocurre en individuos colectados en ambas épocas sin importar el sexo aunque esta comparación sólo es significativa en las hembras ( $z = 1.98$ ,  $p = 0.046$ ,  $n = 15$ ; Cuadro 2).

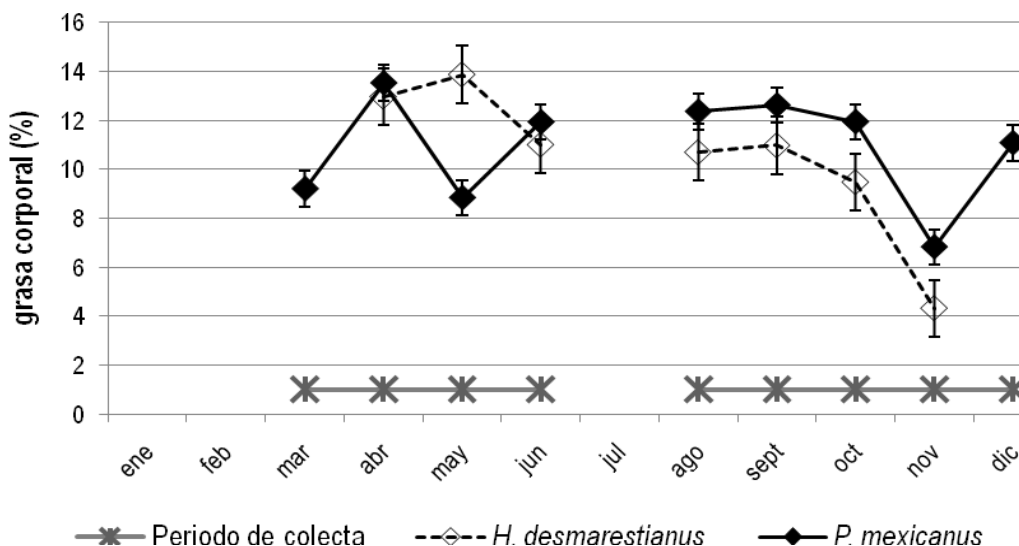


Figura 11. Porcentaje mensual de grasa corporal en *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus* durante el periodo de muestreo del año 2008 en la selva alta perennifolia, Veracruz, México.

Cuando comparamos las dos especies en estudio, obtuvimos que *P. mexicanus* tiene un porcentaje de grasa mayor que *H. desmarestianus*, resultado que es significativo sólo entre los individuos adultos de ambas especies ( $z = 2.34$ ,  $p = 0.019$ ,  $n = 36$ ; Cuadros 1 y 2).

#### 4.3. Índice de Condición Física

Al realizar el análisis de correlación lineal entre el peso total del organismo con la LT, CV, LP, LO y LTC, en *P. mexicanus* la longitud total fue la medida lineal con mayor correlación con el peso ( $r = 0.88$ ,  $p = 0.00$ ,  $n = 70$ ) y se utilizó para calcular el índice de condición física, el cual es de 0.015. *Heteromys desmarestianus* presentó mayor correlación entre el peso y la longitud total del cráneo ( $r = 0.89$ ,  $p = 0.00$ ,  $n = 63$ ), lo que dio por resultado un índice de condición física de 0.110. En el ratón de campo, los organismos adultos tienen el mismo índice de condición física que los individuos jóvenes (0.014  $n = 52$  y 18 respectivamente) mientras que en ratón de abazones el índice de condición física en los adultos fue de 0.110 ( $n = 36$ ) y en los jóvenes fue de 0.106 ( $z = 3.17$ ,  $p = 0.001$ ,  $n = 33$ ).

En *P. mexicanus* encontramos diferencias significativas ( $z = 2.04$ ,  $p = 0.041$ ,  $n = 28$ ), entre hembras y machos con valores de 0.0147 y 0.0149 respectivamente. No hubo diferencias en el índice entre las diferentes categorías de edad. Comparativamente, en *H. desmarestianus* hubo diferencias significativas ( $z = 3.40$ ,  $p = 0.0006$ ,  $n = 15$ ) entre machos adultos y jóvenes siendo los primeros los que tienen un índice de condición física más alto (0.114 y 0.105 respectivamente). Se encontraron diferencias entre sexos en la categoría de adultos, pues los machos tienen un índice de 0.114 y las hembras de 0.107 ( $z = 3.32$ ,  $p = 0.0008$ ,  $n = 15$ ).

En esta misma especie, en la época seca las hembras adultas presentaron un índice de 0.107, valor que es significativamente menor que el de los machos adultos (0.115,  $z = 2.02$   $p = 0.043$ ,  $n = 5$ , Cuadro 3). Esta tendencia también se observó en la época húmeda ( $z = 2.66$ ,  $p = 0.007$ ,  $n = 10$ ). Por categoría de edad, sólo en la época seca, los jóvenes tienen un índice de condición física menor que los adultos ( $z = 2.94$ ,  $p = 0.003$ ,  $n = 13$ ).

Cuadro 3. Índice de Condición Física promedio de individuos adultos de *Peromyscus mexicanus* y *Heteromys desmarestianus* (por época y sexo) durante el periodo de muestreo del año 2008 en la selva alta perennifolia, Veracruz, México. ♀, hembras; ♂, machos; CV, coeficiente de variación (%); n, tamaño de la muestra.

<i>Peromyscus mexicanus</i>				
	Seca		Lluvia	
	♀	♂	♀	♂
C.V.	0.014 ± 0.0009	0.015 ± 0.0003	0.014 ± 0.0005	0.015 ± 0.0007
n =	6.62	2.47	3.62	5.18
	11	13	9	19
<i>Heteromys desmarestianus</i>				
	♀	♂	♀	♂
	⊙0.107 ± 0.002	⊙0.115 ± 0.001	⊙0.108 ± 0.003	⊙0.114 ± 0.003
C.V.	2.6	1.064	3.42	3.39
n =	8	5	13	10

⊙ Diferencias significativas entre sexos.



## 5. DISCUSIÓN

### Grasa corporal e índice de condición física.

El estudio del contenido de lípidos en el cuerpo es importante para comprender su utilización en las estrategias de supervivencia y reproducción de los mamíferos. Desafortunadamente se cuenta con poca información sobre este tema y menos en organismos de zonas neotropicales. Al evaluar la grasa corporal de roedores silvestres en una selva alta perennifolia, este estudio aporta información relevante para comprender el contenido de los lípidos y su variación en función de la edad, sexo y la reproducción en mamíferos en un ecosistema tropical. Por ejemplo, el valor de grasa total (g) que se obtuvo en los individuos adultos de *Peromyscus mexicanus* (0.83 g) de Los Tuxtlas, Veracruz, es similar al reportado en otras especies como *P. maniculatus* (0.83 g) y *P. leucopus* (0.68 g; Tannenbaum y Pivorun, 1987) de zonas templadas de Norteamérica. En contraste, en este estudio se encontró que el ratón de abazones *H. desmarestianus*, roedor tropical altamente especializado en granivoría, tiene 1.41 g de grasa, registro que además representa el primero para heterómidos de ambientes tropicales.

