



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE GRASA CORPORAL E INDICE DE CONDICION FISICA EN EL RATON DE LOS VOLCANES, Neotomodon alstoni (Rodentia: Muridae)

293187

T E S I S

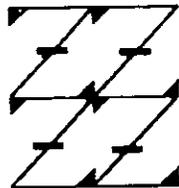
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

MARIA ANGELICA ANGELES RODRIGUEZ

UNAM FES ZARAGOZA



LO HUMANO EJE DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTOR: DR. FERNANDO A. CERVANTES REZA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

ASESOR INTERNO: M. en C. MANUEL RICO BERNAL

F. E. S. ZARAGOZA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

CON AMOR:

A mis padres: por su fortaleza, constancia y carácter, por su gran amor, dedicación y nobleza, por no dejar de creer en mí y haberme dado lo mejor de la vida: la existencia, misma que me permitió una de mis grandes metas.

A mis hermanos: Dario y Reme por su cariño, ternura y apoyo, en especial a Alejandro, Clara, Mary, Bertha y Juan a ustedes que siempre tienen una palabra oportuna en todo momento, que convierten mi soledad y tristeza, en alegría y sonrisa, que tienen un corazón abierto para mí, que me aman a pesar de mis defectos ¡Gracias por ser mis grandes amigos!.

En especial le agradezco a mi hermana Clara y Julia, por no dejar de creer en mí, por haberme dado su apoyo, amor y confianza hoy les digo:
¡Lo hemos logrado.... Gracias por estar conmigo!.

Con mucho cariño para Bety Camacho por su gran amor y amistad que me ha brindado día con día, por tu comprensión y por estar conmigo. A tu familia por brindarme confianza y la oportunidad de conocerte más.

Quiero agradecer especialmente al Biól. Gilberto Matamoros, por su constante ayuda en las salidas a campo, en el laboratorio, en la revisión del escrito y en todo lo que necesite.

A los miembros del Jurado, por el tiempo e interés invertido en la revisión de esta tesis y por sus sugerencias que contribuyeron a mejorar éste trabajo.

Deseo manifestar un sincero agradecimiento al Dr. Fernando A. Cervantes, por la asesoría y dirección presentada en el desarrollo de este trabajo, así como por su gran paciencia, apoyo y consejos proporcionados que me han ayudado a seguir mi formación como Bióloga.

Al M. en C. Manuel Rico, por su tiempo y dedicación en la revisión de esta tesis y por sus valiosas aportaciones que enriquecieron este trabajo.

A mis compañeros del Instituto de Biología: en especial para Mayra, Alejandro y Mario por su gran ayuda y sus valiosos consejos brindados a: Elizabeth, Ena, Guadalupe, Irelia, Julieta y Yolanda.

A mis compañeras y amigas de la carrera: Claudia, Analilia y en especial a mi amiga Adriana Quintana, por enseñarme el significado de amistad.

A todas aquellas personas que creyeron en mi y me apoyaron en cualquier etapa de mi vida para poder llegar hasta aquí.

CONTENIDO.

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | i |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. OBJETIVO..... | 10 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 11 |
| III.1.1. ÁREA DE ESTUDIO..... | 11 |
| III.1.2. CLIMA..... | 11 |
| III.1.3. VEGETACIÓN..... | 11 |
| III.1.4. CAPTURA DE ROEDORES..... | 12 |
| III.1.5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA CORPORAL..... | 12 |
| III.1.6. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN FÍSICA..... | 13 |
| IV. RESULTADOS..... | 14 |
| V. DISCUSIÓN..... | 17 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 25 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 25 |
| VIII. LITERATURA CITADA..... | 26 |
| IX. APÉNDICE..... | 30 |

RESUMEN

El ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) es una especie endémica del Eje Volcánico Transversal de México. Este trabajo fue realizado en el Poblado de Parres Delegación Tlalpan, Distrito Federal, donde tiene como hábitat natural el bosque de coníferas. Actualmente, existen muy pocos trabajos enfocados al conocimiento del contenido de grasa e índice de condición física en roedores. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el contenido de grasa corporal e índice de condición física para esta especie, considerando dos épocas del año (húmeda y seca). Se colectaron 26 organismos a finales de la época húmeda, 9 juveniles y 17 adultos, se registró un promedio de 0.67 g en contenido de grasa corporal para juveniles y 0.88 g en adultos, con un promedio de índice de condición física de 0.117 en juveniles y 0.133 en adultos. A finales de la época seca se colectaron 35 organismos todos adultos, con un promedio de contenido de grasa de 0.66 g y un índice de condición física de 0.132. Estos resultados mostraron que no hay diferencias significativas ($Z = -1.298$, $P = 0.1941$) en el contenido de grasa corporal, entre organismos juveniles y adultos a finales de la época húmeda, sin embargo, para organismos adultos de las dos épocas del año (a finales de época húmeda y a finales de la época seca) se encontraron diferencias significativas ($Z = 2.351$, $P = 0.0187$). Por otro lado, los resultados del índice de condición física mostraron que no hay diferencias significativas ($Z = 0.5221$, $P = 0.6016$) entre organismos adultos de las dos épocas del año.

En conclusión, se presentó mayor contenido de grasa corporal en organismos adultos colectados a finales de la época húmeda, y menor en organismos adultos colectados a finales de la época seca. Para el índice de condición física no se encontraron diferencias significativas entre organismos adultos colectados en las dos épocas del año

I. INTRODUCCIÓN

El Orden Rodentia se agrupa en 2 subórdenes: Sciurognathi e Hystricognathi (Wilson y Reeder, 1993). En el continente americano se encuentran 8 familias: Sciuridae, Castoridae, Geomyidae, Heteromyidae, Muridae (que comprende las tres especies de roedores introducidos *Rattus rattus*, *R. norvegicus* y *Mus musculus*), Erethizontidae, Dasyproctidae y Agoutidae (Ramírez-Pulido *et al.*, 1996).

A la familia Muridae pertenecen el 65% de las especies vivientes de roedores (unas 1130 especies en 261 géneros) en el mundo, los que en conjunto tienen una distribución casi cosmopolita; sus miembros ocupan ambientes que van desde la tundra ártica alta hasta los bosques tropicales y desiertos de arena (Vaughan, 1988). En México existen 123 especies agrupadas en 23 géneros (Cervantes *et al.*, 1994).

Casi todos los múridos conservan una forma estándar de tipo ratón, con cola larga, estructura de las partes que son apéndices del cuerpo de tipo general y sin pérdida de dedos. Presentan variación en su tamaño y peso que va desde unos 10 g de peso y 100 mm de largo total en el caso del ratón pigmeo (*Baiomys*), hasta unos 1 500 g y 60 cm de largo, como el caso de la rata almizclera (*Ondatra*). Estos roedores explotan una amplia variedad de modos de vida, incluyendo formas terrestres, arborícolas, semiacuáticas y de hábitos hipogeos. Se puede encontrar una amplia variedad de especies, desde la más pequeña como *Baiomys musculus* pasando por los géneros *Reithrodontomys*, *Peromyscus*, *Neotomodon*, *Oryzomys*, *Sigmodon* y la rata *Neotoma* (Ramírez-Pulido y Müdespacher, 1987; Vaughan, 1988).

Los roedores al ser mamíferos pequeños homotérmicos tienen un alto gasto energético. Un mamífero pequeño tiene, proporcionalmente una superficie

mucho mayor que la de un mamífero de mayor talla. Esto implica una mayor demanda en las tasas de transferencia de calor y pérdida de agua por evaporación debido a la locomoción. Al haber una mayor pérdida energética, se incrementa la tasa metabólica, para poder mantener su temperatura corporal constante (Kleiber, 1961).

En ambientes con marcada estacionalidad (templados o tropicales) muchos mamíferos pequeños sólo pueden mantener sus poblaciones si, periódicamente, entran en un estado en el cual su metabolismo sea constante. Esto lo pueden lograr ya sea almacenando energía en forma de grasa, comiendo semillas cuando sea posible y en algunas especies de roedores el período de gestación, así como las de envejecimiento son más cortos (Prieto, 1988).

Los roedores tienen una gran variedad de adaptaciones para sobrevivir en periodos con escasez de alimento, tales como: almacenamiento de grasas en todo el cuerpo o sólo en algunas partes y guardando alimento en sus guaridas (Harris, 1987). Así, por ejemplo, algunos marsupiales y roedores del desierto que viven en varios continentes almacenan la grasa en una parte de la cola (MacMillen, 1983).

Los lípidos del cuerpo en los mamíferos son muy importantes, ya que pueden funcionar como reservas energéticas en forma de grasa que protegen los órganos internos y juegan el papel bioquímico de mantener el balance durante el movimiento (Pond, 1978). De esta forma, los lípidos desempeñan importantes funciones: 1) desde el punto de vista fisiológico son componentes esenciales de los seres vivos, ya que constituyen la parte fundamental de todas las membranas celulares. 2) Desde el punto de vista nutritivo, los lípidos de los alimentos son importantes fuentes de energía por su alto contenido calórico. 3) Están relacionadas con este grupo de compuestos numerosas sustancias de importante

actividad fisiológica, como algunas vitaminas, hormonas y ácidos biliares (Blanco, 1988).

Estudios actuales mencionan que el éxito poblacional y reproductivo en mamíferos están relacionados con los efectos nutritivos de cada animal, estos cambios nutricionales pueden ser observados a través del contenido de grasa y la condición del cuerpo. El estado nutritivo del animal se ha relacionado con los efectos de escasez y abundancia de alimentos en una población (Messier y Crete, 1984; Choquenot, 1991). Por lo tanto, las reservas de grasa e índice de condición del cuerpo son indicadores del estado nutritivo del animal y además determinan los factores ambientales que interactúan en su hábitat (Virgl y Messier, 1993).

En varias especies de roedores pequeños el tamaño del cuerpo y el comportamiento de los lípidos fluctúan a través de los cambios estacionales del año (Tannenbaum y Pivorun, 1987). El ciclo anual de los lípidos en los mamíferos ha sido estudiado en relación a cambios ambientales y el flujo de energía en los ecosistemas, así como en la composición del cuerpo, gasto de energía en las estaciones del año, migraciones, hibernación y reproducción (Fleharty *et al.*, 1973).

Durante algunas estaciones del año, cuando hay escasez de alimento y el gasto energético es alto, los individuos deben mantener niveles altos de grasa en el cuerpo, a fin de poder llevar a cabo los procesos de lactancia en el caso de las hembras adultas (Sadleir *et al.*, 1973). Por ejemplo, se ha observado que durante la época de reproducción, las reservas de grasa en el ratón *Peromyscus polionotus* en el Suroeste de Carolina en Norteamérica son bajas en ambos sexos. Estas grasas pueden disminuir hasta la mitad del nivel normal (Caldwell y Connell, 1968). También los niveles de lípidos en la tuza *Geomys bursarius* y *Pappogeomys castanops* se reducen marcadamente durante el mes donde se tiene el máximo nivel de reproducción (Fehrenbacher y Fleharty, 1976). Sin

embargo, en *Lemniscomys striatus* y *Praomys natalensis* en el Parque Nacional Rwenzari, Uganda, se muestra que los niveles totales de grasa están relacionados con las estaciones del año, especialmente con la época de lluvias y por lo tanto no hay ninguna relación con la actividad reproductora (Field, 1975).

