



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.**

FACULTAD DE CIENCIAS.

**“COMPARACIÓN DEL CRÁNEO Y DENTARIO DE LOS RATONES
TLACUACHE
TLACUATZIN CANESCENS y *MARMOSA MEXICANA*
(DIDELPHIMORPHIA: DIDELPHIDAE) DE MÉXICO, APLICANDO
MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

ROMANO ABRAHAM VÁZQUEZ GARCÍA.

TUTOR:

DR. FERNANDO A. CERVANTES REZA

2011





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.

DEDICATORIA.

A mis padres Anita y Jorge, por su perenne comprensión, apoyo y cariño incondicional desde siempre.

A mi hermano Sami, por sus complicidades, respaldo y la manera particular de mostrar tu afecto.

A mis tías Coco y Chayin, por su cariño total y por haberme mostrado desde pequeño el fantástico mundo de la ciencia

AGRADECIMIENTOS.

Al mostrarle el primer borrador a mi asesor, obtuve una devolución lacónica: “es un comienzo pero... ¿donde está lo biológico?”. Era cierto había escrito un testimonio distante de morfometría geométrica. La sugerencia llegó a convencerme, de indagar, conocer, recordar y compartir ideas que lleve a cabo para esta tesis. De ese modo este trabajo se llenó de nombres. A ellos, maestros, compañeros de camino, colegas, cómplices, no me sale (sería una impostura) llamarlos por su apellido. Aprovecho aquí para presentarlos y agradecerles

Al Dr. Fernando, por aceptarme como su alumno, compartir sus experiencias y conocimiento sobre la ciencia y la vida. Así como la confianza que ha depositado en mí.

A los investigadores que formaron parte del jurado Dra. Livia, M. en C. Juan Carlos, Dra. Marisol y Dra. Abigail por enriquecer el trabajo y sus valiosas aportaciones a mi formación académica.

A la M. en C. Julieta y a la M. en C. Yolanda por brindarme su apoyo, cariño, conocimiento, material de trabajo e incluirme en eventos académicos durante mi estancia en la colección.

A Geminis y Sandra por enseñarme a usar los programas y resolver, con gran paciencia, las infinitas dudas acerca de la morfometría geométrica.

A Bere, Anaid, Geminis, Rodrigo, Luis, Chepe, Verónica, Amilcar, Bruno, Zenyese y Liliana por su valiosa y entusiasta ayuda en campo. Su presencia hizo que la carga de las trampas y la escalera a través de la selva fuera diligente.

A Chepe, Andrey, Toño, Rosio, Zenyese, Claudia, Luis, Tania, Gonzalo, Majo, Ricardo, Víctor, Ángel, Nelby, Germán, Gisel, Hermes, Rosario, Massa, Bruno, Liliana, Bere, Atl, Andres, Maria, Yeti, Laura, Cisteil, Adan, Dany California y Tat por el apoyo y las valiosas conversaciones durante la génesis de esta tesis.

A Laura, Bere, Geminis, Anaid, Diana, Lazaro, Vania, Lalo, Angel, Karla, Luis oso, Paula, Jesica, la otra Bere, Mayra, Bofo, Edwin y Joel por las ideas y alegrías compartidas dentro y fuera de la colección.

Por el cariño, las charlas, la locura y la fuerza durante el durante a Viole, Moruza, Paola, Lupis, Diana, Eliut, Daniela, Daniel, Bety, Alma, Pedro, Hilda, Gaby, Angeles, Miriam, Monts, Caro, JJ, Paty, Ivet, Jocelyn, Mike, Mina, Grace, Lupita, Yoali, Karina, Mariel, Jessy, Claudia, Vero, Edith, Eligio, Bere, Ruth, Isa, Evelyn y Juanito.

Además de agradecimientos, debo sumar una disculpa. Por la ausencia de tantas veces, a Viole.

Algunos agradecimientos van aparte.

A la máxima casa de estudios de este país, la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM, (CNMA).

A la Colección de Mamíferos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB).

A la Colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC-M)

A la colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAMI)

Y todo el personal de cada una de ellas, por abrirme sus puertas y permitirme trabajar con el valioso material que resguardan.

A la estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz y todo su personal. Por albergarnos y atendernos siempre de buena manera las veces que acudimos a ella a lo largo de seis meses.

“No quiero convencer a nadie de nada.
Tratar de convencer a otra persona es
indecoroso, es atentar contra su libertad de
pensar o creer...
Yo solo quiero enseñar, dar a conocer,
mostrar, no demostrar. Que cada uno llegue
a la verdad por sus propios pasos...”