Recordemos que porcentualmente, *P. mexicanus* tiene mayor contenido de grasa corporal, por lo que se esperaba que el índice de condición física (ICF) de esta especie fuera más alto que el de *H. desmarestianus* sin embargo, no sucedió así, siendo *H. desmarestianus* la especie con el índice mayor. Aunque todavía no ha sido explicado satisfactoriamente el vínculo entre grasa corporal e ICF, un estudio realizado con la liebre *Lepus americanus* sugiere que las liebres que fueron depredadas tenían un nivel de condición física perceptiblemente por debajo del promedio; asimismo, asocian un índice de condición física alto con cuantiosas reservas corporales de grasa (Brand, 1975).

Los resultados indican que los ejemplares jóvenes de *H. desmarestianus* presentan mayor cantidad de grasa corporal que la que se registra en individuos adultos, como se confirma cuando se comparan sus cráneos pues un individuo de menor tamaño puede presentar valores mayores de lípidos acumulados en proporción a su masa corporal. Relacionando la grasa con el ICF, los individuos adultos de esta especie presentaron un ICF mayor que los jóvenes. La literatura no contiene información sobre grasa corporal de individuos jóvenes que permita hacer comparaciones, no obstante el patrón anterior no se observa en organismos de *P. mexicanus* en los cuales no existe una correlación entre el contenido de grasa y el tamaño del individuo, además de que en esta especie el índice de condición física no varía entre las dos categorías de edad.

De las dos especies estudiadas, porcentualmente, el ratón de campo acumuló una mayor cantidad de lípidos que el ratón de abazones (11.3 % y 9.6% respectivamente), lo cual puede estar relacionado con la estrategia de alimentación de cada especie. *Peromyscus mexicanus* consume principalmente insectos y pequeñas plántulas, complementa su alimentación con frutos y semillas cuando son abundantes y están disponibles (en la época de lluvia). Esto indica que el ratón de campo acumula más grasa en su cuerpo durante la época abundante en alimentos y que podría beneficiar sus eventos reproductivos, ya que se encontró una mayor cantidad de individuos reproductivamente activos en esta época.

Generalmente los roedores que utilizan la grasa corporal como reserva energética para sobrevivir la estación desfavorable, son los que habitan en latitudes norteñas en ambientes estacionales. En algunas especies de *Peromyscus* se ha mostrado que el contenido de grasa aumenta en invierno en lugares donde generalmente los organismos entran en un periodo de inactividad y hay escasez de alimento, y sobreviven por sus depósitos de grasa. Por ejemplo, los individuos adultos del ratón *P. maniculatus* de las montañas de

Carolina del Norte (U.S.A.), presentan en promedio 21% de grasa corporal durante el invierno, mientras que durante el verano, época de su reproducción y abundancia de alimento, registran 15% (Tannebaum y Pivorum, 1987). De manera similar, la rata algodonera *Sigmodon hispidus* de Kansas, (U.S.A.), muestra un patrón donde sus niveles de acumulación de lípidos durante el invierno equivalen al doble de los del verano (Fleharty *et al.*, 1973). Asimismo, algunos roedores de zonas desérticas, como *Microdipodops megacephalus*, acumulan grasa en la cola como una reserva de energía para utilizarla en períodos de escasez de alimento o de temperaturas frías (Harris, 1987). No obstante que el ratón de campo presenta variación en la cantidad de grasa corporal, no hay cambios en su índice de condición física respecto a la época de mayor abundancia de alimento.

Observaciones conductuales de *H. desmarestianus* en cautiverio, revelaron que empieza a consumir alimento sólido del tipo de semillas y rebanadas de manzana a los 16 días de edad (Fleming, 1977); a los 18 días, los jóvenes usan sus abazones para transportar semillas y son destetados entre la tercera y la cuarta semana de vida, edad en la que en condiciones silvestres ya se pueden capturar en trampas Sherman, y apenas pesan el 60 % de un individuo adulto (Fleming, 1977). Es probable que si los individuos silvestres de la selva de Los Tuxtlas pasan por un patrón de desarrollo similar, entonces la disponibilidad de fuentes de energía puede ser un factor limitante. Este roedor almacena semillas en sus madrigueras como reserva de alimento y fuente de energía (Reichman y Price, 1993). Las semillas almacenadas podrían proporcionar a los jóvenes un aporte nutricional adicional a la leche materna, lo que se ve reflejado en un mayor porcentaje de grasa respecto a los adultos. Sin embargo, observamos que su ICF es menor que el de los adultos y se puede asociar a la mayor actividad que desarrollan los jóvenes en comparación con los adultos.

En la época seca, que es el periodo desfavorable en la selva tropical, el ratón de abazones utiliza como fuente de energía las semillas que almacenó durante los dos picos de caída de semillas: el inicio de la temporada de lluvias (junio) y durante la época de huracanes (noviembre-febrero; Ibarra-Manríquez *et al.*, 1997); por lo que es probable que no dependa de la energía de grasa corporal acumulada para sobrevivir en los meses desfavorables. Por ejemplo, la rata *Bandicota bengalensis* de Nepal, la cual almacena cantidades notables de alimento en sus madrigueras (Yabe *et al.*, 1995), no almacena grasa corporal para sobrevivir el invierno, ni habita como comensal cerca del humano. En *H. desmarestianus* el almacenamiento de alimento puede asegurarle de manera rápida una fuente energética sin tener que gastar energía en la búsqueda de alimento, aunque se observa un ICF menor en esta época (0.107) comparado con el de la época húmeda (0.109), lo que indica que el índice de condición física en esta especie puede no estar relacionado con la cantidad de grasa.

En regiones tropicales y subtropicales se ha observado que más que el gasto metabólico y la cantidad de alimento, la precipitación pluvial y la reproducción podrían explicar mejor la variación anual de los lípidos. Por ejemplo, el nivel de grasa acumulada de los roedores *Lemniscomys striatus* y *Praomys natalensis* de Uganda, en África Ecuatorial, fue menor en el pico de sus eventos reproductivos, que coincidió con una mayor precipitación (Field, 1975). Similarmente, la acumulación de grasa corporal en el ratón *P. leucopus* en una zona subtropical del sur de Texas, USA, estuvo relacionada con la calidad y cantidad de alimento y la consumió en la reproducción (Judd *et al.*, 1978).

Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio en los individuos colectados de *H. desmarestianus* en la época seca, cuando se acumulan los efectos de la sequía, la producción primaria es menor (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1997) y se presenta el primero (mayo-junio) de dos picos reproductivos del ratón de abazones (Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero,

1997). Sin embargo, en esta época y en relación con los valores inferiores de precipitación, los individuos presentaron niveles altos de lípidos. Esto puede ser explicado por el tipo de alimento que consume *H. desmarestianus*, ya que durante estos meses se encuentran semillas disponibles de los árboles *Poulsenia armata* (chirimoya) y *Cymbopetalum baillonii* (huevos de mono), que se caracterizan por tener un alto contenido energético (Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero, 1993) y son consumidas por ambas especies (Coates y Estrada, 1988).