El ciclo de los lípidos también ha sido relacionado con la escasez de comida (Judd *et al.*, 1978). En Río Grande, en el Valle de Texas, Estados Unidos de Norteamérica, se han observado cambios en el contenido de lípidos en *Peromyscus leucopus*. Los ratones que tienen una alimentación pobre presentan un contenido de lípidos también muy bajo con valores de 0.198, mientras que durante el verano que es la época en que la alimentación es más abundante el contenido de lípidos aumenta hasta 0.225. Con esto se dice que el ciclo de los lípidos varía en las poblaciones de *P. leucopus* de acuerdo a la diversidad y abundancia alimenticia que se presente en su hábitat (Judd *et al.*, 1978).

Tal es el caso de *Peromyscus* y *Reithrodontomys* en el condado Ellis, en Kansas, Norteamérica, cuyo contenido de lípidos es bajo en verano y alto en invierno, estas especies están mejor adaptadas a las variaciones estacionales de su hábitat; mientras que en *Sigmodon* los niveles bajos ocurren en primavera y los altos en invierno, por lo que se considera que no está adaptada a las variaciones estacionales; en *Microtus*, el contenido de lípidos cambia cada mes por ello anualmente no se observan diferencias (Fleharty *et al.*, 1973). Estas diferencias de contenido de lípidos en estas especies se deben a cambios ambientales y a la adaptabilidad de los organismos a diferentes altitudes (Fleharty *et al.*, 1973). De igual forma, se han realizado estudios a temperaturas de regiones polares que muestran el alto contenido de lípidos durante el invierno, el cual está relacionado con el gasto energético debido al alto metabolismo de las especies (Sealander, 1951; Hayward, 1965; Sawicka-Kapusta, 1968; Fleharty *et al.*, 1973; Lynch, 1973).

Se ha observado que *Rattus losea* y *Bandicata indica* tienen un contenido de grasa semejante y principalmente la almacenan durante el invierno. Por el contrario, en *R. rattus* y *B. bengalensis* no se observan estos contenidos de grasa en el invierno. En el caso de *R. rattus*, Yabe (1995) propone que se trasladan a las casas para poder alimentarse durante la temporada de invierno y es por eso que no necesitan almacenar comida ni grasa (es comensal). En cambio, *R. losea* y *B. indica* pueden mantener sus actividades en su hábitat gracias al mecanismo de reserva de grasa que tienen. En *B. bengalensis*, por otro lado, no es comensal ni puede almacenar grasa, por lo tanto queda restringida su presencia a pequeñas áreas (Yabe, 1995).

A su vez, Yabe (1994) realizó un estudio sobre el contenido de grasa invernal para dos poblaciones de *Rattus norvegicus*, en dos lugares con diferente tipo de vegetación. La primera en una Isla artificial en la Bahía de Tokio (zona árida con poca vegetación), la cual tiene una precipitación baja y las ratas en este lugar se alimentan principalmente de algunos artrópodos. La segunda población fue en la isla de Iza Shikinejim, al sur de Tokio (zona con mayor humedad), tiene precipitaciones altas y una vegetación densa. En ambos lugares se colectaron organismos en las dos épocas del año invierno y no invierno (sic). Los resultados obtenidos mostraron que en la primera población, el contenido de grasa para *Rattus norvegicus* en invierno era bajo en comparación a la época de no invierno. En la segunda población, la época de invierno y la no invierno mantuvieron su promedio de índices de grasa. Por lo cual, se concluye que las ratas de alcantarilla ocupan la grasa del cuerpo para el invierno cuando se encuentran en lugares áridos (con escasez de alimentos), sin embargo, en zonas con humedad alta no se encuentran diferencias en las reservas de grasa en ninguna estación del año (Yabe, 1994).

Por otro lado, en el ratón *Peromyscus maniculatus* en Norteamérica se encontró que la grasa está relacionada con el tamaño del animal. El contenido de

grasa en los machos adultos no tiene ninguna relación con la temperatura del ambiente ni con la estación de reproducción, y no hay cambios con respecto a su peso seco en verano. En las hembras adultas y en estado de preñez, el contenido de grasa se registra alto, pero cuando las crías nacen, comienza el aumento del contenido de grasa. Los niveles de grasa son intrínsecamente controlados en dicha especie, lo que va de acuerdo a los gastos energéticos y no están sujetos simplemente a controles externos como la variabilidad de la comida y la demanda de energía (Gyug y Millar, 1980).

Por lo tanto, el contenido de grasa en roedores puede estar cambiando por diferentes factores: la época reproductiva, la escasez de alimento, los cambios estacionales, cambios fisiológicos y adaptativos, así como factores ambientales. En México, actualmente no existen trabajos que determinen el contenido de grasa en roedores pequeños.

Por otra parte, la condición del cuerpo de los mamíferos, también permite conocer diversos eventos fisiológicos tales como: los efectos de la competencia alimenticia en las poblaciones, asimismo indica el estado de nutrición del animal y los factores que interactúan en su hábitat (Virgl y Messier, 1993). Incluso puede ser utilizado como una medida de la reserva energética, así como estar relacionado con la probabilidad de supervivencia y reproducciones futuras de los organismos (Bailey, 1968).

El índice de condición física es un término propuesto por Bailey (1968) quien menciona que existe una estrecha relación entre el peso del animal y una medida corporal del organismo como: la longitud de la cola, de la oreja, del fémur, etc., que por lo general se mantiene constante en las especies. Este índice es afectado ó esta relacionado con los cambios o presiones ambientales, como la escasez de agua, la carencia de alimento, así como por procesos normales como

el ritmo diario de alimentación ó respuestas fisiológicas a las variaciones estacionales anuales entre otras (Bailey, 1968).

Un estudio sobre el índice de condición física realizado en Missoula Montana, en el Condado Piatt, con el conejo *Sylvilagus floridanus*, se calculó el índice de condición relacionando el peso total y la longitud total del animal. Los resultados muestran que el índice de condición física cambia en los meses de Noviembre y Marzo que corresponden a la época seca. También se observaron índices de condición altos en conejos que realizan movimientos locales y cercanos, en comparación a aquellos que se desplazan lejos de su hábitat, los cuales tienen índices de condición bajos (Bailey, 1968).

Para los zorros (*Vulpes vulpes*), en la Reserva Biológica de Doñana en España, Travaini (1994) menciona que el índice de condición física toma valores por encima y por debajo de uno, aunque por regla general es muy cercano a 1. Si el valor del índice es mayor que 1 significa que el animal pesa más de lo esperado y por tanto tiene una condición física buena; por el contrario si el valor del índice es menor que 1, la condición de ese animal está por debajo de la calculada por el método y no se considera buena. De acuerdo a esto, el índice de condición física fue relacionado con el hábitat de estos organismos para observar diferentes estaciones del año con la condición de los zorros, tomando en cuenta su peso y longitud total. Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas en los índices de condición física en todo el año tanto para machos como para hembras, debido a que las condiciones alimenticias son las favorables para estos organismos (Travaini, 1994).

Por lo tanto, el índice de condición puede variar de acuerdo a: la época del año, a los desplazamientos en los organismos de un hábitat a otro, a los factores externos como los cambios de vegetación que repercuten en la disponibilidad de alimento. Sin embargo, aún son pocos los estudios relacionados con el índice de

condición física y el contenido de grasa en mamíferos pequeños. Hasta la fecha no se han efectuado trabajos de índice de condición física en ratones silvestres. En México no se conocen estudios que evalúen directamente el contenido de grasa corporal ni la condición física en roedores pequeños.

El ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni*, pertenece a un género monoespecífico de la familia Muridae descrito originalmente por Merriam (1898), como un nuevo género con dos subespecies: *N. a. alstoni* y *N.a. perotensis* (Alvarez y Mayo-Aceves, 1993). Tiene como hábitat natural las altas montañas del Sistema Volcánico Transversal de México, donde habita como especie endémica (Estrada, 1978; figura 1). El ratón de los volcanes es uno de los roedores de mayor tamaño (excepto *Neotoma* y *Sigmodon*) que habitan en la Sierra del Ajusco, tiene orejas grandes casi desprovistas de pelo, su pelaje es denso y suave. Se asemeja a las especies del género *Peromyscus* y en ocasiones se le ha incluido en dicho grupo. Sin embargo se puede diferenciar por su dentición especializada, mayor tamaño y su coloración que va de ante grisáceo a café oscuro en el dorso y en el vientre blanco. Su cola es bicolor, oscura encima y blanca debajo y de tamaño pequeño. Sus medidas externas son; longitud total: 176 a 233 mm; cola: 78 a 105; pata: 23 a 27; oreja: 19 a 23 (Ceballos y Galindo, 1984; figura 2).

Neotomodon alstoni habita en un intervalo altitudinal entre los 2,440 y 4,500 m. Su hábitat es bosque mixto de pino y encino en las partes bajas, estando representado en las altas por asociaciones de pino y abeto; en las más altas, cerca de la línea de nieve perpetua, su hábitat está formado casi exclusivamente por bosque de pino y gramíneas del géneros *Stipa*, *Muhlenbergia* y *Festuca*, que forman el "zacatón". Éste es el componente básico, especialmente en las partes bajas, de la asociación de vegetales que sirve de hábitat natural a este ratón (Granados y Ramírez, 1986).

El patrón de reproducción es estacional, encontrando un pico de reproducción alto en abril y mayo (corresponde a la época seca), lo cual es interpretado como el inicio de un nuevo ciclo reproductivo y otro, aunque en menor proporción en octubre (época húmeda), lo cual corresponde a la madurez de los ratones. Tiene un tamaño de camada de 2 a 4 crías con un promedio de 3 (Prieto, 1988).

El ratón de los volcanes es muy activo durante la noche (Cervantes *et al.*, 1989) y se alimenta principalmente de tallos, brotes y hojas de varias hierbas. Estudios relacionados con la actividad alimenticia en el poblado de Parres, al sur de la ciudad de México realizados por Prieto (1988), muestran que este organismo mantiene un nivel constante en el consumo de materia vegetal (raíces, tallos, hojas). En cuanto al consumo de polen (de pino, compuestas y gramíneas), presentó un fuerte incremento en los periodos reproductivos y de lactancia. El consumo de hongos (hifas, esporas y esporangeos de basidios y ascomicetos) fue muy bajo, excepto en Junio-Julio en donde ocurre la máxima disponibilidad de hongos debido a la época de lluvias. Con respecto al consumo de material animal se sabe que éste contiene un total de proteínas más alto que el de las plantas, cabe destacar que *N. alstoni* presenta un ligero incremento en el consumo de materia animal en la temporada reproductiva que corresponde a la época seca (Prieto, 1988).

Otro estudio de la dieta en *N. alstoni* realizados en diferentes localidades del Distrito Federal México, muestran que el 58% está compuesto de fragmentos de hojas y tallos, el 19% de insectos y algunos restos de animales pequeños, 18% de almidón (consumido por medios de semillas) y el 4.9% de polen-esporas (Álvarez y Mayo-Aceves, 1993). Sin embargo, para el poblado de Parres al sur de la Ciudad de México, en los meses de Enero a Julio que corresponde a la época de seca, la dieta de *N. alstoni* está compuesta principalmente de material verde,

seguido de almidón (por el consumo de semillas) y posteriormente de insectos (Álvarez y Mayo-Aceves, 1993).

Desde el punto de vista energético, se observa que *N. alstoni* depende de la materia vegetal para el mantenimiento de su metabolismo (Prieto, 1988). La materia vegetal proporciona fundamentalmente los siguientes elementos: agua, aminoácidos, glúcidos, lípidos, proteínas, sales minerales, aunque nunca en forma tan concentrada como en el caso de las semillas y el polen (Mazliak, 1976).