Jaime Sabines

CONTENIDO	Página
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
CONTENIDO	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	8
III. MATERIALES Y MÉTODO	9
3.1 Trabajo de campo	9
3.2 Trabajo de laboratorio	9
3.3 Trabajo de gabinete	10
IV. RESULTADOS	19
4.1 Ejemplares	19
4.2 Análisis de tamaño centroide	19
4.3 Análisis de la Forma	20
4.3.1 <i>Marmosa mexicana</i>	20
4.3.2 <i>Tlacuatzin canescens</i>	22
4.3.3 Ambas especies	23
4.4 Medidas lineales	28
V. DISCUSIÓN	34
5.1 Variación morfométrica debido a la forma	34
5.2 Variación morfométrica debido al tamaño	36
5.3 Los ratones tlacuache en zona de simpatria	38
VI. CONCLUSIONES	40
LITERATURA CITADA	41
ANEXOS	49

I INTRODUCCIÓN.

Los metatherios, también conocidos como marsupiales, son un grupo de mamíferos con características distintivas entre las que se encuentran la anatomía de los órganos para la reproducción, los machos tienen el escroto y los testículos en posición anterior al pene, el cual carece de hueso peniano o báculo. Las hembras en su mayoría se caracterizan por presentar marsupio, que es una estructura ventral en forma de bolsa. El periodo de gestación es extremadamente corto, las crías nacen en estado embrionario y continúan su desarrollo en el marsupio. Los recién nacidos tienen los miembros anteriores y la cintura escapular bien desarrollada porque deben desplazarse hacia el marsupio (Ceballos, 2005; Kowalski, 1981). Actualmente los marsupiales sólo se encuentran en dos continentes (Biggers *et al.*, 1965). En Oceanía están representados por cuatro órdenes y alrededor de 200 especies, mientras que en América, encontramos tres órdenes, con cerca de 90 especies (Gardner, 2005; Voss y Jansa, 2009). El orden Didelphimorphia, con una sola familia Didelphidae, engloba la mayoría de los marsupiales de América (Reid, 1997). Los miembros de este orden presentan 50 dientes, el pulgar oponible y en las extremidades posteriores carente de garra, la cola es larga y prensil, hay especies insectívoras, carnívoras, omnívoras y herbívoras. La mayoría son solitarias, de hábitos nocturnos y semiarbóricolas (Kowalski, 1981; Mora, 2000; Reid, 1997).

En México se distribuyen ocho especies de marsupiales, que al igual que sus parientes suramericanos, exhiben similitud en la forma del cuerpo y cráneo, aun cuando presentan variación en talla y color (Astúa de Moraes *et al.*, 2000; Nowak y Paradiso, 1983; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005), dos de ellos, el *Tlacuatzin canescens*, endémico de México, y *Marmosa mexicana* son los de menor tamaño (Ceballos, 2005; Medellín, 2005; Voss y Jansa, 2003). Conocidos como ratones tlacuache, tienen historias evolutivas diferentes (Fig. 1) y atributos genéticos distintos. *Tlacuatzin canescens* posee un número cromosómico diploide de 22 (Engstrom y Gardner, 1988; Svartman, 2009) mientras que el número cromosómico diploide de *M. mexicana* es de 14 (Biggers *et al.*, 1965; Svartman, 2009).