Las hembras adultas del ratón de abazones presentan una tendencia a almacenar más grasa que los machos. Esto podría estar relacionado con los costos energéticos de gestación y lactancia en donde se requiere de una mayor cantidad de reservas energéticas en las hembras; este patrón también fue observado en poblaciones subárticas del ratón *P. maniculatus*, donde las hembras presentan una mayor cantidad de lípidos que los machos a lo largo del año (Gyug y Millar, 1980). De forma similar, las hembras de murciélagos insectívoros en Jamaica mostraron mayor cantidad de grasa hasta el inicio de la época seca (McNab, 1976). Sin embargo, en *H. desmarestianus* observamos que la acumulación de grasa no va acompañada de un índice de condición física alto, ya que en los machos este parámetro es estadísticamente mayor que el de las hembras, (0.114 y 0.107, respectivamente). En un estudio realizado con el conejo castellano *Sylvilagus floridanus* las hembras tuvieron una mejor condición corporal que los machos pero no lo relacionan con la cantidad de grasa acumulada si no con la reproducción, siendo los que están reproductivamente activos los que tienen mejor condición corporal (Rivera, 2005). En *P. mexicanus*, registramos que el ICF en los machos es mayor que en las hembras (0.0149 y 0.0147, respectivamente), dato que a diferencia de *H. desmarestianus*, si coincide con una mayor acumulación de grasa en los machos.

Las hembras de *P. mexicanus* aumentaron sus reservas corporales en los meses de lluvia y lo podríamos asociar con un evento reproductivo, aunque en esta especie la reproducción no muestra una estacionalidad evidente (Trujano-Álvarez y Álvarez-Castañeda, 2010). En poblaciones tropicales de *P. nudipes* en Costa Rica, se ha observado que es oportunista en cuanto a su reproducción ya que en años favorables puede madurar rápidamente y reproducirse frecuentemente independientemente de la época (Heideman y Bronson, 1993).

En resumen, en este estudio los resultados apoyan parcialmente la hipótesis de que el índice de condición física se encuentra relacionado con la cantidad de grasa pues sólo en *P. mexicanus* encontramos relación. Lo esperado respecto a la grasa corporal, solo se cumple en *P. mexicanus* que presenta los valores más altos de lípidos en la época de lluvia mientras que en *H. desmarestianus* hay mayor acumulación en la época seca, temporada “difícil” en la selva tropical. Aún falta conocer mucha información sobre la biología básica de roedores tropicales. Sin embargo, los datos obtenidos sobre los individuos juveniles en este estudio, son importantes ya que eran desconocidos y servirán de referencia en investigaciones de este tipo en otras especies de ratones. Sin duda, estos datos eventualmente serán de utilidad para promover su conservación biológica y la de los ecosistemas en donde habitan.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados apoyan parcialmente la hipótesis de que existe una relación entre el índice de condición física y la cantidad de grasa, estos parámetros fisiológicos solo se encontraron relacionados en *Peromyscus mexicanus* que es la especie que tiene un índice de condición física mayor.

Los datos apoyan que el contenido de grasa varía en función de la edad y entre sexos, que entre épocas.

*Heteromys desmarestianus* tiene mayor contenido de grasa en la época seca, mientras que *Peromyscus mexicanus* en la época húmeda.

Los individuos juveniles de *Heteromys desmarestianus* porcentualmente tienen más grasa que los adultos.

En *Peromyscus mexicanus*, registramos que el ICF en los machos es mayor que en las hembras (0.0149 y 0.0147), dato que a diferencia de *Heteromys desmarestianus*, si coincide con una mayor acumulación de grasa en los machos.

Este es el primer estudio sobre grasa corporal e índice de condición física en roedores tropicales de una selva cálida húmeda en México.

## 7. RECOMENDACIONES

Se deben realizar estudios de contenido de grasa de roedores en más de un ciclo anual.

Es importante implementar y practicar otras técnicas no invasivas y de fácil acceso para estimar parámetros fisiológicos ya que es importante conocer la biología de las especies silvestres.

## 8. LITERATURA CITADA

- Angeles R., M. A. 2001. Determinación del contenido de grasa corporal e índice de condición física en el ratón de los volcanes, *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Muridae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México, Distrito Federal. 47 p.
- Bailey, J. A. 1968. A weight-length relationship for evaluating physical condition of cottontails. *Journal of Wildlife Management* 32: 835-841.
- Bozinovic, F. y J. F. Merrit. 1991. Conducta, estructura y función de micromamíferos en ambiente estacionales: mecanismos compensatorios. *Revista chilena de Historia Natural* 65: 19-28.
- Brand, C. J. 1975. Snowshoe hare mortality monitored by telemetry. *Journal of Wildlife Management* 39(4): 741-747.
- Castillo-Campos, G. y J. Laborde. 2004. La Vegetación. En: Guevara, S., J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (eds.) *Los Tuxtlas: El paisaje de la sierra*. Instituto de Ecología, A.C. y Unión Europea. Xalapa, Veracruz. P. 231-269.
- Ceballos G. y G. Oliva (eds.). 2005. *Los mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal. 986 p.



- Coates-Estrada, R., y A. Estrada. 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas". Instituto de Biología, UNAM, México. 151 p.
- Coates-Estrada, R., y A. Estrada. 1988. Frugivory and seed dispersal in *Cymbopetalum baillonii* (Annonaceae) at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 4(2): 157-172.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 2003. México: Imagen desde el espacio. Conabio, México. Mosaico 2002 de imágenes Modis sin nubes del satélite Terra, bandas 1,4,3 (RGB), resolución espacial 250 metros, sobre un modelo digital de terreno.
- Emmons, L. H. 1990. Neotropical mammals. A field guide. University of Chicago Press, Chicago. 281p.
- Field, A. C. 1975. Seasonal changes in reproduction, diet and body composition of two equatorial rodents. *East African Wildlife Journal* 13: 221-235.
- Fleharty, E. D., M. E. Krause y D. P. Stinnett. 1973. Body composition, energy content, and lipid cycles of four species of rodents. *Journal of Mammalogy* 54(2): 426-438.
- Flemming, T. 1977. Growth and development of two species of tropical heteromyid rodents. *The American Midland Naturalist* 98(1): 109-123.
- Gannon, W. L., R. S. Sikes y The Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2007. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 88(3): 809-823.
- Gittelman, J. L. y S. D. Thompson. 1988. Energy allocation in mammalian reproduction. *American Zoologist* 28: 863-875.
- Guevara, S., J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (Editores). 2004. Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra. Instituto de Ecología, A.C. - Unión Europea. Xalapa, Veracruz. 288 p.
- Gyug, L. W. y J. S. Millar. 1980. Fat levels in a subarctic populations of *Peromyscus maniculatus*. *Journal of Zoology* 58: 1341-1346.