Por lo tanto, el contenido lipídico e índice de condición física en roedores varía de acuerdo a: la materia vegetal disponible para su alimentación, la estacionalidad del año y al ciclo reproductivo, como se menciona en los trabajos anteriores. La especie de *N. alstoni* es un roedor silvestre que está expuesto a cambios ambientales, estacionales y reproductivo. Estos podrían causar que su contenido de grasa e índice de condición física varíen de estación a estación, observando que el contenido de grasa e índice de condición física sean bajos en la época seca debido a la escasez de alimento, caso contrario en la época de mayor humedad ambiental, donde tal vez, el contenido de grasa e índice de condición física sean altos por la abundancia del recurso alimenticio.

II. OBJETIVO

Determinación del contenido de grasa corporal e índice de condición física en *Neotomodon alstoni*, para dos épocas del año (época húmeda y época seca).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

III.1.1. ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio está localizada al suroeste de la Ciudad de México, junto a la Carretera Libre México-Cuernavaca, a 500 m del poblado de Parres, dentro de las instalaciones de la Planta Productora de Triturados Basálticos Parres, Delegación Tlalpan en el Distrito Federal, con una altitud de 2,850 m (figura 3).

Geográficamente se localiza formando parte del Eje Volcánico Transversal de México, que pertenece a la formación Chichinautzin, originada durante el Plioceno, que se caracteriza por derrames de lava basáltica. Presenta un suelo rocoso con relieves asociados a los zacatonales y suelo de escasa profundidad con textura migajón-arenosa en el bosque (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1979).

III.1.2. CLIMA.

El clima de la región se clasifica como C(w)(b')(i'), templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, precipitación invernal menor al 5%, con poca oscilación térmica (García, 1986). La temperatura media mensual es de 15.1°C y precipitación anual de 840.7 mm. La temperatura media del mes más frío (Enero) fluctúa entre -3 y 18°C, y la del mes más caliente (Mayo) entre 6.5 y 22°C. El periodo húmedo se presenta de Mayo a Octubre y el seco de Noviembre a Abril (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

III.1.3. VEGETACIÓN.

La vegetación del área corresponde a un bosque de coníferas, con altura máxima de 8 a 10 m compuesto principalmente por pinos de la especie *Pinus montezumae* y encinos de la especie *Quercus laurina*. Otros encinos como *Q. crassifolia* y *Q. rugosa* conviven a mayores altitudes con oyameles (*Abies religiosa*); también se pueden encontrar ailanes (*Alnus*), madroños (*Arbutus*) y otros pinos como *Pinus teocote*, *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii*, *P. patula* y *P. radiata*

en el estrato arbóreo. Las principales especies en el sotobosque son *Symphoricarpus microphyllus*, *Senecio spp.*, *Salvia elegans*, *Gnaphalium americana* y *Lupinus geophilus*. En los pastizales existen pastos amacollados de las especies *Muhlenbergia macroura*, *M. quadridentata*, *Festuca spp.*, *Calamagrostis tolucensis* y *Stipa ichu*, además de especies herbáceas y arbustivas como *Baccharis glutinosa* y *Sisyrinchium angustifolium* (Rzedowzki, 1978 ; figura 4).

III.1.4. CAPTURA DE ROEDORES.

En Octubre de 1998, se realizaron visitas de campo en el área de estudio que permitieron ubicar los sitios de muestreo. Después de elegir los sitios adecuados, se colocaron 250 trampas de tipo Sherman para la captura de *Neotomodon alstoni* en Noviembre de 1998, la cual fue considerada como la época húmeda y el mes de Junio de 1999 como época seca. En cada trampa se colocó un atrayente elaborado con maíz quebrado, avena, crema de cacahuete y esencia de vainilla. Las trampas fueron colocadas a las 18:00 h y se recogieron a las 7:00 h del día siguiente.

Los ratones fueron sacrificados y trasladados en una bolsa de plástico al laboratorio el mismo día de recolecta. En el laboratorio se tomaron los datos métricos convencionales como son: peso total (con una balanza digital), longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata trasera, longitud de la oreja (con una regla de madera graduada en milímetros) y sexo de cada organismo.

III.1.5. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA CORPORAL.

El contenido de grasa corporal de cada organismo se midió siguiendo el método de Yabe (1992), el cual se basa en lo siguiente: se peso el cuerpo del organismo (sin cabeza ni vísceras); se cortó el cuerpo en pedazos pequeños aproximadamente de 1 cm y se colocó en un plato de aluminio previamente pesado. La muestra fue colocada en un horno a 80°C durante 72 horas hasta

obtener el peso constante, al final el cuerpo deshidratado totalmente se peso, obteniendo de esta manera el peso seco (PS). Posteriormente, la muestra fue colocada en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se agregó 80 ml de solvente n-Hexano (marca HYCEL de México), la muestra fue colocada en una plancha de agitación constante durante 15 a 20 minutos aproximadamente. Después se dejó reposar la muestra por 20 minutos y posteriormente fue separada del solvente por decantación, estos cambios de solvente se realizaron hasta que la coloración del n-Hexano cambió de amarillo a transparente, en ese momento la muestra se separó del solvente. En seguida, la muestra se volvió a secar en un horno a 80°C hasta obtener peso constante, para obtener el peso de la muestra seca y libre de grasa (PSLG). Con estos datos se calculó la cantidad de grasa en gramos por diferencia de peso del organismo, esto es, peso seco (PS) menos el peso seco libre de grasa (PSLG) de cada ratón.

Al aplicar la técnica de extracción de grasa, se pudo registrar el contenido de agua corporal en cada organismo. Para esto se tomaron las diferencias entre el peso corporal húmedo (sin vísceras ni cabeza), y el peso deshidratado (PS) de cada ratón antes del proceso de extracción de grasa.

III.1.6. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN FÍSICA.

Por otro lado, se evaluó el índice de condición física (ICF) de cada animal utilizando la fórmula de Bailey (1968) y Brand *et al.* (1975), que consistió en usar la relación cúbica del peso y la longitud de una medida lineal del organismo. La fórmula es la siguiente:

$$\text{ICF} = \frac{\sqrt[3]{\text{Peso total}}}{\text{Longitud de la pata trasera.}}$$

Para poder elegir la medida lineal que se consideraría en la fórmula, se realizó previamente un análisis de correlación lineal del peso total y las medidas

lineales del organismo, resultando una mayor correlación entre el peso total y la longitud de la pata trasera derecha.

Se efectuó la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon con un nivel de significancia de 0.05, para comparar las diferencias del contenido de grasa e índice de condición física en las dos época del año (época húmeda y época seca). Esta prueba estadística fue realizada utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System; SAS, 1988).

IV. RESULTADOS.

Las recolectas de *Neotomodon alstoni* realizadas en el mes de Noviembre de 1998, fueron tomadas como la parte final de la época húmeda, mientras que, las recolectas del mes de Junio de 1999, fueron consideradas como la parte final del periodo de seca. La precipitación en el año de 1998 fue de 767 mm, encontrando que los meses de mayor precipitación fueron Agosto, Septiembre y aun en Noviembre se registraron lluvias (cuadro 1; figura 5). Mientras que para el año de 1999, la precipitación fue de 1026 mm, en los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre con mayor precipitación (cuadro 1; figura 5). La temperatura media mensual fue de 15.1°C. Estos datos fueron proporcionados por la estación climatológica del Ajusco, la más cercana al área de estudio.

De acuerdo a esto se observó que en la parte final de la época de mayor humedad ambiental registrada en el mes de Noviembre de 1998, la vegetación estaba compuesta por pastos amacollados y otras plantas arbustivas las cuales eran muy verdes y tenían una apariencia fresca. En el mes de Junio de 1999 se observó la parte final de la época seca y se encontró pastos de menor tamaño y en condiciones amarillentas (figura 6). Estos resultados concuerda con las descripciones del ambiente que mencionan Prieto (1988) y Cervantes *et al.* (1989), para el hábitat de *N. alstoni*.

En la parte final de la época húmeda se capturaron un total de 26 organismos, de los cuales 9 fueron juveniles (6 machos y 3 hembras) y 17 adultos (8 machos y 9 hembras). Los criterios para diferenciar a los juveniles fueron las características externas como el pelaje y las medidas merísticas. Las medidas tomadas en los organismos juveniles reflejaron los siguientes intervalos: longitud total de 159-230 mm y un promedio de 183.66 mm; peso total 24.5- 31.78 g y un promedio de 29.50 g (cuadro 2). En el caso de los organismos adultos se observaron los siguientes datos: longitud total 178-241 mm y un promedio de 202 mm, peso total 33.84-50.99 g y un promedio de 42.00 g (cuadro 3).

Con respecto a periodo final de sequía se recolectaron 35 organismos todos adultos, de los cuales 18 fueron machos y 17 hembras. Los intervalos de los datos tomados para estos organismos fueron los siguientes: longitud total 182-238 mm, y promedio de 204.8 mm; peso total 31.70-51.04 g y un promedio de 41.28 g (cuadro 4).

Los resultados del contenido de grasa corporal para *N. alstoni* en la parte final de la época de mayor humedad ambiental, para organismos juveniles se registraron intervalos de 0.23-0.93 g con un promedio de 0.67 g y una desviación estándar de ± 0.19 (cuadro 5). En organismos adultos se registraron datos de 0.45 g hasta 1.14 g, con un promedio de 0.88 g y una desviación estándar de ± 0.35 (cuadro 5). Estos resultados mostraron que no hay diferencias significativas ($Z=-1.298$, $P=0.1941$) en el contenido de grasa corporal para organismo juveniles y adultos en esta época del año (cuadro 6). Por otra parte, los datos de los organismos capturados a finales de la época seca fueron de 0.20-1.37 g, con un promedio de 0.66 g y una desviación estándar de ± 0.32 (cuadro 5). Estos resultados muestran diferencias significativas ($Z=2.351$, $P=0.0187$) entre organismos adultos de las dos épocas del año, esto es, el contenido de grasa en adultos recolectados a finales de la época húmeda es mayor en comparación con los capturados a finales de la época seca (cuadro 6; figura 7).

Los promedios del porcentaje de grasa corporal fueron de 12.88% en organismos juveniles colectados a finales de la época húmeda, para los organismos adultos de 11.05% . A finales de la época seca se tuvo un promedio de 8.54% de grasa corporal en organismos adultos (cuadro 5; figura 8).

Por otra parte, para conocer el índice de condición física de *N. alstoni* se realizó un análisis de correlación del peso total con todas las medidas lineales del ratón. Los resultados mostraron que la pata trasera tenía mejor correlación ($r=0.264$, $P=0.1919$) en comparación con las otras medidas lineales, por lo cual, se tomaron en cuenta estas dos medidas en la fórmula de índice de condición física. De acuerdo a esto, en la parte final de la época húmeda se registraron datos de índice de condición física desde 0.11 hasta 0.12, con un promedio de 0.117 y una desviación estándar ± 0.004 en organismos juveniles (cuadros 5 y 7). En organismos adultos se registraron datos desde 0.12 hasta 0.15, con un promedio de 0.133 y una desviación estándar ± 0.007 (cuadros 5 y 7). Estos resultados mostraron diferencias significativas ($Z=-3.881$, $P=0.0001$) en el índice de condición física para organismos juveniles y adultos (cuadro 6). Los datos de índice de condición física a finales de la época seca fueron desde 0.12 hasta 0.15, con un promedio de 0.132 y una desviación estándar ± 0.007 (cuadros 5 y 7). Observando que no hay diferencias significativas ($Z=0.5221$, $P=0.6016$) en el índice de condición física, entre organismos adultos colectados en las dos épocas del año (cuadro 6; figura 9).