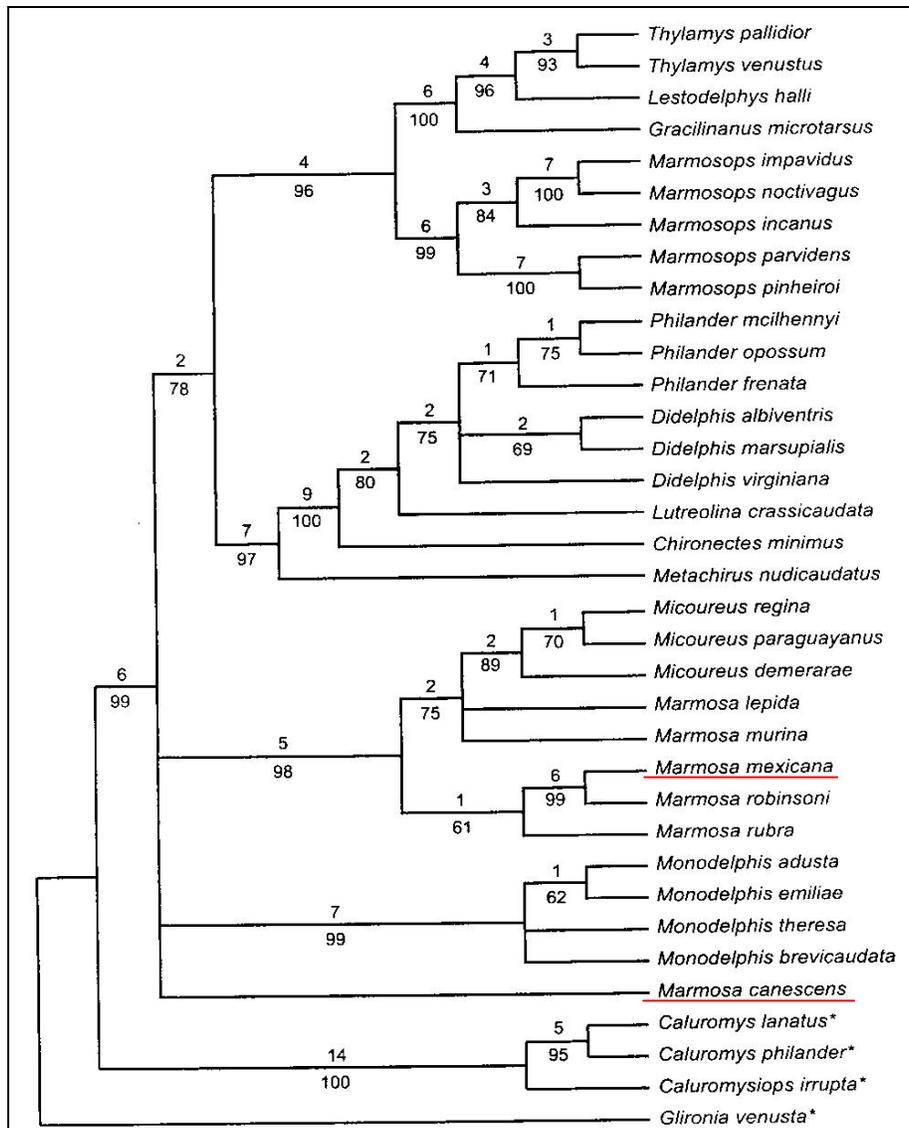


Figura 1. Filogenia de la familia Didelphidae utilizando un fragmento de 1158 pares de bases del gen nuclear interfotoreceptor retinoide (IRBP). Donde *Marmosa canescens* cambio a *Tlacuatzin canescens*. Subrayado *M. canescens* y *M. mexicana* (Tomado de Voss y Jansa, 2003).

A pesar de esas diferencias, tienen y comparten características de vida similares, los dos son principalmente nocturnos y de hábitos semi-arborícolas aunque también andan en el suelo (Alonso-Mejía y Medellín, 1992; Ceballos, 2005; Medellín, 2005; Zarza *et al.*, 2003). Se refugian en los interiores de árboles huecos, en madrigueras hechas en el suelo, arbustos, plantaciones de plátano y nidos abandonados de aves. Se alimentan principalmente de insectos y frutos, pero también de pequeños roedores, lagartijas, aves y huevos de pequeñas aves (Álvarez del Toro, 1977; Aranda y March, 1987; Mora, 2000; Sánchez y Gaviño, 1988).

Habitán zonas tropicales, encontrándose tanto en selvas húmedas como selvas secas caducifolias, áreas con vegetación secundaria y lugares perturbados por campos de cultivo, especialmente platanares. *Tlacuatzin canescens* ha sido encontrado, también, en matorrales xerófilos (Álvarez del Toro, 1977; Baker y Womochel, 1966; Ingles, 1958). La distribución de *T. canescens* va a lo largo de la vertiente del Pacífico (Fig. 2), desde el sur de Sonora hasta Yucatán (Álvarez del Toro, 1977; Álvarez y Sánchez, 1997; Álvarez *et al.*, 1998; Ceballos y Miranda, 2000; Cervantes y Yépez, 1995; Hernández-Cadona *et al.*, 2007; Jones *et al.*, 1974; Loomis y Stephens, 1962; Ramírez Pulido y Sánchez, 1972; Sánchez y Gaviño, 1988), con poblaciones aisladas en el archipiélago de las islas Mariás frente a las costas de Nayarit (Merriam, 1898).



Figura 2. Distribución geográfica de los ratones tlacuache presentes en México. En amarillo *Tlacuatzin canescens* y en rojo *Marmosa mexicana*.