- Hafner, J. C., J. E. Light, D. J. Hafner, M. S. Hafner, E. Reddington, D. S. Rogers y B. R. Riddle. 2007. Basal clades and molecular systematics of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 88(5): 1129-1145.
- Harlow, H. J., T. Lohuis, R. G. Grogan, y T. D I. Beck. 2002. Body mass and lipid changes by hibernating reproductive and nonreproductive black bears (*Ursus americanus*). *Journal of Mammalogy* 83(4):1020-1025.
- Harris, H. J. 1987. Variation in the caudal fat deposit of *Microdipodops megacephalus*. *Journal of Mammalogy* 68(1): 58-63.
- Heideman, P. D. y Bronson, F. H. 1993. Potencial and realized reproduction in a tropical population of *Peromyscus* (Rodentia). *Journal of Mammalogy* 74(2): 260-269.
- Hernández P., M. G. 2007. Contenido de grasa corporal e índice de condición física de *Peromyscus truei* y *Liomys irroratus* (Rodentia). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, México, Distrito Federal. 60 p.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Martínez-Ramos, R. Dirzo y J. Núñez-Farfán. 1997. La vegetación. En: Historia Natural de Los Tuxtlas (González Soriano, R. Vogt y R. Dirzo, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Instituto de Ecología, UNAM, y Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Distrito Federal. p. 61-85.
- Judd, F. W., J. Herrera y M. Wagner. 1978. The relationship between lipid and reproductive cycles of a subtropical population of *Peromyscus leucopus*. *Journal of Mammalogy* 59: 669-676.
- Krulin, G. S., y J. A. Sealander. 1972. Annual lipid cycle of the gray bat, *Myotis grisescens*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 42A: 537-549.
- Lira, I. E., C. Mudespacher y B. García Guido. 1994. Theria. Diccionario de mamíferos. A. G. T. Editor. México, Distrito Federal. 174 p.
- Martínez-Gallardo, R. y V. Sánchez-Cordero. 1993. Dietary Value of Fruits and Seeds to Spiny Pocket Mice, *Heteromys desmarestianus* (Heteromyidae). *Journal of Mammalogy*, 74(2): 436-442.

- Martínez-Gallardo, R. y V. Sánchez-Cordero. 1997. Historia natural de algunas especies de mamíferos terrestres. En: Historia Natural de Los Tuxtlas (E. González Soriano, R. Vogt y R. Dirzo, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Instituto de Ecología, UNAM, y Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Distrito Federal. p. 591-609.
- McNab, B. K. 1976. Seasonal fat reserves of bats in two tropical environments. *Ecology* 57: 332-338.
- Nestler, J. R., G. Dieter y B. Klokeid. 1996. Changes in total body fat during daily torpor in deer mice (*Peromyscus maniculatus*). *Journal of Mammalogy* 77(1): 147-154.
- Pitt, J. A., S. Larivière y F. Messier. 2006. Condition indices and bioelectrical impedance analysis to predict body condition of small carnivores. *Journal of Mammalogy* 87(4): 717-722.
- Ramírez P.J., J. Arroyo y N. González. 2008. Mamíferos, en S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.), Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Distrito Federal. CD1.
- Ramírez V., S. 2009. Comparación morfométrica y cariotípica entre poblaciones de *Heteromys desmarestianus* (Rodentia: Heteromyidae) al sureste del estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, UNAM. México, Distrito Federal. 118 p.
- Reichman, O. J. y M. V. Price. 1993. Ecological aspects of the heteromyid foraging. En: Biology of Heteromyidae. H. Genoways y J. Brown. Special publication No. 10. The American Society of Mammalogists. USA. P. 539-574.
- Rivera T., E. 2005. La condición corporal y su relación con el estado reproductor del conejo montés *Sylvilagus cunicularius* en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. 34 p.

- Rogers, D. S. y M. W. González. 2010. Phylogenetic relationships among spiny pocket mice (*Heteromys*) inferred from mitochondrial and nuclear sequence data. *Journal of Mammalogy* 91(4): 914-930
- Rogers, D. S., y D. J. Schmidly. 1982. Systematics of spiny pocket mice (Genus *Heteromys*) of the *desmarestianus* species group from México and Northern Central America. *Journal of Mammalogy* 63(3): 375-386.
- Romero Almaraz, M. L., C. Sánchez Hernández, C. García Estrada y R. D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños, manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Las prensas de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. 201 p.
- Sánchez-Cordero, V. 1993. Estudio poblacional de la rata espinosa *Heteromys desmarestianus* en una selva húmeda en Veracruz, México. P. 301-316, En: Avances en el estudio de los mamíferos de México (R. A. Medellín, y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología. México, Distrito Federal. 464 p.
- Soto, M. y L. Gama. 1997. Climas. P. 7-23, En: Historia Natural de Los Tuxtlas (E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, UNAM. México, Distrito Federal.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA version 8.0. [http:// www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Downloaded on 15 january 2010.
- Tannenbaum, M. y E. Pivorun. 1987. Seasonal changes in body fat in southeastern *Peromyscus*. *Journal of Mammalogy* 68(1): 154-157.
- Trujano-Álvarez, L. y Álvarez-Castañeda, S. T. 2010. *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Cricetidae). *Mammalian Species* 42(1): 111-118.
- Villa-Ramírez, B. y F. A. Cervantes. 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, UNAM, y Grupo Editorial Iberoamericana. México, D.F. 140 p. + disco compacto.

- Wilson, D. E. y D. M. A. Reeder. 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic reference, vol. II 3rd ed., Johns Hopkins University Press. p. 884.
- Yabe, T. 1992. A simple method for determining fat deposits in rodents. Journal of the Mammalogical Society of Japan 16(2): 97-100.
- Yabe, T. 1994. Fat deposits for wintering in the Norway rat, *Rattus norvegicus*. Journal of the Mammalogical Society of Japan 19(2): 129-133.
- Yabe, T., R. C. Poudel, P. D. D. Shrestha, T. Kuwahata, y T. Kusano. 1995. Fat deposits in *Rattus rattus*, *R. losea*, *Bandicota bengalensis*, and *B. indica*. Journal of the Mammalogical Society of Japan 20(2): 157-158.

## 9. APÉNDICES

**Apéndice 1.** Ejemplares del ratón de campo (*Peromyscus mexicanus*) y del ratón de abazones (*Heteromys desmarestianus*) colectados en una selva alta perennifolia, Veracruz, México. CATCO, número de catálogo Colección Nacional de Mamíferos (CNMA), Instituto de Biología, UNAM; LT, longitud total; CV, longitud de la cola vertebral; LP, longitud de la pata trasera; LO, longitud de la oreja; LTC, longitud total del cráneo; PT, peso total; <sup>L</sup>, hembra lactante; <sup>G</sup>, hembra gestante; <sup>E</sup>, macho con testículos escrotados.