Un dato adicional que se pudo obtener al analizar los resultados de contenido de grasa, fue el contenido de agua de cada ratón. A finales de la época húmeda, se registró un promedio de 9.98 g de agua corporal y una desviación estándar de ± 0.82 para organismos juveniles (cuadro 5). En adultos se registró un promedio de 14.34 g y una desviación estándar ± 1.82 , estos datos muestran que hay diferencias significativas ($Z=-4.129$, $P=0.0001$), teniendo mayor contenido de agua en adultos y menor en organismos juveniles (cuadros 5 y 6). Para los

organismos adultos recolectados a finales de la época seca se registró un promedio de 14.10 g, una desviación estándar ± 1.96 en contenido de agua corporal, mostrando que no hay diferencias significativas ($Z=0.449$, $P=0.6534$) en adultos colectados en las dos épocas del año (cuadros 5 y 6; figura 10). Los datos para los promedios de porcentaje de agua corporal en juveniles fue de 65.22% y para adultos de 64.11%, a finales de la época húmeda, en organismos adultos recolectados a finales de la época seca tuvo un promedio de 65.20% de agua corporal (cuadro 5; figura 11)

V. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en este estudio, mostraron que a finales de la época húmeda (Noviembre de 1998) se recolectaron organismos juveniles y adultos de la especie *Neotomodon alstoni*, mientras que a finales de la época seca (Junio de 1999) sólo se capturaron organismo adultos. Prieto (1988), menciona que el ciclo reproductivo para *N. alstoni* es básicamente bimodal, siendo el principal pico reproductivo en Marzo-Abril que corresponde a la época seca y otro, aunque es menor en octubre que corresponde a la época húmeda. Tal vez debido a esto, se encontraron organismos juveniles y adultos a finales de la época húmeda y sólo adultos a finales de la época seca.

Se observó que a finales de la época húmeda, el contenido de grasa corporal de *N. alstoni* tuvo un promedio de 0.88 g para adultos y para juveniles de 0.67 g, mientras que a finales de la época seca se registro un promedio de 0.66 g en organismos adultos. Con esto se puede ver que el contenido de grasa a finales de la época húmeda es más alta que en la época de sequía en organismos adultos (Figura 7).

Estudios realizados por Tannenbaum y Pivorun (1987), sobre el contenido de grasa en *Peromyscus maniculatus* en el suroeste, muestran que el promedio es de 0.83 g en todo el año, encontrando que en la estación de primavera (que corresponde a la época seca) tiene el mayor contenido de grasa, y en otoño (época húmeda) el menor. Para *Peromyscus leucopus* se tiene un promedio de 0.68 g de grasa corporal a lo largo de todo el año, sin embargo, para la estación de primavera es alto y en verano bajo. Estos cambios en las reservas de grasa están relacionadas con el tamaño de organismo y a los cambios estacionales a lo largo de todo el año (Tannenbaum y Pivorun, 1987).

Con base en los resultados anteriores se puede ver que las reservas de grasa corporal para *N. alstoni* y algunos géneros de *Peromyscus* son muy similares. Yates *et al.* (1979), mencionan que estos dos géneros son congénéricos y las diferencias existen a nivel específico, quizá por eso los cambios en el contenido de grasa son parecidos durante todo el año. Sin embargo, cabe mencionar que *N. alstoni* tiene menor contenido lipídico a finales de la época seca y mayor a finales de la época húmeda a diferencia de las dos especies de *Peromyscus* antes mencionadas, que tienen mayor contenido lipídico en primavera (que corresponde a la época seca).

Otro trabajo de *Peromyscus maniculatus* en Norteamérica, muestra que el promedio de grasa corporal en hembras es más alto que en los machos durante todo el año, esto de acuerdo a Gyug y Millar (1980). En el caso de los machos, las variaciones de grasa están relacionados con el tamaño de los organismos, y no tienen nada que ver con los cambios climáticos ni reproductivos. Sin embargo, en las hembras si hay variaciones en el contenido de grasa en la época de reproducción (Gyug y Millar, 1980). Los datos del presente trabajo muestran que no hay diferencias en las reservas de grasa, entre organismo adultos y juveniles colectados a finales de la época de húmeda para *N. alstoni* (cuadro 6). Por lo

cual, tal vez las variaciones del contenido lipídico se deban a cambios ambientales en las dos épocas del año y no al tamaño de los organismos.

En *Rattus norvegicus* en la Bahía de Tokio, Yabe (1994) menciona que las reservas de grasa son bajas en invierno en comparación con las otras estaciones del año, en áreas con una marcada estacionalidad. Sin embargo, en áreas donde no hay una marcada estacionalidad, las reservas de grasa son constantes todo el año. Esto se relaciona con el contenido de humedad ambiental presente en el área de colecta de las especies. Es decir, en lugares donde la precipitación pluvial siempre es alta o esta presente todo el año, no se registran cambios en el contenido de grasa. Caso contrario se observa en lugares donde las precipitaciones pluviales son bajas, ya que sí hay variaciones en el contenido lipídico a lo largo del año (Yabe, 1994).

Tomando en cuenta lo anterior, se puede mencionar que en el área de colecta de *N. alstoni* para la época de mayor humedad ambiental se observó que la vegetación tenía una apariencia fresca y verde, sin embargo, en la parte final de la época seca la vegetación presenta un color amarillento, aun que el estrato arbóreo conservó la apariencia fresca y verde (figura 6). Al relacionar este tipo de vegetación con el contenido de grasa corporal, se pudo ver que ésta es mayor a finales de la época húmeda, y menor a finales de la época seca. Con base en lo anterior es posible pensar que los resultados de este trabajo, están relacionados con lo propuesto por Yabe (1994), y las variaciones de grasa corporal en *N. alstoni* están relacionadas a los cambios ambientales, como la humedad del hábitat, ya que en la época de mayor humedad ambiental se tiene una mejor disponibilidad de alimento. Para esto, se conoce que este organismos se alimenta de materia vegetal (principalmente de tallos, brotes y hojas de varias hierbas; Prieto, 1988).

En los géneros *Peromyscus* y *Reithrodontomys* en Kansas, Fleharty et al. (1973), mencionan que el contenido lipídico en verano es bajo y en invierno es alto, para

Sigmodon los niveles de grasa son bajos en primavera y altos en invierno. Estas variaciones están relacionadas con los cambios ambientales y a la adaptabilidad de los organismos a diferentes altitudes (Flehart *et al.*, 1973). En *Rattus losea* y *Bendicata indica* las reservas de grasa son altas en invierno (Yabe, 1995). Sin embargo, para *R.rattus* no presentan cambios en el contenido de grasa en ninguna época del año, por lo cual, Yabe (1995) menciona que estos organismos se trasladan a las casas para poder alimentarse durante la temporada de invierno y es por eso que no se encuentran variaciones en los lípidos. Estos trabajos coinciden con el hecho de que las variaciones de grasa están relacionadas con la estacionalidad del año y a su vez con la disponibilidad de alimento, como se mencionó anteriormente con el trabajo de Yabe (1994).

Estudios realizados por Judd *et al.* (1978), sobre los cambios lipídicos en *Peromyscus lecopus*, en el Valle de Texas, muestran que los organismos que tienen una alimentación pobre presentan reservas de grasa bajas, mientras que en las épocas en la cual la alimentación es más abundante el contenido lipídico aumenta. Judd *et al.*, (1978) mencionan que estas variaciones se deben a la diversidad y abundancia de alimento. En este caso, los resultados encontrados para *N. alstoni* tienen el mismo comportamiento en las variaciones de lípidos, ya que se encontró un mayor contenido de grasa en la época húmeda cuando hay más abundancia y variabilidad de alimento, mientras que en la época seca se tiene que la vegetación es menos abundante y con ello un contenido lipídico más bajo. Por lo tanto, es posible pensar que tal vez el contenido de grasa está relacionado con el tipo de alimentación de los organismos.

Por otra parte, los resultados del contenido de grasa corporal representado en porcentaje para *N. alstoni* tienen un promedio de 11.0% a finales de la época húmeda. Para los organismos colectados a finales de la época seca se registró un porcentaje de 8.5% para ratones adultos (figura 8).

Estudios previos realizados por Fleharty *et al.* (1973), mencionan que *Reithrodontomys megalotis* tiene un promedio de 20.22-22.20% en grasa, para *Peromyscus maniculatus* de 17.49-17.65 %, para *Microtus ochrogaster* de 14.59-16.08% y en *Mus musculus* tiene 15.60% a lo largo de todo el año. También se encontró que estos organismos sufren cambios en el contenido de grasa en cada estación del año, y que estos son provocados por el desplazamiento que tienen a diferentes lugares, así como a los cambios ambientales en su hábitat y al tamaño del organismo (Fleharty *et al.*, 1973). En *N. alstoni*, se puede ver que a finales de la época de mayor humedad ambiental se presentó mayor porcentaje de grasa, mientras que para finales de la época seca se tiene el menor. Estos resultados son bajos en comparación con los datos de las cuatro especies anteriores, tal vez esto se debe a que *N. alstoni* es un organismo de mayor tamaño en comparación con *R. megalotis*, *P. maniculatus*, *M. ochrogaster* y *M. musculus*. Se ha observado que los organismos más pequeños tienen un número de camada mayor (Prieto, 1988) y requieren de una cantidad de grasas más alta durante la época de reproducción. En este caso, *N. alstoni* es un organismo de mayor talla y además conservadora energéticamente hablando, ya que tiene una fase de fecundidad menor que *P. maniculatus* y *R. megalotis*, tal vez por eso *N. alstoni* tiene un metabolismo menor, de ahí su mayor éxito reproductivo y su abundancia (Prieto, 1988).

Por otro lado, los resultados del índice de condición física de *N. alstoni* muestran que para finales de la época húmeda se registro un promedio de 0.133 en adultos y 0.117 en juveniles, en tanto que para finales de la época seca se obtuvo un promedio de 0.132 en adultos. De acuerdo a estos datos se observa que en adultos de ambas épocas del año no existen diferencias en el índice de condición física (figura 9).

Trabajos relacionados con el índice de condición física son los realizados por Bailey (1968), en los conejos *Silvilagus floridanus*, en los cuales se registran

variaciones en los meses de Noviembre y Marzo que corresponden a la época seca. En conejos que realizan movimientos locales se registra una mejor condición física que aquellos conejos que se encuentran trasladándose de un lugar a otro lejos de su hábitat en busca de alimento (Bailey, 1968). Por lo cual, este autor asume que las variaciones encontradas en estos organismos se deben a los movimientos que realizan y a la época del año, ya que en la época seca los organismos tienen que trasladarse a otros lugares en busca de alimento.