Mientras que *M. mexicana* se encuentra distribuida en México (Fig. 2) desde el sur de Tamaulipas, por el lado del Golfo, y del sur de Oaxaca, por el lado del Pacífico, hasta Panamá. (Alonso-Mejía y Medellín, 1992; Álvarez, 1963; Aranda y March, 1987; Baker y Womochel, 1966; Hall y Dalquest, 1963; Jones y Alvarez, 1964; Jones *et al.*, 1974; Medellín, 2005; Pozo y Escobedo, 1999). De manera que desde el sur de Oaxaca, pasando por Chiapas, hasta la península de Yucatán se encuentran en zona de simpatria.

Las condiciones similares de hábitat, distribución y alimentación mencionadas anteriormente se ve reflejado en el gran parecido morfológico que presentan, *Tlacuatzin canescens* es de tamaño pequeño, similar a un ratón (Fig.3) tiene un cuerpo esbelto y la cabeza está bien diferenciada del cuerpo; posee el hocico puntiagudo, los ojos saltones, negros y rodeados de pelaje oscuro a modo de antifaz; las orejas (que pueden plegarse) son grandes, redondeadas, delgadas y desprovistas de pelo. La cola es de mayor tamaño que el cuerpo y del mismo grosor en casi toda su longitud, prensil, carente de pelo, sin escamas y de textura tersa. Sus extremidades son cortas y poseen 5 dedos; en los miembros posteriores, el dedo pulgar es oponible y desprovisto de garra. Las hembras no presentan marsupio y tienen 9 mamas. La coloración del pelo en la parte del dorso varía de gris a canela, mientras que los lados de la cara, la parte interna de las extremidades y el vientre son blanco amarillento o crema claro. El cráneo es de forma muy similar al del tlacuache común (*Didelphis virginiana*), pero más pequeño (Ceballos, 2005; Tate, 1933; Zarza *et al.*, 2003). Sus medidas externas son longitud total 261-285 mm; longitud de la cola 90-167 mm; pata 16-22 mm; oreja 18-30 mm; peso 20-60 g. Poseen una fórmula dentaria de I 5/4, C1/1, P3/3, M4/4 =50 (Ceballos, 2005; Zarza *et al.*, 2003).



Figura 3. Ratón tlacuache gris (*Tlacuatzin canescens*). Reserva de la biosfera Chamela Cuixmala, Jalisco. Foto de Gerardo Ceballos.

De manera similar *Marmosa mexicana* también es pequeño como un roedor (Fig. 4). Posee el hocico puntiagudo, su pelaje es suave y afelpado, el dorso es de un delicado matiz rojizo canela. Los lados de la cara, la parte interna de las extremidades y el vientre son blanco amarillento o crema. Tiene los ojos saltones, muy negros y rodeados de pelaje oscuro a modo de antifaz. Las orejas son grandes, delgadas y carentes de pelo. Sus extremidades son cortas y poseen 5 dedos; en los miembros posteriores, el dedo pulgar es oponible y carente de garra. La cola es de mayor tamaño que el cuerpo y del mismo grosor en casi toda su longitud, prensil, desprovista de pelo, sin escamas y de textura tersa. El cráneo también es similar al del tlacuache común (*D. virginiana*), pero más pequeño. Las hembras tienen de 11 a 15 mamas y no existe marsupio (Alonso-Mejía y Medellín, 1992; Álvarez del Toro, 1977; Aranda y March, 1987; Medellín, 2005; Mora, 2000; Tate, 1933). Las medidas externas son longitud total 260-386 mm; longitud de la cola 140-205 mm; pata 16-22 mm; oreja 18-27 mm; peso 29-92g. Su formula dentaria es $I\ 5/4, C1/1, P3/3, M4/4 = 50$ (Medellín, 2005).



Figura 4. Ratón tlacuache mexicano (*Marmosa mexicana*). Estación de Biología Tropical los Tuxtlas, Veracruz. Foto Anaid Mora.

Gran parte de los caracteres estructurales y morfológicos son semejantes entre las dos especies, siendo actualmente identificados mediante su distribución geográfica; algunas características craneales (el prominente proceso postorbital presente en *T. canescens* y ausente en *M. mexicana*, una fenestra accesoria a cada lado del M2 presente en *T. canescens* y ausente en *M. mexicana* y la presencia del proceso rostral en la premaxila en *M. mexicana* y ausente en *T. canescens*); el color de pelo que en *T. canescens* es gris y en *M. mexicana* canela, sin embargo la identificación de las dos especies usando este carácter resulta ambiguo debido a que el patrón de coloración en individuos de *T. canescens* varía a color canela (Voss y Jansa, 2003, 2009; Villa-Ramírez, 1991; Zarza *et al*, 2003); y las medidas somáticas convencionales y craneales, que señalan a *M. mexicana* como la de mayor tamaño, no obstante las medidas no exhiben diferencias o son mínimas, como lo muestran diversos trabajos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Similitud en medidas del cráneo de *T. canescens* y *M. mexicana*, tomado de Alonso-Mejía y Medellín, (1992); Álvarez y Sánchez, (1997); Genoways *et al*, (1973); Rossi *et al* (2010); Tate, (1933) y Zarza *et al*, (2003).