CATCO	Fecha de Colecta	Sexo	Categoría de Edad	LT (mm)	CV (mm)	LP (mm)	LO (mm)	LTC (mm)	PT (g)
<i>Peromyscus mexicanus</i>									
44978	07-abr-08	♀	adulta	220	110	25	19	31.86	38.8
44992	27-may-08	♀	adulta	223	106	28	21	31.4	34.7
44980	07-abr-08	♀	adulta	255	124	27	19	32.56	47.7
44987	26-may-08	♀	adulta	210	101	28	21	29.97	30.5
44989	26-may-08	♀	adulta	250	122	28	23	34.02	48.6
44993	24-jun-08	♀	adulta	224	114	24	21	32.03	39.2
44975	13-mar-08	♀	adulta	190	95	27	17	32.58	25.4
44981	08-abr-08	♀	adulta	235	117	27	21	31.4	40.5
44966	12-mar-08	♀	adulta	211	110	27	19	31.62	35.2
44976	07-abr-08	♀	adulta <sup>L</sup>	225	110	25	18	29.97	52.2
44973	13-mar-08	♀	adulta <sup>L</sup>	228	111	26	21	32.1	28.9
44983	10-abr-08	♀	adulta <sup>G</sup>	210	104	26	17	26.02	27.8
44970	12-mar-08	♀	joven	190	95	28	18	29	24.9
44965	12-mar-08	♀	joven	167	82	26	18	27.45	19.3
44990	27-may-08	♀	joven	206	113	29	21	29.94	26.3
44972	12-mar-08	♀	joven	195	92	27	17	28.83	21.8
44999	26-jun-08	♂	adulto	217	109	29	18	32.86	33.1
44994	24-jun-08	♂	adulto	227	115	23	21	32.58	42
44986	25-may-08	♂	adulto	210	96	28	19	30.02	34.3
44967	12-mar-08	♂	adulto	212	98	28	21	30.72	32.9
45000	26-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	230	105	27	17	31.49	48
44969	12-mar-08	♂	adulto <sup>E</sup>	235	105	28	19	32.04	51.8
44985	10-abr-08	♂	adulto <sup>E</sup>	237	112	27	20	31.9	49.8

44984	10-abr-08	♂	adulto <sup>E</sup>	245	111	28	20	32.6	49.7
44997	26-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	231	118	28	20	32.25	40.6
44995	25-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	248	115	28	21	32.39	50.7
44988	26-may-08	♂	adulto <sup>E</sup>	233	113	29	22	32.38	41.1
44974	13-mar-08	♂	adulto <sup>E</sup>	230	110	29	18	31.75	44.9
44971	12-mar-08	♂	joven	198	89	25	20	27.86	21.5
44996	25-jun-08	♂	joven	200	97	26	18	28.39	24
44982	08-abr-08	♂	joven	215	115	28	19	29.38	30.5
44979	07-abr-08	♂	joven	205	95	26	18	29.96	28.1
44977	07-abr-08	♂	joven	210	106	25	18	30.86	31.4
44991	27-may-08	♂	joven	205	98	27	19	29.06	31.3
44998	26-jun-08	♂	joven	174	83	29	16	28.03	18.4
44968	12-mar-08	♂	joven	177	87	22	14	23.3	16.7
45010	05-ago-08	♀	adulta	212	102	26	20	31.14	31.7
44501	02-ago-08	♀	adulta	221	115	25	19	31.93	36.9
45006	04-ago-08	♀	adulta	232	118	27	22	32.65	36.8
45031	09-dic-08	♀	adulta	245	118	28	20	32.31	52.2
45008	05-ago-08	♀	adulta	240	116	27	23	33.05	40.1
45015	04-sep-08	♀	adulta	(222)	105	27	21	32	37
45022	08-oct-08	♀	adulta	236	117	28	21	32.13	45.3
45018	05-sep-08	♀	adulta	260	131	28	21	32.4	53.3
45012	05-ago-08	♀	adulta <sup>L</sup>	247	110	26	24	32.37	43.2
44931	02-ago-08	♀	joven	198	99	26	16	26.13	27.2
45030	09-dic-08	♀	joven	185	95	27	19	29.05	20.9
45016	04-sep-08	♀	joven	207	102	27	18	30.68	31.2
45014	04-sep-08	♂	adulto	226	112	28	21	31.27	32.1
45003	03-ago-08	♂	adulto	220	116	27	21	31.12	41.4
45007	04-ago-08	♂	adulto	212	104	27	21	30.06	32.8
45009	05-ago-08	♂	adulto	207	110	26	21	30.36	22.7
45027	16-nov-08	♂	adulto	280	118	27	21	31.15	43.2
45033	10-dic-08	♂	adulto	228	111	27	20	31.97	40.9
45020	05-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	232	115	29	23	32.54	41.8
45021	06-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	233	115	27	22	31.65	43.9
45017	05-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	224	108	26	21	32.33	43.5
45023	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	213	100	28	22	31.64	38.8
45024	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	235	115	27	22	32.41	50.6
45025	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	232	110	26	21	32.51	42.5

45026	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	238	115	27	21	32.85	43.1
45002	02-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	238	120	27	20	32.68	43.3
45028	09-dic-08	♂	adulto <sup>E</sup>	244	120	27	20	33.77	47.5
45019	05-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	251	122	28	23	32.81	48.4
45029	09-dic-08	♂	adulto <sup>E</sup>	243	120	27	22	32.77	51.3
45032	09-dic-08	♂	adulto <sup>E</sup>	242	117	27	21	32.92	49.4
45005	04-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	241	118	27	23	33.82	57.3
45004	04-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	258	136	28	21	33.45	49.8
45013	02-sep-08	♂	joven	198	102	27	18	29.15	23.7
45011	05-ago-08	♂	joven	183	91	25	20	28.52	22.8

*Heteromys desmarestianus*

44922	26-jun-08	♀	adulta	307	163	41	16	39.4	73
44917	25-jun-08	♀	adulta	291	158	37	18	36.78	67.5
44916	25-jun-08	♀	adulta	305	158	37	17	38.22	69.5
44910	25-jun-08	♀	adulta	284	150	35	18	35.12	61.5
44898	09-abr-08	♀	adulta	305	160	37	16	36.81	61
44899	09-abr-08	♀	adulta	340	159	36	18	38.04	62.5
44902	27-may-08	♀	adulta	275	168	36	16	34.48	54
44921	26-jun-08	♀	adulta <sup>L</sup>	303	159	38	16	39.22	69.2
44907	24-jun-08	♀	joven	278	142	31	16	33.76	53
44908	24-jun-08	♀	joven	248	124	35	14	33.1	38
44896	08-abr-08	♀	joven	268	135	38	16	34.93	50.2
44911	25-jun-08	♀	joven	217	110	32	12	29.74	32.6
44895	07-abr-08	♀	joven	257	129	34	11	35.09	51.2
44919	26-jun-08	♀	joven	160	90	35	16	37.44	60.6
44900	09-abr-08	♀	joven	210	105	31	11	30.24	30.2
44909	24-jun-08	♂	adulto	307	155	37	15	37.83	81.1
44901	25-may-08	♂	adulto	290	149	36	16	36.7	78.9
44915	25-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	299	151	37	16	37.15	76
44905	24-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	333	164	40	12	39.6	94.2
44920	26-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	315	168	38	17	39.69	94.8
44913	25-jun-08	♂	joven	260	132	36	28	35.76	47.9
44904	24-jun-08	♂	joven	220	198	35	16	33.7	41.1
44912	25-jun-08	♂	joven	227	116	32	16	31.3	31.9
44918	25-jun-08	♂	joven	222	115	37	15	31.17	33.6
44897	09-abr-08	♂	joven	278	138	36	20	36.52	64