Otro trabajo en el cual se relacionó el índice de condición física con el recurso alimenticio, fue el realizado por Travaini (1994), quien menciona que en los zorros (*Vulpes vulpes*) del parque nacional de Doñana, España, el índice de condición física cambia de acuerdo con los recursos alimenticios que tienen los organismos en su hábitat, ya que si tienen alimento suficiente para todo el año los índices de condición física no sufren variaciones. Un efecto similar puede estar ocurriendo con *N. alstoni*, ya que no se encontró diferencias en el índice de condición física en las dos épocas del año (a finales de la época húmeda y a finales de la época seca) en organismos adultos. Con base en esto, es posible pensar que hay suficientes recursos alimenticios en su hábitat a lo largo de todo año, y esto evita que los organismos tengan que desplazarse a otros lugares en busca de su alimento. Teniendo en cuenta que *N. alstoni* consume mayor cantidad de materia animal (que contiene un total de proteínas más alto que el de las plantas) en la época reproductiva que corresponde a la época seca, y que en la época húmeda se alimenta en mayor cantidad de materia vegetal (Prieto, 1988), quizá por eso no se encuentra diferencias en el índice de condición física. También Travaini (1994), menciona que en los zorros (*Vulpes vulpes*) el índice de condición física igual a 1 o cercano a 1 indican una buena condición. Sin embargo, para *N. alstoni* los promedios son de 0.132, muy alejados de uno, pero esto no quiere decir que el ratón de los volcanes tenga mala condición, si no que tal vez, el tamaño de los organismos es diferente, por lo cual el valor es más alto en los zorros que en los ratones.

Como un dato adicional, ya que no es un objetivo de este trabajo, se obtuvieron los datos de contenido de agua de *N. alstoni*, registrando un promedio de agua corporal de 14.34 g para adultos y para juveniles fue de 9.98 g en organismos colectados a finales de la época húmeda. Para organismos colectados a finales de la época seca se tiene un promedio de agua de 14.10 g (figura 9). Estos resultados mostraron que no hay diferencias para el contenido de agua corporal en adultos de las dos épocas del año. Los promedios de porcentaje de agua corporal para juveniles fue de 65.22% y para adulto de 64.11% a finales de la época húmeda, y a finales de la época seca el promedio fue de 65.20% de agua corporal en adultos (figura 11).

El porcentaje de agua corporal para *Peromyscus maniculatus* es de 61.5% en promedio, *Reithrodontomys megalotis* de 88.5%, para *Sigmodon hispidus* de 85.8% y de *Microtus ochrogaster* de 85.7%, y de *Rattus norvegicus* de 69.5%, esto de acuerdo a Holleman y Dieterich (1973). Estos datos no varían a lo largo de todo el año, ya que todos los organismos deben tener una proporción de agua corporal ya determinada y los factores externos no la pueden variar, o las variaciones son pequeñas. Quizá por esta razón en *N. alstoni* no se registraron variaciones significativas en el porcentaje de agua corporal en las dos épocas del año.

Se ha observado que el contenido de agua en los mamíferos tienen un intervalo del 50 al 70% del peso corporal, mismo que disminuye cuando la cantidad de grasa aumenta en el cuerpo (Keidel, 1971). Sin embargo, en este trabajo no se registraron variaciones en la humedad corporal de *N. alstoni*, pero si hay mayor cantidad de grasa en la época húmeda. Por lo cual, puede ser que el contenido de agua corporal para estos organismos tienen un efecto similar a los propuestos por Holleman y Dieterich (1973).

Por lo tanto, los resultados encontrados para *N. alstoni* de índice de condición física, grasa corporal y agua corporal, muestran que estas variables se comportan de manera diferente en las dos épocas del año. La grasa corporal es mayor a finales de la época húmeda, lo que concuerda con una abundancia de alimentos, además es una época donde no se observa reproducción sino más bien el crecimiento de los organismos, pues se colectaron tanto organismos juveniles y adultos. Sin embargo, para finales de la época seca el contenido de grasa corporal en *N. alstoni* es bajo, teniendo en cuenta que en esta época se tiene poca variabilidad de alimento vegetal y aumenta el consumo de materia animal (Prieto, 1988), así como también se ha observado que se lleva acabo la reproducción, es por eso que tal vez, sólo se colectaron organismos adultos. Los datos de índice de condición física se muestra que no hay variaciones significativas en las dos épocas del año para organismos adultos, esto refleja poca variabilidad nutricional y además puede ser que estos organismos no se desplazan a otros lugares para obtener alimento. En el caso del agua corporal tampoco tuvo variaciones en *N. alstoni* colectados en las dos épocas del año.

VI. CONCLUSIONES.

Los resultados del contenido de grasa corporal para el ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* colectados en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito federal, mostraron que hay diferencias significativas en las dos épocas del año. Observando que el contenido de grasa corporal es más alto a finales de la época húmeda, y más bajo en los organismos adultos colectados a finales de la época seca.

Los datos de índice de condición física para *N. alstoni* no presentaron variaciones significativas en los organismos adultos colectados en las dos épocas del año, esto es, a finales de la época húmeda y a finales de la época seca.

VII. RECOMENDACIONES.

Es importante continuar con estudios que expliquen los cambios fisiológicos que presentan los animales en su hábitat. La grasa puede ser un buen indicador del estado nutricional de las especies de mamíferos pequeños.

En México, aún existe la constante amenaza a la que están sujetas las especies de pequeños mamíferos por destrucción de su hábitat. Es por esto, que se deben realizar más esfuerzos encaminados a conocer mejor las características fisiológicas de cada especie, que además nos permitan implementar programas para mejorar el aprovechamiento o protección de los organismos silvestres, así como, tener más conocimiento sobre la ecología de las especies de roedores mexicanos.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Alvarez T. y E. Mayo-Aceves. 1993.** Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* (Merriam, 1898). Acta Zoológica Mexicana, 59:1-51.
- Bailey, J.A. 1968.** A weight-length relationship for evaluating physical condition of cottontails. Journal of Wildlife Management, 32: 835-841.
- Blanco, A. 1988.** Química Biológica. Cuarta edición. Editorial Interamericana. Barcelona. 554 pp
- Brand, C. J., Vowles, R. H., Keith, LL. B. 1975.** Snowshoe hare mortality monitored by telemetry. Journal of Wildlife Management, 39: 741-747.
- Caldwell, L. D., y C. E. Connell. 1968.** A precis on energetics of the old-field mouse. Ecology, 49:542-548.
- Ceballos, G. y C. Galindo.1984.** Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Editorial Limusa-Instituto de Ecología, México. 249 pp.
- Cervantes, F. A., R.S. Hoffmann y G. Matamoros. 1989.** Actividad Nocturna del ratón de los volcanes, *Neotomodon alstoni*, del centro de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 60:449-451.
- Cervantes, F. A., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994.** Mamíferos terrestres nativos de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 65: 177-190.
- Choquenot, D. 1991.** Density-dependent growth, body condition, and demography in feral donkeys: testing the food hypothesis. Ecology, 72: 805-813.
- Estrada, L. E. 1978.** Estudio sobre la reproducción del ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) silvestre y nacidos en el laboratorio (F1 y F2). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 80 pp
- Fehrenbacher, L. H., y E. D. Fleharty. 1976.** Body composition, energy content, and lipid cycles of two species of pocket gophers (*Geomys barsarius* and

- Pappogeomys castanops*) in Kansas. *Southwestern Nature*, 21:185-198.
- Field, A. C. 1975.** Seasonal changes in reproduction, diet and body composition of two equatorial rodents. *Eastern African Wildlife Journal*, 13:221-135.
- Fleaharty, E. D., M. E. Krause, and D. P. Stinnett. 1973.** Body composition, energy content, and lipid cycles of four species of rodents. *Journal of mammalogy*, 58:426-438.
- Garcia, M. E. 1986.** Apuntes de climatología. Editorial offset Larios, México. 155 pp
- Granados, H. y J. Ramírez. 1986.** Estudio sobre la biología del ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) IX. Crecimiento de animales silvestres en el laboratorio. *Archivos de Investigación*.
- Gyug, L. W. and J. S. Millar. 1980.** Fat levels in a subarctic population of *Peromyscus maniculatus*. *Journal Zoology, Canada*, 58: 1341-1346.
- Hall, E.R. 1981.** The Mammals of North America. A Wiley-Interscience Publication. Volumen 2, second Edition.
- Harris, J. 1987.** Variation in the caudal fat deposit of *Microdipodops megacephalus*. *Journal of Mammalogy*, 68: 58-63.
- Hayward, J. S. 1965.** The gross body composition of six geographic races of *peromyscus*. *Canadian Journal zoology*, 43: 297-308.
- Holleman, D. F. and R. A. Dieterich. 1973.** Body water content and turnover in several species of rodents as evaluated by the tritiated water method. *Journal of mammalogy*, 54: 456-465.
- 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.
- Keidel, W. D. 1972.** Fisiología. Editores Salvat, S.A., Barcelona-Madrid.
- Kleiber, M. 1961.** The fire of life. Wiley New York.
- Lynch, G. R. 1973.** Seasonal changes in thermogenesis, weights, and body composition in the whitw footed for *Peromyscus leucopus*. *Oecologia*, 13:363-376.
- MacMillen, R. E. 1983.** Adaptative physiology of heteromyid rodents. Great Basin

Nature Memoirs, 7:65-76.

Mazliak, P. 1976. Fisiología vegetal. Nutrición metabolismo. Editorial Omega, S.A., Barcelona.

Merriam, H. C. 1898. A new Genus (*Neotomodon*) and three species of murine rodents from mountains of southern México. Proceeding of the Biological Society of Washington, 12: 127-129.

Missier, F., and M. Crete. 1984. Body condition and population regulation by food resources in moose. *Oecologia*, 65: 44-50.

Pond, C. M. 1978. Morphological aspects and the ecological significance of fat distribution in wild vertebrates. *Annual Reviews Ecology Systematic*, 9:519-570.

Prieto, B.M. 1988. Hábitos alimenticios y reproducción de tres especies de roedores cricétidos: *Neotomodon alstoni*, *Peromyscus maniculatus* y *Reithrodontomys megalotis*, familia Crecetidae. Tesis de Maestría de Ciencias, Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 73 pp

Ronal, M. N. and J. L. Paradiso. 1983. Walker's, mammals of the waeld. Volumen II, 4th edition. The Johns Hopkins University Pree Baltimore and London. 1123 pp

Ramírez-Pulido, J., y C. Müdespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencias*, 38: 49-67.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroy-Cabrales y F. A. Cervantes. 1996. Lista taxónomica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional papers the Mauseum texas tech university*, 158: 1-62.

Rzedowki, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, 432 pp.