Medida	<i>T. canescens</i>	<i>M. mexicana</i>
	adultos de ambos sexos (mm)	
Longitud total del cráneo	30.4-36.8	29.9-40.8
Longitud condilobasal	28.6-35.3	30.1-33.2
Longitud de los nasales	13.2-16.3	12.8-19.5
Ancho del arco cigomático	15.7-20.8	16.3-21.8
Ancho de la caja craneana	12.4	12.3-14.3
Longitud de la Hilerá de dientes de la maxila	11.7-14.3	11.0-13.0
Longitud del m1-m3 del dentario	5.1-5.5	6.8-8.1

Es entonces fundamental averiguar si existen diferencias en tamaño y forma que permita distinguir a los dos ratones tlacuache de México, para entender como dos especies morfológicamente parecidas ocupan nichos ecológicos muy similares y además comparten una zona de simpatría.

Se escogió el cráneo por ser un elemento óseo que tiene una relación directa entre su morfología y hábitos alimenticios, sugiriendo un papel adaptativo a un estilo de vida en particular (Martin *et al.*, 2001; Ospina, 2010). Por lo que un estudio morfométrico del cráneo proporcionara datos cuantitativos basados en el análisis de la variación en el tamaño y forma, que nos permitan distinguir a las dos especies y relacionar la biología de cada una de ellas con su estilo de vida (Ospina, 2010; Rohlf, 1990; Zeldich *et al.*, 2004). Por ejemplo

Medellín, (1991) relaciona diferencias del aparato masticador y visual de 5 didélfidos con distintas estrategias de alimentación. Mientras que López-Fuster *et al.*, (2000) señala un aumento de tamaño en el cráneo de *Marmosa robinsoni* con áreas de vegetación perturbada.

Se decidió analizar el cráneo usando como herramienta la morfometría geométrica, definida como la unión entre la biología y la geometría, que se destaca especialmente por la facultad de separar la variable “forma”, de la variable “tamaño” (Zeldich *et al.*, 2004). La morfometría geométrica propone estudiar los cambios en el tamaño y la forma a partir del desplazamiento en el plano (2D) o en el espacio (3D) de un conjunto de puntos morfométricos basados en coordenadas cartesianas (coordenadas morfométricas o *landmarks*). La relación espacial en dos o tres dimensiones de estos *landmarks* siempre se conserva a lo largo de todo el análisis, lo que permite reconstruir y visualizar con precisión la forma y el tamaño del objeto estudiado (Barciová; 2009; Ospina, 2010; Rohlf, 1990; Vargas, 2010 Zeldich *et al.*, 2004).

El uso de la morfometría geométrica es de reciente aplicación en el estudio de los marsupiales americanos, Astúa de Moraes *et al.*, (2000) reportaron diferencias en el cráneo y dentario de seis marsupiales didélfidos, asociando estas diferencias a sus zonas adaptativas y su origen filogenético. Por otro lado dentro del estudio hecho a los tres órdenes de marsupiales americanos Didelphimorphia, Paucituberculata y Microbiotheria, Astúa, (2010) reporto la existencia de dimorfismo sexual en *Marmosa mexicana*.

En otros grupos de mamíferos, con la finalidad de documentar diferencias entre especies muy parecidas se han realizado diversos estudios usando morfometría geométrica por ejemplo en quirópteros se reportaron diferencias en el cráneo y dentario que permitieron separar dos especies crípticas, *Pipistrellus pipistrellus* y *P. pygmaeus* (Sztence *et al.*, 2009). Mientras que un estudio realizado al cráneo de doce especies del genero *Artibeus* se reporta diferencias entre ellas, asociándolas con los hábitos alimenticios (Marchan-Rivadeneira, 2010). También se han hecho trabajos con roedores, Abiadh *et al.*, (2010) realizaron el reconocimiento de seis especies del genero *Gerbillus* mediante el estudio hecho al cráneo, mostrando diferencias entre las seis aun cuando molecularmente son muy similares.

De manera que considerando el escenario en el que aparecen los dos ratones tlacuache de México, su apariencia externa y forma del cráneo muy similar que confunde su identificación morfológica, el objetivo es:

II. OBJETIVO.

Distinguir las dos especies de ratones tlacuache *Tlacuatzin canescens* y *Marmosa mexicana* a partir de un estudio morfométrico hecho al cráneo y dentario usando morfometría geométrica.