44903	24-jun-08	♂	joven	238	115	32	16	32.01	39.6
44923	27-jun-08	♂	joven	220	113	35	17	31.24	30
44925	27-jun-08	♂	joven	254	122	35	36	32.48	44.1
44924	27-jun-08	♂	joven	239	123	35	16	32.27	39.4
44914	25-jun-08	♂	joven	259	133	36	13	34.43	45
44906	24-jun-08	♂	joven	225	125	33	12	31.94	39.8
44964	16-nov-08	♀	adulta	282	156	35	17	36.85	48.8
44956	05-oct-08	♀	adulta	286	152	37	17	36.67	65.2
44957	05-oct-08	♀	adulta	298	160	38	16	37.07	71.4
44954	05-sep-08	♀	adulta	301	155	37	18	38.91	72.7
44950	04-sep-08	♀	adulta	296	158	38	17	37.49	63.4
44963	16-nov-08	♀	adulta	(240)	105	37	17	37.3	62.8
44935	04-ago-08	♀	adulta	297	158	35	17	36.22	66.7
44946	04-sep-08	♀	adulta	311	159	39	17	39.01	84.2
44945	03-sep-08	♀	adulta	266	136	35	15	34.29	56.4
44942	02-sep-08	♀	adulta	260	138	36	18	33.66	46.3
44941	05-ago-08	♀	adulta	(231)	91	37	16	37.78	68.7
44947	04-sep-08	♀	adulta	290	149	37	17	37.36	63.6
44944	03-sep-08	♀	adulta <sup>L</sup>	(225)	81	38	18	38.52	68.1
44928	02-ago-08	♀	joven	272	141	36	16	35.02	53.1
44961	06-oct-08	♀	joven	290	154	37	18	37.47	66.9
44959	05-oct-08	♀	joven	260	135	38	17	35.58	50.4
44933	03-ago-08	♀	joven	275	145	36	16	34.72	53.2
44926	02-ago-08	♀	joven	250	134	34	17	33.44	41.3
44936	04-ago-08	♀	joven	242	124	34	16	32.82	39.2
44953	05-sep-08	♀	joven	285	150	36	17	35.44	64.9
44952	04-sep-08	♀	joven	275	145	36	16	32.02	57.9
44949	04-sep-08	♀	joven	290	155	37	17	36.7	63.4
44930	02-ago-08	♂	adulto	328	165	40	17	40.61	108.2
44962	06-oct-08	♂	adulto	293	160	38	18	36.42	62
44943	02-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	301	155	38	17	37.57	85.3
44927	02-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	296	153	38	15	37.37	79
44938	05-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	(253)	100	36	18	37.77	91.1
44951	04-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	291	156	37	16	36.84	61.7
44940	05-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	295	149	39	17	38.36	81.9
44960	05-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	302	160	39	16	37.5	79.7
44958	05-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	331	170	40	17	40.71	106.7

44937	04-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	(274)	139	37	17	37.94	81.9
44955	05-oct-08	♂	joven	259	140	35	15	34.24	53
44934	03-ago-08	♂	joven	261	135	36	19	35.93	54.4
44929	02-ago-08	♂	joven	272	145	36	17	35.05	48.1
44932	03-ago-08	♂	joven	250	130	37	16	34.2	47.3
44948	04-sep-08	♂	joven	275	145	37	15	35.51	51.7
44939	05-ago-08	♂	joven	275	144	37	18	35.05	55.7

**Apéndice 2.** Ejemplares del ratón de campo (*Peromyscus mexicanus*) y del ratón de abazones (*Heteromys desmarestianus*) colectados en una selva alta perennifolia, Veracruz, México. CATCO, número de catálogo de la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA), Instituto de Biología, UNAM; LTC, longitud total del cráneo; PT, peso total; PC, peso corporal; PS, peso seco; PSLG, peso seco libre de grasa; CGC, contenido de grasa corporal; ICF, índice de condición física; <sup>L</sup>, hembra lactante; <sup>G</sup>, hembra gestante; <sup>E</sup>, macho con testículos escrotados.

CATCO	Fecha de Colecta	Sexo	Categoría de Edad	LTC (mm)	PT (g)	PC (g)	PS (g)	PSLG (g)	CGC (g)	CGC (%)	ICF
<i>Peromyscus mexicanus</i>											
44978	07-abr-08	♀	adulta	31.86	39	22.2	5.604	5.008	0.596	10.63	0.015
44992	27-may-08	♀	adulta	31.4	35	19.5	5.767	5.275	0.493	8.54	0.015
44980	07-abr-08	♀	adulta	32.56	48	26.7	7.306	6.648	0.658	9	0.014
44987	26-may-08	♀	adulta	29.97	31	17.2	5.094	4.408	0.686	13.46	0.015
44989	26-may-08	♀	adulta	34.02	49	29.5	7.739	7.080	0.658	8.5	0.015
44993	24-jun-08	♀	adulta	32.03	39	22.9	7.147	6.212	0.935	13.08	0.015
44975	13-mar-08	♀	adulta	32.58	25	13.4	4.020	3.658	0.362	9	0.015
44981	08-abr-08	♀	adulta	31.4	41	23.2	6.688	5.610	1.078	16.12	0.015
44966	12-mar-08	♀	adulta <sup>L</sup>	31.62	35	21.3	6.415	6.081	0.334	5.2	0.015
44976	07-abr-08	♀	adulta <sup>L</sup>	29.97	52	33.7	7.357	6.951	0.407	5.53	0.017
44973	13-mar-08	♀	adulta <sup>L</sup>	32.1	29	26.6	7.920	7.478	0.442	5.58	0.013
44983	10-abr-08	♀	adulta <sup>G</sup>	26.02	28	16	3.87	3.42	0.454	11.73	0.014
44970	12-mar-08	♀	joven	29	25	13.9	3.949	3.253	0.697	17.64	0.015
44965	12-mar-08	♀	joven	27.45	19	8.84	2.630	2.251	0.379	14.42	0.016
44990	27-may-08	♀	joven	29.94	26	13.9	4.014	3.808	0.206	5.13	0.014
44972	12-mar-08	♀	joven	28.83	22	10.6	3.183	3.016	0.168	5.26	0.014
44999	26-jun-08	♂	adulto	32.86	33	28.9	9.494	8.233	1.261	13.28	0.015
44994	24-jun-08	♂	adulto	32.58	42	27.1	8.331	7.564	0.767	9.21	0.015
44986	25-may-08	♂	adulto	30.02	34	19.9	5.860	5.163	0.697	11.9	0.015
44967	12-mar-08	♂	adulto	30.72	33	19.4	5.705	5.211	0.494	8.66	0.015
45000	26-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	31.49	48	17.6	5.015	4.698	0.316	6.31	0.016
44969	12-mar-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.04	52	29.4	8.889	7.795	1.094	12.31	0.016
44985	10-abr-08	♂	adulto <sup>E</sup>	31.9	50	27.5	7.778	5.018	2.760	35.49	0.015
44984	10-abr-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.6	50	27.6	7.455	6.666	0.789	10.58	0.015
44997	26-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.25	41	22.9	7.128	6.321	0.808	11.33	0.015
44995	25-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.39	51	29	8.957	7.994	0.962	10.75	0.015
44988	26-may-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.38	41	24.9	7.495	7.022	0.473	6.31	0.015