SAS institute inc. 1988. SAS user's guide: Statistics. SAS institute inc., Cary, North Carolina. 156 pp

Sadleir, R. M., K. D. Casperson, and J. Harling. 1973. Intake and requirements of energy and protein for the breeding of wild deer mice, *Peromyscus maniculatus*. Pages 237-252 in J. S. Perry and I. W. Rowland, eds., *The enviroment and reproduction in mammals and birds. J. Repro. Fertil. Suppl.* 19. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Sawicka-Kapusta, K. 1968.** Annual fat cycles of field mice, *Apodemus flavicollis* (Melchoir, 1834). *Acta Theriol.*, 13:329-339.
- Sealander, J. A., JR. 1951.** Survival of *Peromyscus* in relation to environmental temperature and acclimation at high and low temperatures. *American Midland Nature.*, 46:257-311
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1979.** Carta topográfica Milpa Alta E-14-A-49, escala 1:50000.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981.** Carta de Climas Milpa Alta E-14-A-49, escala 1:10000.
- Tannenbaum, M. G. y E. B. Pivorun. 1987.** Seasonal changes in body fat in southeastern *Peromyscus*. *Journal of Mammalogy*, 68:154-157.
- Travaini, A. 1994.** Demografía de la población de Zorro (*Vulpes vulpes*) del parque Nacional de Doñana. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. 208 pp
- Vaughan, T. A. 1988.** Mamíferos. 3ª. Edición. Nueva editorial Interamericana-Mc Graw-Hill. México, Bogotá, Buenos Aires, Caracas. 585 pp
- Virgl, J. A., and F. Messier. 1993.** Evaluation of body size and body condition indices in muskrats. *Journal of Wildlife Management*, 57:854-860.
- Yabe, T. 1992.** A simple method for determining fat deposits in rodents. *Journal of Mammalogy. Soc. Japan*, 16: 97-100.
- Yabe, T. 1994.** Fat deposits for wintering in the Norway rat, *Rattus norvegicus*. *Journal of Mammalogy, Soc. Japan*, 19: 129-133
- Yabe, T. 1995.** Fat deposits an *Rattus rattus*, *R. lesea*, *Bandicota bengalensis*, and *B. indica*. *Journal of Mammalogy Soc. Japan*, 20: 157-158
- Yates, T. L., R. J. Baker, and R. K. Barnett. 1979.** Phylogenetic analysis of karyological variation in three genera of peromyscine rodents. *Systematic Zoology*, 28: 40-48.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993.** *Mammal Species of the World a Taxonomic and Geographic Reference*. 2ª edición. Smithsonian Institution Press, Washington. 1207 pp

| MES/AÑO | 1998 | 1999 |
|--------------------|------------|-------------|
| ENERO | 2.3 | 0 |
| FEBRERO | 0 | 0 |
| MARZO | 0 | 6.8 |
| ABRIL | 6.8 | 12.3 |
| MAYO | 1.6 | 49.1 |
| JUNIO | 49.9 | 136 |
| JULIO | 72.5 | 200 |
| AGOSTO | 259 | 270 |
| SEPTIEMBRE | 325 | 118 |
| OCTUBRE | 0 | 233 |
| NOVIEMBRE | 49.4 | 1 |
| DICIEMBRE | 0 | 0 |
| TOTAL ANUAL | 767 | 1026 |

Cuadro 1. Datos de precipitación (mm) para los meses de colecta de *Neotomodon alstoni*, al final de la época húmeda (Noviembre de 1998) y al final de la época seca (Junio de 1999), en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

| No. | S | LT | LC | LPT | LO | PT | PC | PSLG | CGC(g) | %GC | A(g) | %A |
|-----------------|---|---------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|--------|-----|-------|----|
| 1 | H | 200 | 117 | 24 | 22 | 24.54* | 13.23 | 4.30 | 0.23* | 5 | 8.70 | 65 |
| 2 | M | 230* | 115 | 25 | 22 | 25.66 | 13.88 | 4.48 | 0.59 | 12 | 8.81 | 63 |
| 3 | M | 173 | 84 | 24 | 18 | 29.94 | 15.34 | 4.37 | 0.73 | 14 | 10.24 | 66 |
| 4 | M | 170 | 84 | 26 | 19 | 30.16 | 16.71 | 4.71 | 0.73 | 13 | 11.27 | 67 |
| 5 | M | 163 | 78 | 25 | 19 | 30.27 | 14.65 | 4.09 | 0.85 | 17 | 9.71 | 66 |
| 6 | M | 168 | 82 | 25 | 20 | 30.80 | 15.21 | 4.47 | 0.73 | 14 | 10.01 | 65 |
| 7 | H | 180 | 65 | 25 | 18 | 31.15 | 15.72 | 4.70 | 0.93* | 17 | 10.09 | 64 |
| 8 | H | 159* | 81 | 25 | 17 | 31.26 | 15.69 | 4.32 | 0.68 | 14 | 10.69 | 68 |
| 9 | M | 210 | 122 | 25 | 22 | 31.78* | 16.12 | 5.23 | 0.59 | 10 | 10.30 | 63 |
| PROMEDIO | | 183.66 | 92 | 24.88 | 19.66 | 29.50 | 15.17 | | | | | |

CUADRO 2. Medidas merísticas convencionales y promedios de *Neotomodon alstoni* juveniles colectados en Noviembre de 1998 (a finales de la época húmeda), en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal. Las medidas lineales se expresan en milímetros y las medidas de peso en gramos. S, sexo; LT, longitud total; LC, longitud de la cola; LPT, longitud de la pata trasera; LO, longitud de la oreja; PT, peso total; PC, peso corporal; PSLG, peso seco libre de grasa, CGC, contenido de grasa corporal; % GC, porcentaje de grasa corporal; A (g) agua en gramos; % A, porcentaje de agua. * Intervalos

| No. | S | LT | LC | LPT | LO | PT | PC | PSLG | CGC | %GC | A (g) | A % |
|-----------------|---|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|------|-------|-----|-------|-----|
| 1 | H | 208 | 118 | 26 | 21 | 33.84* | 18.47 | 5.52 | 0.67 | 11 | 12.28 | 66 |
| 2 | M | 178* | 82 | 26 | 22 | 35.36 | 18.80 | 5.90 | 0.60 | 9 | 12.30 | 65 |
| 3 | H | 230 | 133 | 25 | 21 | 35.99 | 19.71 | 6.25 | 1.03 | 14 | 12.43 | 63 |
| 4 | M | 195 | 95 | 25 | 21 | 36.86 | 19.41 | 6.07 | 0.83 | 12 | 12.51 | 64 |
| 5 | H | 189 | 86 | 24 | 18 | 38.79 | 18.89 | 5.78 | 0.73 | 11 | 12.38 | 65 |
| 6 | H | 184 | 85 | 26 | 18 | 39.34 | 21.36 | 6.87 | 0.50 | 7 | 13.99 | 65 |
| 7 | M | 241* | 135 | 26 | 23 | 39.56 | 20.71 | 6.66 | 0.66 | 9 | 13.39 | 64 |
| 8 | M | 187 | 94 | 26 | 19 | 39.62 | 19.60 | 6.41 | 0.76 | 11 | 12.43 | 63 |
| 9 | M | 191 | 87 | 26 | 18 | 42.11 | 22.67 | 7.22 | 1.15 | 13 | 14.30 | 63 |
| 10 | M | 224 | 132 | 25 | 22 | 42.94 | 21.71 | 6.66 | 0.86 | 11 | 14.19 | 65 |
| 11 | H | 220 | 93 | 26 | 19 | 45.30 | 24.68 | 7.24 | 1.66* | 19 | 15.78 | 63 |
| 12 | H | 210 | 101 | 25 | 19 | 45.82 | 24.87 | 7.69 | 1.14 | 13 | 16.04 | 64 |
| 13 | M | 195 | 91 | 25 | 21 | 46.04 | 25.35 | 8.17 | 0.73 | 8 | 16.45 | 64 |
| 14 | H | 195 | 91 | 23 | 19 | 46.29 | 22.88 | 7.46 | 0.63 | 8 | 14.79 | 64 |
| 15 | M | 195 | 94 | 26 | 18 | 46.43 | 25.23 | 7.99 | 1.03 | 11 | 16.21 | 64 |
| 16 | H | 191 | 92 | 26 | 20 | 48.72 | 27.20 | 8.35 | 1.63 | 16 | 17.22 | 63 |
| 17 | H | 201 | 93 | 25 | 20 | 50.99* | 26.06 | 8.47 | 0.45* | 5 | 17.14 | 65 |
| PROMEDIO | | 202.0 | 100.11 | 25.35 | 19.94 | 42.0 | 22.21 | | | | | |

CUADRO 3. Medidas merísticas convencionales y promedios de *Neotomodon alstoni* adultos colectados en Noviembre de 1998 (a finales de la época húmeda), en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal. Las medidas lineales se expresan en milímetros y las medidas de peso en gramos. S, sexo; LT, longitud total; LC, longitud de la cola; LPT, longitud de la pata trasera; LO, longitud de la oreja; PT, peso total; PSLG, peso seco libre de grasa; CGC, contenido de grasa corporal; % GC, porcentaje de grasa corporal; A (g) agua en gramos; % A, porcentaje de agua.

*Intervalos

| No. | S | LT | LC | LPT | LO | PT | PC | PSLG | CGC | %GC | A(g) | %A |
|----------|---|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------|-------|-----|-------|----|
| 1 | M | 220 | 117 | 25 | 22 | 31.70* | 17.53 | 5.65 | 0.29 | 5 | 11.59 | 66 |
| 2 | M | 215 | 125 | 25 | 23 | 33.26 | 17.65 | 5.87 | 0.31 | 5 | 11.47 | 65 |
| 3 | H | 232 | 131 | 26 | 23 | 34.63 | 18.57 | 6.36 | 0.29 | 4 | 11.92 | 64 |
| 4 | M | 209 | 115 | 25 | 22 | 35.18 | 17.53 | 5.84 | 0.43 | 7 | 11.26 | 64 |
| 5 | H | 206 | 100 | 26 | 20 | 36.13 | 17.99 | 6.05 | 0.50 | 8 | 11.44 | 64 |
| 6 | M | 198 | 92 | 25 | 20 | 36.46 | 21.32 | 6.99 | 0.29 | 4 | 14.04 | 66 |
| 7 | M | 219 | 110 | 27 | 25 | 37.42 | 20.24 | 6.59 | 0.56 | 8 | 13.09 | 65 |
| 8 | H | 227 | 130 | 25 | 25 | 37.84 | 20.64 | 6.73 | 0.58 | 8 | 13.33 | 64 |
| 9 | H | 189 | 94 | 24 | 20 | 37.86 | 21.03 | 6.67 | 0.43 | 6 | 13.93 | 66 |
| 10 | H | 205 | 103 | 24 | 20 | 38.83 | 21.44 | 7.17 | 0.70 | 9 | 13.57 | 63 |
| 11 | H | 220 | 103 | 26 | 20 | 39.06 | 20.86 | 6.54 | 1.02 | 13 | 13.30 | 63 |
| 12 | M | 186 | 85 | 26 | 21 | 39.16 | 19.63 | 6.27 | 0.40 | 6 | 12.96 | 66 |
| 13 | H | 190 | 91 | 25 | 19 | 39.88 | 20.25 | 6.40 | 0.58 | 8 | 13.27 | 66 |
| 14 | H | 210 | 87 | 25 | 20 | 40.29 | 20.53 | 6.52 | 0.28 | 4 | 13.73 | 66 |
| 15 | M | 205 | 100 | 26 | 19 | 40.53 | 21.77 | 7.25 | 0.53 | 7 | 13.99 | 64 |
| 16 | M | 202 | 92 | 26 | 20 | 40.59 | 20.56 | 6.83 | 0.71 | 9 | 13.02 | 63 |
| 17 | M | 200 | 93 | 24 | 19 | 40.90 | 21.03 | 6.31 | 0.85 | 12 | 13.87 | 66 |
| 18 | H | 238* | 133 | 25 | 21 | 40.94 | 20.46 | 6.64 | 0.91 | 12 | 12.91 | 63 |
| 19 | H | 213 | 107 | 26 | 21 | 41.73 | 19.39 | 6.43 | 0.20* | 3 | 12.76 | 66 |
| 20 | H | 200 | 92 | 26 | 20 | 41.93 | 21.66 | 6.46 | 0.66 | 9 | 14.54 | 67 |
| 21 | H | 182* | 84 | 24 | 21 | 42.19 | 22.78 | 7.01 | 0.97 | 12 | 14.80 | 64 |
| 22 | H | 192 | 92 | 25 | 20 | 42.34 | 21.17 | 6.88 | 0.57 | 8 | 13.72 | 65 |
| 23 | H | 220 | 110 | 26 | 20 | 43.62 | 23.28 | 7.83 | 0.32 | 4 | 15.13 | 65 |
| 24 | H | 197 | 90 | 25 | 20 | 43.77 | 28.62 | 6.79 | 0.47 | 6 | 21.36 | 75 |
| 25 | M | 183 | 91 | 26 | 21 | 43.86 | 21.68 | 6.65 | 0.70 | 9 | 14.33 | 66 |
| 26 | M | 199 | 94 | 25 | 20 | 44.31 | 21.61 | 6.73 | 0.93 | 12 | 13.95 | 65 |
| 27 | M | 205 | 94 | 26 | 19 | 45.17 | 22.68 | 7.19 | 0.61 | 8 | 14.88 | 66 |
| 28 | M | 200 | 100 | 26 | 20 | 45.20 | 25.09 | 7.58 | 1.08 | 12 | 16.43 | 65 |
| 29 | M | 190 | 91 | 25 | 21 | 45.50 | 22.75 | 7.20 | 1.37* | 16 | 14.18 | 62 |
| 30 | H | 201 | 95 | 25 | 21 | 45.56 | 24.35 | 7.52 | 1.14 | 13 | 15.69 | 64 |
| 31 | H | 196 | 90 | 25 | 22 | 46.27 | 23.98 | 7.57 | 1.31 | 14 | 15.10 | 63 |
| 32 | M | 202 | 93 | 25 | 22 | 46.40 | 20.63 | 6.31 | 0.44 | 6 | 13.88 | 67 |
| 33 | M | 202 | 100 | 25 | 19 | 47.58 | 23.87 | 7.16 | 1.21 | 14 | 15.50 | 65 |
| 34 | M | 210 | 100 | 25 | 21 | 47.98 | 25.43 | 8.01 | 0.57 | 7 | 16.85 | 66 |
| 35 | M | 205 | 91 | 24 | 21 | 50.04* | 27.13 | 8.15 | 1.02 | 11 | 17.96 | 66 |
| PROMEDIO | | 204.80 | 100.42 | 25.25 | 20.80 | 41.28 | 21.57 | | | | | |