2.1 Objetivos particulares.

Conocer la talla promedio del cráneo y dentario de *Tlacuatzin canescens* y *Marmosa mexicana* para saber si son del mismo tamaño.

Conocer la forma promedio del cráneo y dentario de *Tlacuatzin canescens* y *Marmosa mexicana* para saber si su estructura es similar.

III. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1 Trabajo de campo.

Se realizaron seis salidas de campo, de noviembre del 2008 a mayo del 2009, a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, para colectar ejemplares de *M. mexicana*, bajo el amparo del permiso de colector FAUT-0002 expedido por la Dirección de Vida Silvestre, SEMARNAT. En cada salida, se utilizaron 200 trampas tipo “Sherman” 260 x 130 x 80 mm cebadas con sardina o avena y vainilla, colocadas sobre ramas de árboles y a nivel de suelo; el resultado fue la captura de individuos que se prepararon con técnicas convencionales para ejemplares de museo y posteriormente se depositaron en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM).

3.2 Trabajo de laboratorio.

Además se utilizaron los ejemplares de *M. mexicana* y *T. canescens* depositados en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología (CNMA); Colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC-M); Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB) y la colección de mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAMI). Los ejemplares utilizados están listados en el Apéndice 1.

Para determinar la edad de los ejemplares se estableció una escala formada por 7 clases, con base en la erupción de los dientes. En los Didelphimorphia se presenta un molar deciduo (dM1) que es reemplazado por un premolar definitivo (PM3) al llegar a la madurez sexual (Solari, 2002; Tribe, 1990), de manera que los molares definitivos en el adulto corresponden realmente al segundo, tercer, cuarto y quinto molar (M2, M3, M4 y M5). Por lo tanto la escala se usó como sigue:

Clase 1: dM1 en posición, M2 en erupción.

Clase 2: dM1 y M2 en posición; M3 en erupción.

Clase 3: dM1, M2 y M3 en posición; M4 en erupción.

Clase 4: M2, M3 y M4 en posición y

a) típica: dM1 persiste y M5 en erupción.

b) intermedia: PM3 y M5 en erupción.

Clase 5: M2-M5 en posición; dM1 persiste o PM3 en erupción.

Clase 6: PM3 casi o totalmente en posición, M1 expulsado, M5 poco gastado.

Clase 7: PM3 en posición, cúspides de M5 muy gastadas.

De esta manera, los individuos de las clases 1 a 4 se consideran juveniles, los de la clase 5 sub-adultos, los de clase 6 adultos y aquellos de clase 7 como adultos viejos.

3.3 Trabajo de gabinete

Una vez identificados los adultos y adultos viejos, se seleccionaron, y se trabajó sólo con los cráneos en buen estado, se fotografiaron en cuatro vistas: dorsal, ventral, lateral y el dentario en vista lateral (lado labial), usando una cámara digital Cannon modelo A480 con lente de 6.6-21.6mm, la calidad de cada foto es de 3648x2736. En todos los casos la orientación del cráneo y dentario fue la misma. El número total de imágenes usadas por cada especie y sexo se enlista en el cuadro 2.

Cuadro 2. Número de imágenes de las vistas para cada especie usada en el análisis.

	<i>Marmosa mexicana</i>				<i>Tlacuatzin canescens</i>			
	♂	♀	?	Total	♂	♀	?	Total
Vista dorsal	19	20		39	19	9		28
Vista ventral	20	18	1	39	19	9		28
Vista lateral	19	20	1	40	17	9	1	27
Vista del dentario	21	21	1	43	20	9	1	30

La digitalización de las coordenadas morfométricas o *landmarks* se hizo usando el programa (Thin Plate Spline) TPSDig, ver. 2.12 (Rohlf, 2009). Los *landmarks* son puntos precisos que se ubican en una estructura que toma algún significado funcional o de

crecimiento en las formas biológicas; las estructuras deben ser homólogas entre y dentro de las poblaciones, en el caso del cráneo los forámenes y suturas. Los *landmarks* fueron ubicados siguiendo trabajos previos hechos en mamíferos (Abiadh *et al.*, 2010; Astúa de Moraes *et al.*, 2000; Hood, 2000; Vargas, 2010). Se colocaron veinte *landmarks* para la vista dorsal (Fig. 5), 21 para la vista ventral (Fig. 6), 14 para la vista lateral (Fig. 7) y 13 para la vista lateral del dentario (Fig. 8). En todos los casos el cráneo y dentario se orientaron hacia el mismo lado.