44974	13-mar-08	♂	adulto <sup>E</sup>	31.75	45	25.4	7.639	6.906	0.733	9.6	0.015
44971	12-mar-08	♂	joven	27.86	22	11.4	3.182	2.942	0.240	7.53	0.014
44996	25-jun-08	♂	joven	28.39	24	13.6	4.171	3.489	0.681	16.34	0.014
44982	08-abr-08	♂	joven	29.38	31	16.7	5.578	4.428	1.151	20.63	0.015
44979	07-abr-08	♂	joven	29.96	28	15.5	4.064	3.723	0.342	8.41	0.015
44977	07-abr-08	♂	joven	30.86	31	24.8	4.466	4.146	0.320	7.17	0.015
44991	27-may-08	♂	joven	29.06	31	17.3	4.999	4.599	0.400	8	0.015
44998	26-jun-08	♂	joven	28.03	18	8.7	2.883	2.446	0.437	15.16	0.015
44968	12-mar-08	♂	joven	23.3	17	8.78	2.520	2.369	0.151	5.99	0.014
45010	05-ago-08	♀	adulta	31.14	32	18.9	5.532	5.147	0.385	6.96	0.015
44501	02-ago-08	♀	adulta	31.93	37	20.3	6.220	5.659	0.560	9.01	0.015
45006	04-ago-08	♀	adulta	32.65	37	21.2	6.983	5.949	1.034	14.8	0.014
45031	09-dic-08	♀	adulta	32.31	52	24.3	8.003	6.688	1.315	16.43	0.015
45008	05-ago-08	♀	adulta	33.05	40	21.1	6.756	6.087	0.669	9.9	0.014
45015	04-sep-08	♀	adulta	32	37	21.1	6.971	5.844	1.126	16.16	0.015
45022	08-oct-08	♀	adulta	32.13	45	27.3	8.233	7.077	1.156	14.04	0.015
45018	05-sep-08	♀	adulta	32.4	53	25.1	7.919	6.667	1.253	15.82	0.014
45012	05-ago-08	♀	adulta <sup>L</sup>	32.37	43	25.4	7.939	6.677	1.262	15.9	0.014
44931	02-ago-08	♀	joven	26.13	27	15	4.462	4.128	0.335	7.5	0.015
45030	09-dic-08	♀	joven	29.05	21	10.2	2.973	2.670	0.303	10.2	0.015
45016	04-sep-08	♀	joven	30.68	31	16.3	5.013	4.629	0.385	7.67	0.015
45014	04-sep-08	♂	adulto	31.27	32	19	6.037	5.597	0.440	7.29	0.014
45003	03-ago-08	♂	adulto	31.12	41	22.5	7.005	5.855	1.150	16.42	0.016
45007	04-ago-08	♂	adulto	30.06	33	17.7	5.453	4.941	0.512	9.39	0.015
45009	05-ago-08	♂	adulto	30.36	23	16.7	4.873	4.495	0.378	7.75	0.014
45027	16-nov-08	♂	adulto	31.15	43	24.3	7.657	6.885	0.772	10.08	0.013
45033	10-dic-08	♂	adulto	31.97	41	23.1	7.603	6.700	0.903	11.88	0.015
45020	05-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.54	42	24.4	7.865	6.781	1.084	13.78	0.015
45021	06-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	31.65	44	27.4	7.636	7.024	0.612	8.01	0.015
45017	05-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.33	44	24.8	7.598	6.836	0.762	10.03	0.016
45023	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	31.64	39	22.9	7.058	6.692	0.366	5.19	0.016
45024	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.41	51	31.1	9.711	9.246	0.465	4.78	0.016
45025	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.51	43	24.2	7.613	6.983	0.630	8.27	0.015
45026	16-nov-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.85	43	25.5	7.837	7.384	0.453	5.78	0.015
45002	02-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.68	43	27.5	8.271	7.144	1.128	13.63	0.015
45028	09-dic-08	♂	adulto <sup>E</sup>	33.77	48	27	8.369	7.832	0.537	6.41	0.015
45019	05-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.81	48	26.3	8.622	7.715	0.907	10.52	0.015
45029	09-dic-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.77	51	29.6	9.283	8.420	0.864	9.3	0.015

45032	09-dic-08	♂	adulto <sup>E</sup>	32.92	49	28.5	9.093	7.979	1.114	12.25	0.015
45005	04-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	33.82	57	30.2	9.862	8.235	1.627	16.49	0.016
45004	04-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	33.45	50	29.1	9.166	7.704	1.463	15.96	0.014
45013	02-sep-08	♂	joven	29.15	24	12.4	3.877	3.067	0.810	20.9	0.014
45011	05-ago-08	♂	joven	28.52	23	11.4	3.260	2.704	0.556	17.05	0.015