CUADRO 4. Medidas merísticas convencionales y promedios de *Neotomodon alstoni* adultos colectados en Junio de 1999 (a finales de la época seca), en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal. Las medidas lineales se expresan en milímetros y las medidas de peso en gramos. S, sexo; LT, longitud total; LC, longitud de la cola; LPT, longitud de la pata trasera; LO, longitud de la oreja; PT, peso total; PC, peso corporal; PSLG, peso seco libre de grasa; CGC, contenido grasa corporal; % GC, porcentaje de grasa corporal; A (g) agua en gramos; % A, porcentaje de agua. *Intervalos.

| Época del año | | | CGC | % GC | ICF | A (g) | % A |
|---------------|-----------|---------------------|-----------|-------|-----------|-------------|-------|
| HÚMEDA | JUVENILES | Intervalos | 0.23-0.93 | 5-17 | 0.11-0.12 | 8.70-11.27 | 63-68 |
| | | Promedio | 0.67 | 12.88 | 0.117 | 9.98 | 65.22 |
| | | Desviación Estándar | ±0.19 | ±3.68 | ±0.004 | ±0.82 | ±1.71 |
| | ADULTOS | Intervalos | 0.45-1.14 | 5-19 | 0.12-0.15 | 12.28-17.22 | 63-66 |
| | | Promedio | 0.88 | 11.05 | 0.133 | 14.34 | 64.11 |
| | | Desviación Estándar | ±0.35 | ±3.39 | ±0.007 | ±1.82 | ±0.92 |
| SECA | ADULTOS | Intervalos | 0.20-1.37 | 4-16 | 0.12-0.15 | 11.26-21.36 | 62-75 |
| | | Promedio | 0.66 | 8.54 | 0.132 | 14.10 | 65.20 |
| | | Desviación Estándar | ±0.32 | ±3.40 | ±0.007 | ±1.96 | ±2.12 |

Cuadro 5. Intervalos, promedios y desviación estándar de las medidas tomadas en el procesamiento de contenido de grasa corporal e índice de condición física para *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos, a final de la época húmeda y a final de la época seca, en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal. CGC, contenido de grasa corporal; % GC, porcentaje de grasa corporal; ICF, índice de condición física; A (g), agua en gramos; % A, porcentaje de humedad.

| Épocas del año | | Tamaño de la muestra | Z (probabilidad) | | |
|----------------|-----------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | CGC | ICF | A(g) |
| HÚMEDA | JUVENILES | 9 | -1.298 (0.1941) | -3.881 (0.0001) | -4.129 (0.0001) |
| | ADULTOS | 17 | | | |
| HÚMEDA | ADULTOS | 17 | 2.351 (0.0187) | 0.5221 (0.6016) | 0.449 (0.6534) |
| SECA | ADULTOS | 35 | | | |

Cuadro 6. Pruebas estadísticas de Wilcoxon con un nivel de significancia de 0.05, en *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos en la dos épocas del año (a finales de la época húmeda y a finales de la época seca) para las variables de contenido de grasa corporal (CGC), índice de condición física (ICF) y contenido de agua A (g).

| No. De organismo | Índice de condición física | | |
|------------------|----------------------------|---------|------------|
| | Época húmeda | | Época seca |
| | JUVENILES | ADULTOS | ADULTOS |
| 1 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| 2 | 0.11 | 0.12 | 0.12 |
| 3 | 0.12 | 0.13 | 0.12 |
| 4 | 0.11 | 0.13 | 0.13 |
| 5 | 0.12 | 0.14 | 0.12 |
| 6 | 0.12 | 0.13 | 0.13 |
| 7 | 0.12 | 0.13 | 0.12 |
| 8 | 0.12 | 0.13 | 0.13 |
| 9 | 0.12 | 0.13 | 0.13 |
| 10 | - | 0.14 | 0.14 |
| 11 | - | 0.13 | 0.13 |
| 12 | - | 0.14 | 0.13 |
| 13 | - | 0.14 | 0.13 |
| 14 | - | 0.15 | 0.13 |
| 15 | - | 0.13 | 0.13 |
| 16 | - | 0.14 | 0.13 |
| 17 | - | 0.14 | 0.14 |
| 18 | - | - | 0.13 |
| 19 | - | - | 0.13 |
| 20 | - | - | 0.13 |
| 21 | - | - | 0.14 |
| 22 | - | - | 0.13 |
| 23 | - | - | 0.13 |
| 24 | - | - | 0.14 |
| 25 | - | - | 0.13 |
| 26 | - | - | 0.14 |
| 27 | - | - | 0.13 |
| 28 | - | - | 0.13 |
| 29 | - | - | 0.14 |
| 30 | - | - | 0.14 |
| 31 | - | - | 0.14 |
| 32 | - | - | 0.14 |
| 33 | - | - | 0.14 |
| 34 | - | - | 0.14 |
| 35 | - | - | 0.15 |

CUADRO 7. Datos de índice de condición física de *Neotomodon alstoni* adultos colectados en las dos épocas del año (a final de la época húmeda y al final de la época seca), en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

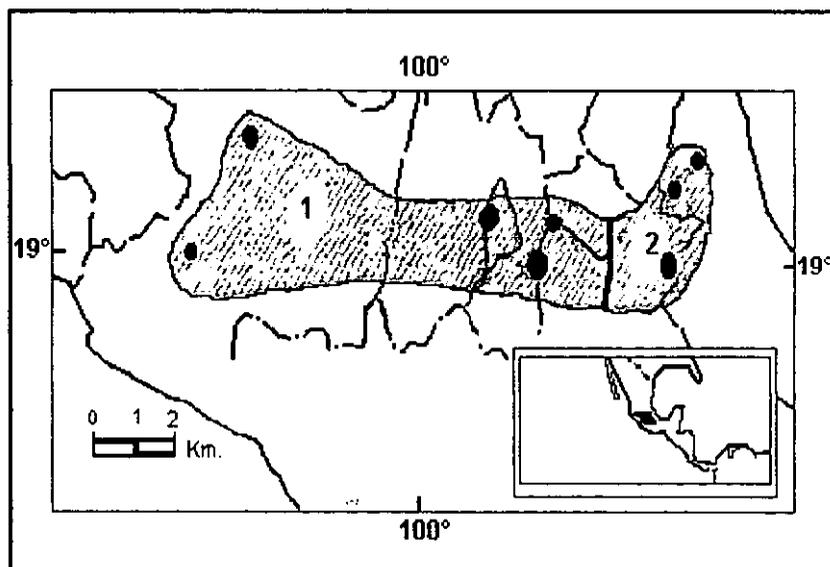


Figura 1. Mapa de distribución del género *Neotomodon* en el centro de México. La parte sombreada y marcada con el número 1 indica el sitio donde habita *N. alstoni alstoni*, mientras que el número 2 indica la distribución de *N. alstoni perotensis* (Hall, 1981).



Figura 2. El ratón de los volcanes, *Neotomodon alstoni* (Nowak y Paradiso, 1983).

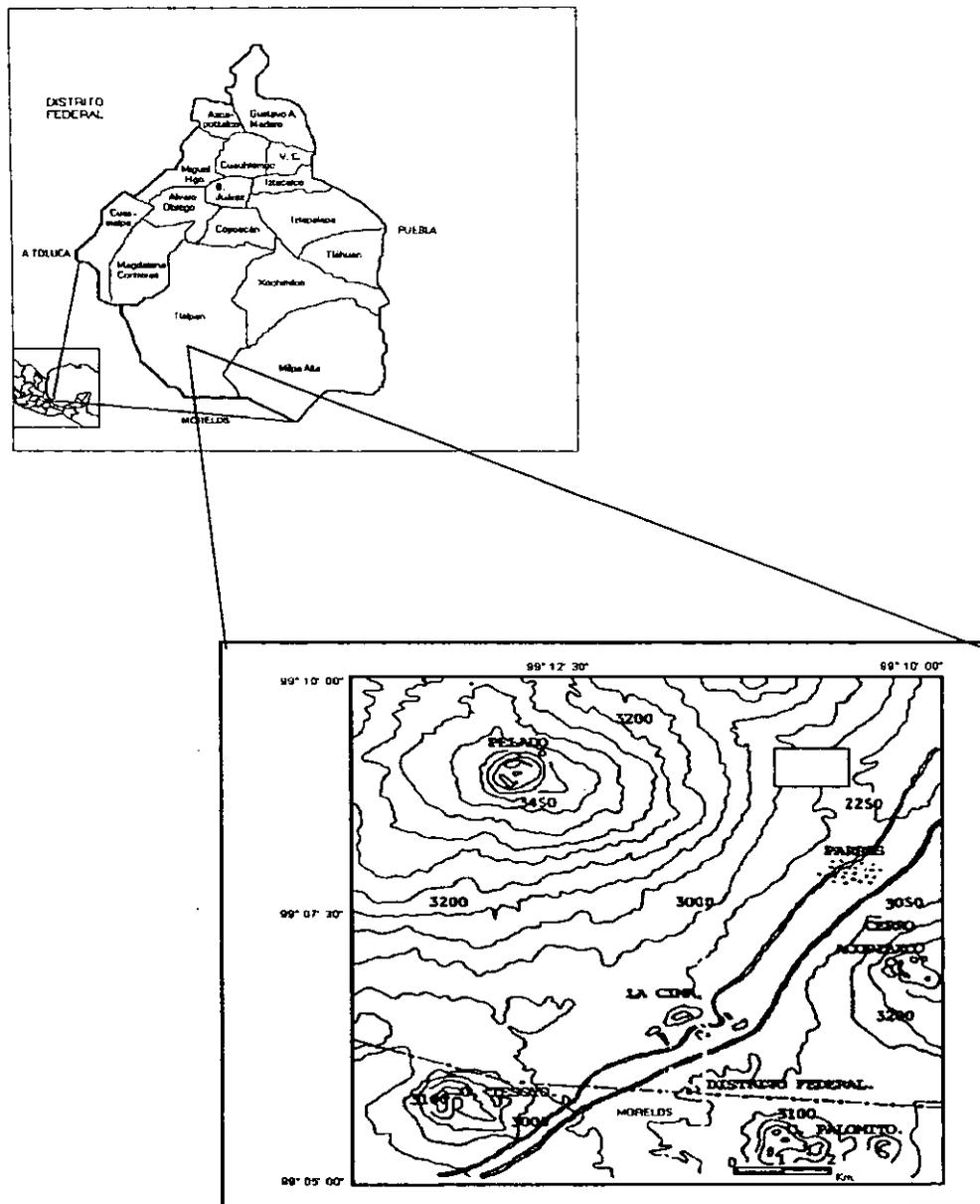


Figura 1. Localización del área de estudio con una altitud entre los 2250 a 3000 m , en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



Figura 4. Panorámica del área de estudio, en donde predomina el pasto amacollado *Muhlenbergia macroura* "zacatón", asociado con pinos y otras especies arbustivas.