Mediante TpsRelw (Rohlf, 2009) se obtuvieron dos archivos, el primero guarda los datos del tamaño del centroide; que es la raíz cuadrada de las distancias euclidianas de cada uno de los *landmarks* hacia el centroide, siendo el centroide, el promedio de todos los *landmarks* y proporciona información del tamaño. El segundo archivo contiene la matriz de los especímenes alineados y proporcionara información sobre la forma. La forma, en morfometría geométrica, es toda la información geométrica que no sufre cambios al ser sometida a procesos de localización, escalamiento y rotación (Zeldich *et al.*, 2004).

Para realizar comparaciones de forma a través de la morfometría geométrica, es necesario obtener el espacio forma, el cual se puede realizar mediante métodos de sobreposición como el análisis generalizado de Procrustes. El propósito de este método es registrar las configuraciones de *landmarks* en un sistema de coordenadas comunes, que pueden ser utilizadas como variables de forma. Para apreciar la disposición de los objetos en el espacio se realizó la transformación de los datos a procrustes usando el programa CoordGen6h (Sheets, 2004). El análisis generalizado de Procrustes es un método de sobreposición que incorpora información de todos los *landmarks*, realiza una corrección entre todas las imágenes, de las diferencias debidas a su orientación espacial: cambios en la translación, utilizando la matriz de configuración de manera que coincidan los centroides respectivos; escala, de las dimensiones haciendo el tamaño de centroide igual a uno; y rotación, de cada configuración minimizando la suma del cuadrado de las distancias entre *landmarks* homólogos (Quinto, 2010; Rodríguez, 2007). Tras corregir estos efectos de orientación espacial los objetos coincidirán exactamente si su forma es idéntica y será posible estudiar la forma desde una perspectiva geométrica.

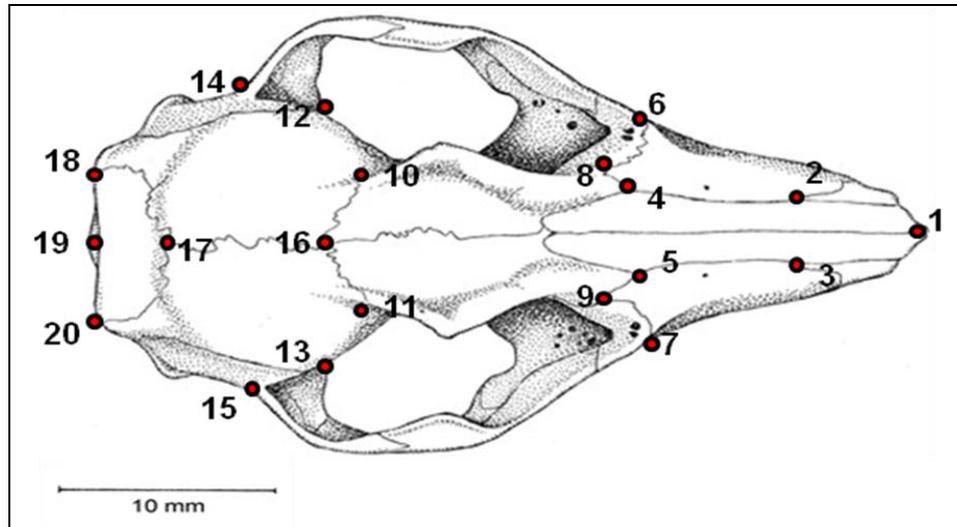


Figura 5. Ubicación de *landmarks* sobre la vista dorsal del cráneo de *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

Cuadro 3. Descripción de la ubicación de *landmarks* utilizados en la vista dorsal. Modificado de Astúa de Moraes *et al.*, 2000.

Landmarks	Ubicación
1	Nasal
2 y 3	Unión del nasal y el premaxilar
5 y 4	Unión entre el frontal, maxilar y nasal
6 y 7	Unión entre la maxila y jugal
8 y 9	Unión entre la maxila, frontal y lacrimal
10 y 11	Unión entre el frontal y el parietal
12 y 13	Borde interno, parte posterior del escamoso
14 y 15	Borde externo, parte posterior del escamoso
16	Punto medio de unión entre el frontal y el parietal
17	Unión entre el parietal y el interparietal
19	Cresta occipital externa
18 y 20	Unión entre el interparietal, parietal y la parte lateral del occipital