*Heteromys desmarestianus*

44922	26-jun-08	♀	adulta	39.4	73	44.2	14.654	13.568	1.087	7.42	0.106
44917	25-jun-08	♀	adulta	36.78	68	44.8	14.724	13.285	1.440	9.78	0.111
44916	25-jun-08	♀	adulta	38.22	70	45.5	14.809	13.055	1.754	11.84	0.108
44910	25-jun-08	♀	adulta	35.12	62	39.4	12.826	10.799	2.027	15.8	0.112
44898	09-abr-08	♀	adulta	36.81	61	46.9	13.859	12.564	1.295	9.35	0.107
44899	09-abr-08	♀	adulta	38.04	63	38.3	11.041	10.181	0.861	7.79	0.104
44902	27-may-08	♀	adulta	34.48	54	32.9	10.978	9.452	1.527	13.91	0.109
44921	26-jun-08	♀	adulta <sup>L</sup>	39.22	69	43.2	14.022	12.471	1.551	11.06	0.105
44907	24-jun-08	♀	joven	33.76	53	33	10.286	8.879	1.407	13.68	0.111
44908	24-jun-08	♀	joven	33.1	38	25.9	6.853	6.605	0.249	3.63	0.102
44896	08-abr-08	♀	joven	34.93	50	31.9	9.534	7.612	1.922	20.15	0.105
44911	25-jun-08	♀	joven	29.74	33	17.2	5.417	4.296	1.121	20.69	0.107
44895	07-abr-08	♀	joven	35.09	51	31.9	9.206	8.177	1.028	11.17	0.106
44919	26-jun-08	♀	joven	37.44	61	39.2	13.136	11.628	1.508	11.48	0.105
44900	09-abr-08	♀	joven	30.24	30	17.3	4.108	3.544	0.564	13.73	0.103
44909	24-jun-08	♂	adulto	37.83	81	52.9	17.412	16.078	1.334	7.66	0.114
44901	25-may-08	♂	adulto	36.7	79	47.6	13.758	11.852	1.905	13.85	0.117
44915	25-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	37.15	76	48.8	16.342	14.716	1.627	9.95	0.114
44905	24-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	39.6	94	59.4	18.357	17.424	0.933	5.08	0.115
44920	26-jun-08	♂	adulto <sup>E</sup>	39.69	95	60.1	18.076	16.601	1.475	8.16	0.115
44913	25-jun-08	♂	joven	35.76	48	27.7	7.986	7.367	0.619	7.75	0.102
44904	24-jun-08	♂	joven	33.7	41	23.8	6.894	6.071	0.823	11.94	0.102
44912	25-jun-08	♂	joven	31.3	32	17.3	4.803	4.379	0.424	8.83	0.101
44918	25-jun-08	♂	joven	31.17	34	27.4	5.035	4.465	0.570	11.32	0.103
44897	09-abr-08	♂	joven	36.52	64	40.9	12.341	10.408	1.933	15.66	0.11
44903	24-jun-08	♂	joven	32.01	40	23.7	6.654	5.773	0.881	13.23	0.106
44923	27-jun-08	♂	joven	31.24	31	16.4	4.668	4.239	0.429	9.18	0.101
44925	27-jun-08	♂	joven	32.48	44	30	6.652	5.408	1.244	18.7	0.109
44924	27-jun-08	♂	joven	32.27	39	22.6	5.324	4.718	0.606	11.39	0.105
44914	25-jun-08	♂	joven	34.43	45	25.6	8.386	7.353	1.033	12.32	0.103
44906	24-jun-08	♂	joven	31.94	40	21.6	6.089	5.339	0.750	12.31	0.109
44964	16-nov-08	♀	adulta	36.85	49	31.2	10.186	9.809	0.377	3.7	0.099
44956	05-oct-08	♀	adulta	36.67	65	32	13.946	12.617	1.329	9.53	0.11

44957	05-oct-08	♀	adulta	37.07	71	45.6	14.750	12.626	2.125	14.41	0.112
44954	05-sep-08	♀	adulta	38.91	73	46.9	14.987	13.736	1.251	8.35	0.107
44950	04-sep-08	♀	adulta	37.49	63	40.2	12.446	11.246	1.200	9.64	0.106
44963	16-nov-08	♀	adulta	37.3	63	41.4	13.774	13.092	0.682	4.95	0.106
44935	04-ago-08	♀	adulta	36.22	67	40.1	12.286	11.671	0.615	5.01	0.112
44946	04-sep-08	♀	adulta	39.01	84	52.8	16.832	14.887	1.945	11.56	0.112
44945	03-sep-08	♀	adulta	34.29	56	35.5	10.957	9.866	1.091	9.96	0.112
44942	02-sep-08	♀	adulta	33.66	46	26.7	8.311	7.714	0.597	7.19	0.107
44941	05-ago-08	♀	adulta	37.78	69	44.4	13.994	12.190	1.804	12.89	0.108
44947	04-sep-08	♀	adulta	37.36	64	53	13.664	11.438	2.226	16.29	0.107
44944	03-sep-08	♀	adulta <sup>L</sup>	38.52	68	44.3	13.556	12.249	1.307	9.64	0.106
44928	02-ago-08	♀	joven	35.02	53	32.6	10.297	9.329	0.968	9.4	0.107
44961	06-oct-08	♀	joven	37.47	67	44	13.078	11.883	1.195	9.14	0.108
44959	05-oct-08	♀	joven	35.58	50	29.3	9.309	8.302	1.007	10.82	0.104
44933	03-ago-08	♀	joven	34.72	53	32.6	9.702	8.829	0.873	9	0.108
44926	02-ago-08	♀	joven	33.44	41	23.5	7.598	6.876	0.722	9.5	0.103
44936	04-ago-08	♀	joven	32.82	39	23.3	6.474	5.749	0.725	11.2	0.103
44953	05-sep-08	♀	joven	35.44	65	42.5	14.100	11.727	2.374	16.83	0.113
44952	04-sep-08	♀	joven	32.02	58	38.3	12.171	10.944	1.227	10.08	0.121
44949	04-sep-08	♀	joven	36.7	63	41.4	13.629	11.535	2.094	15.36	0.108
44930	02-ago-08	♂	adulto	40.61	108	67.6	21.423	18.916	2.507	11.7	0.117
44962	06-oct-08	♂	adulto	36.42	62	38.7	11.785	10.764	1.022	8.67	0.108
44943	02-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	37.57	85	52.4	17.144	14.652	2.492	14.53	0.117
44927	02-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	37.37	79	64.4	15.349	13.990	1.360	8.86	0.115
44938	05-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	37.77	91	50.6	16.978	14.697	2.282	13.44	0.119
44951	04-sep-08	♂	adulto <sup>E</sup>	36.84	62	36.8	11.991	11.663	0.328	2.74	0.107
44940	05-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	38.36	82	49.1	16.149	14.188	1.961	12.14	0.113
44960	05-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	37.5	80	49.3	14.583	13.665	0.917	6.29	0.115
44958	05-oct-08	♂	adulto <sup>E</sup>	40.71	107	63.4	19.391	17.757	1.634	8.43	0.116
44937	04-ago-08	♂	adulto <sup>E</sup>	37.94	82	52.8	16.427	15.507	0.920	5.6	0.114
44955	05-oct-08	♂	joven	34.24	53	31.8	9.168	8.384	0.784	8.55	0.11
44934	03-ago-08	♂	joven	35.93	54	34.6	11.177	9.568	1.609	14.4	0.105
44929	02-ago-08	♂	joven	35.05	48	31.2	7.822	7.264	0.558	7.13	0.104
44932	03-ago-08	♂	joven	34.2	47	27.7	7.994	6.795	1.199	15	0.106
44948	04-sep-08	♂	joven	35.51	52	31.6	10.541	9.428	1.113	10.56	0.105
44939	05-ago-08	♂	joven	35.05	56	34.6	11.113	9.419	1.695	15.25	0.109