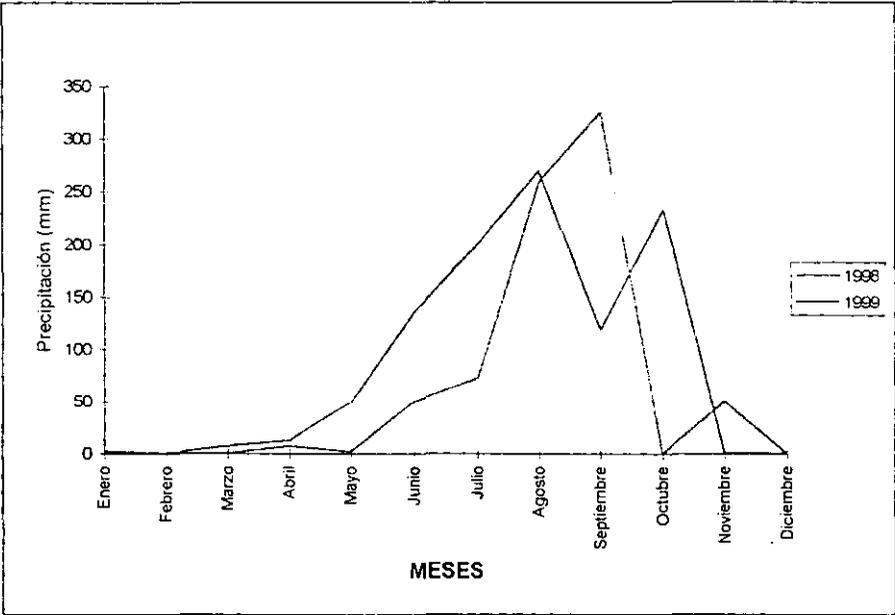


FIGURA 5. Precipitación (mm) en el año de colecta de *Neotomodon alstoni*, en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

a)



b)



Figura 6. Área de colecta de *Neotomodon alstoni* en las dos épocas del año, a finales de la época húmeda (a) y a finales de la época seca (b), en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

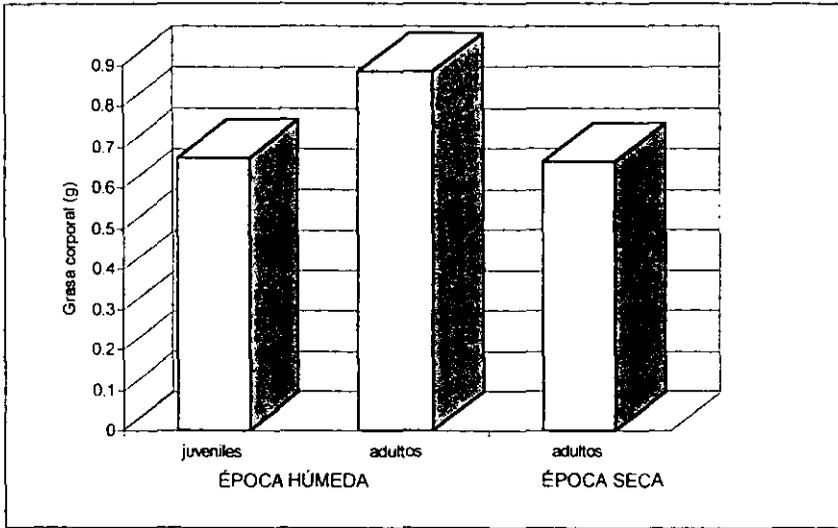


Figura 7. Promedios de contenido de grasa corporal (g) en *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos colectados a finales de la época húmeda y adultos colectados a finales de la época seca, en el poblado de Parres, Delegación Tlatpan, Distrito Federal.

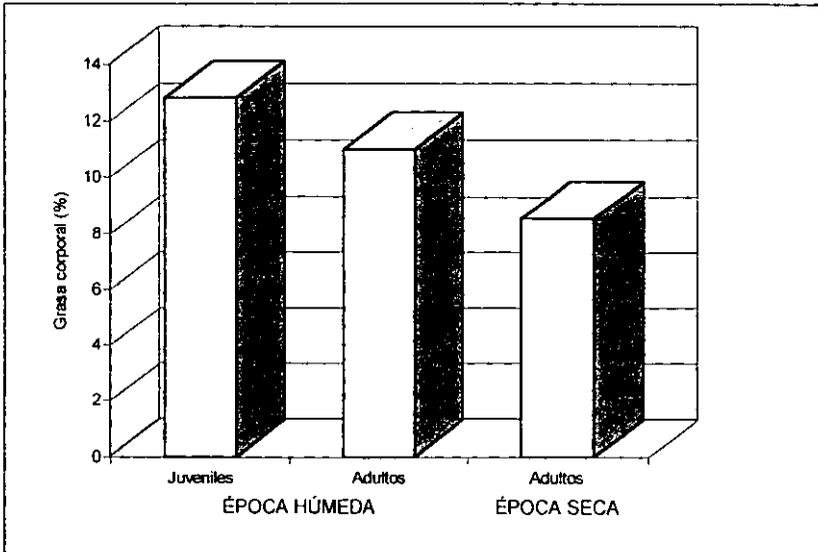


Figura 8. Promedios de contenido de grasa corporal (%) en *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos colectados a finales de la época húmeda y adultos colectados a finales de la época seca, en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

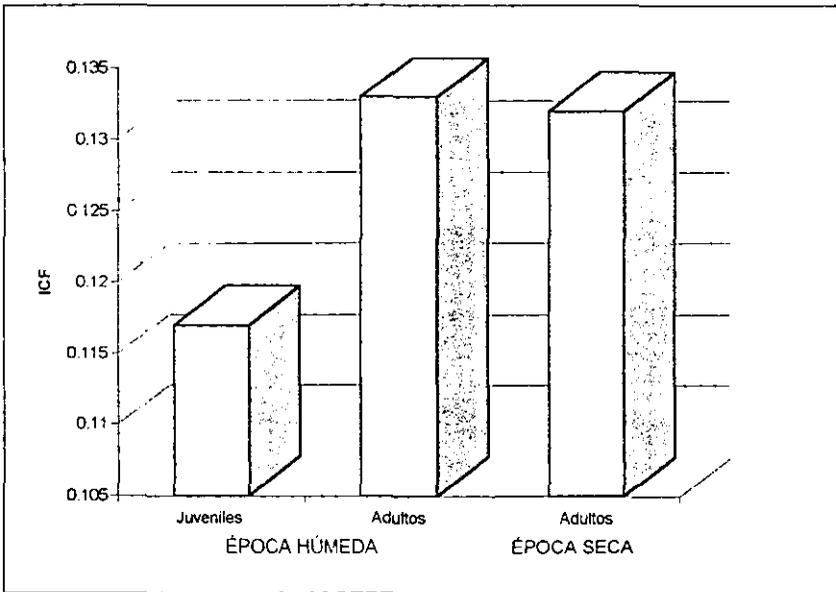


Figura 9. Promedios índice de condición física (ICF) en *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos colectados a finales de la época húmeda y adultos colectados a finales de la época seca, en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

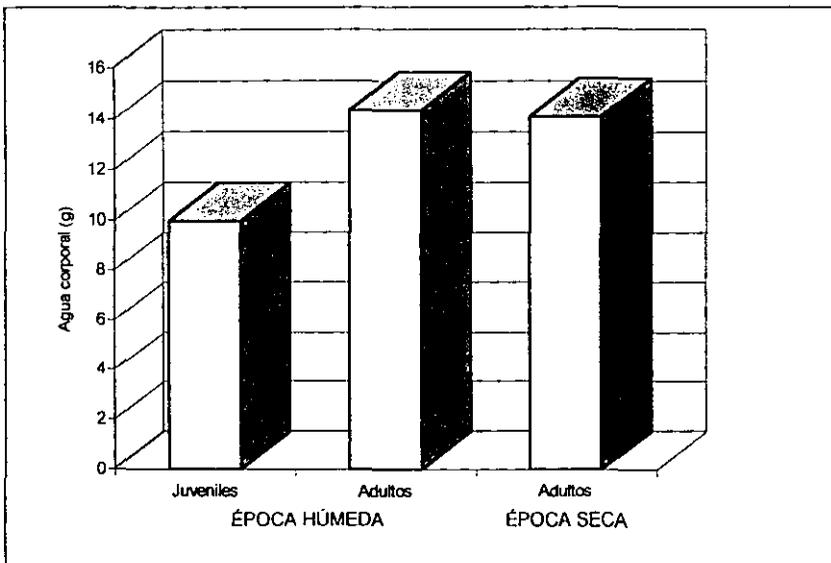


Figura 10. Promedios del contenido de agua corporal (g) en *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos colectados a finales de la época húmeda y adultos colectados a finales de la época seca, en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

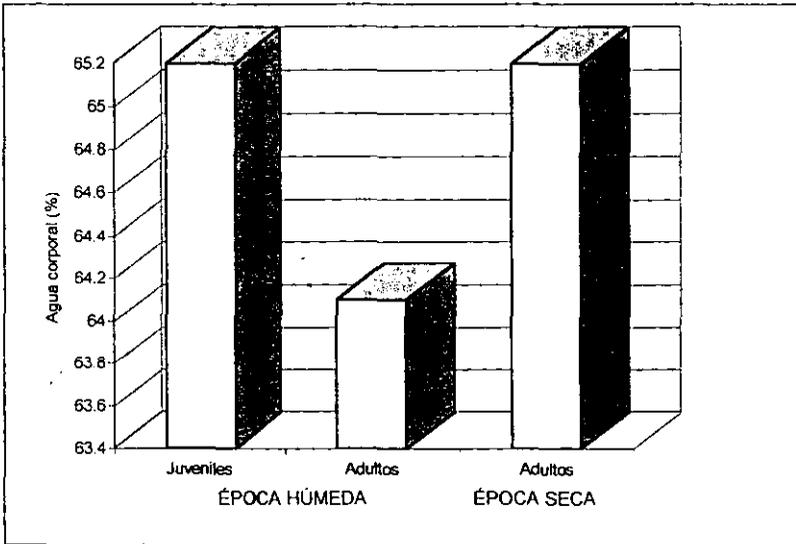


Figura 11. Promedios de contenido de agua corporal (%) en *Neotomodon alstoni* juveniles y adultos colectados a finales de la época húmeda y adultos colectados a finales de la época seca, en el poblado de Parres, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.