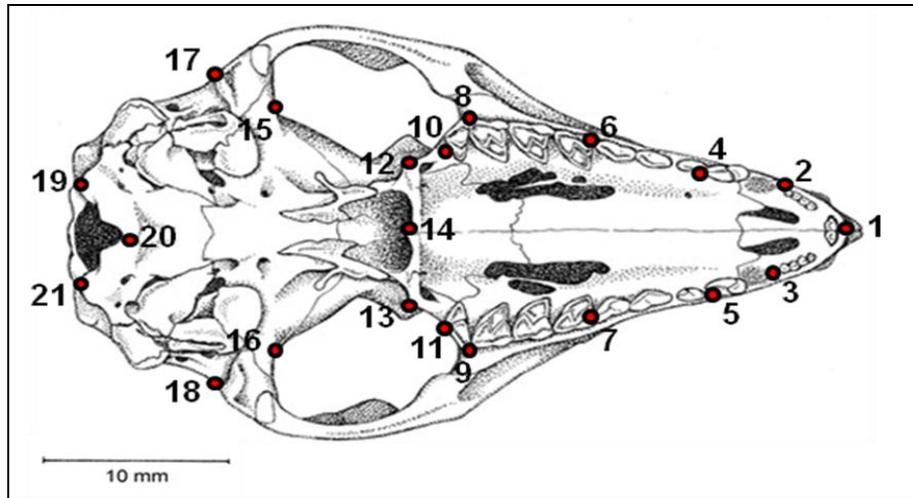


Figura 6. Ubicación de *landmarks* sobre la vista ventral del cráneo de *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

Cuadro 4. Descripción de la ubicación de landmarks utilizados en la vista ventral. Modificado de Astúa de Moraes *et al.*, 2000.

Landmarks	Ubicación
1	Coyuntura entre los incisivos en la premaxila
2 y 3	Alveolo del I5
4 y 5	Alveolo del canino
6 y 7	Alveolo del PM3
8 y 9	Unión del M3 y M4
10 y 11	Punto más posterior en el alveolo del M4
12 y 13	Cresta del palatino
14	Punto más posterior del palatino
15 y 16	Borde interno, parte posterior del escamoso
17 y 18	Borde externo, parte posterior del escamoso
19 y 21	Cóndilos occipitales
20	Punto medio del borde anterior del foramen magnum

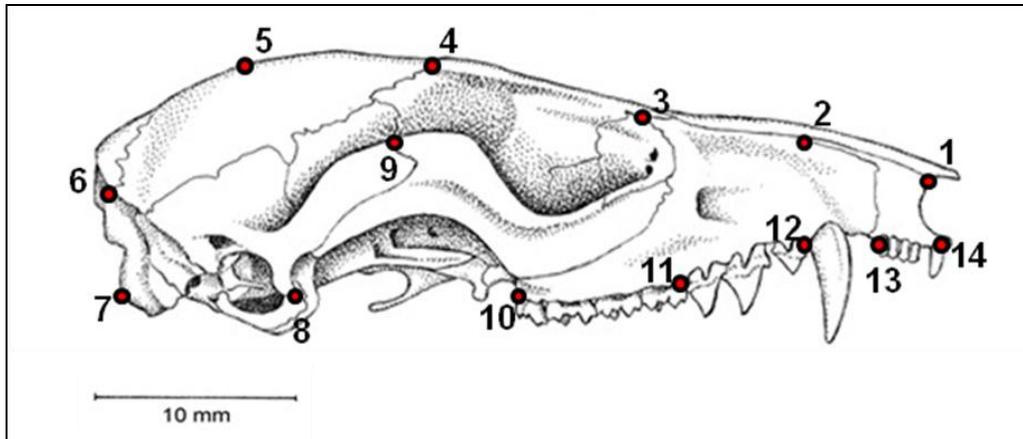


Figura 7. Ubicación de *landmarks* sobre la vista lateral del cráneo de *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

Cuadro 5. Descripción de la ubicación de landmarks utilizados en la vista lateral. Modificado de Astúa de Moraes *et al.*, 2000.

Landmarks	Ubicación
1	Punto más anterior de unión entre la premaxila y el nasal
2	Punto posterior de unión del nasal y la premaxila
3	Unión entre la maxila, frontal y lacrimal
4	Unión entre el frontal y el parietal
5	Punto de declive en el parietal
6	Unión entre el interparietal, parietal y la parte lateral del occipital
7	Cóndilo occipital
8	Borde inferior del escamoso
9	Punto más alto de unión entre el yugal y el escamoso
10	Punto más posterior en el alveolo del M4
11	Punto anterior en el alveolo del M1
12	Punto más posterior en el alveolo del canino
13	Punto más posterior en el alveolo del I5
14	Punto más anterior en el alveolo del I1

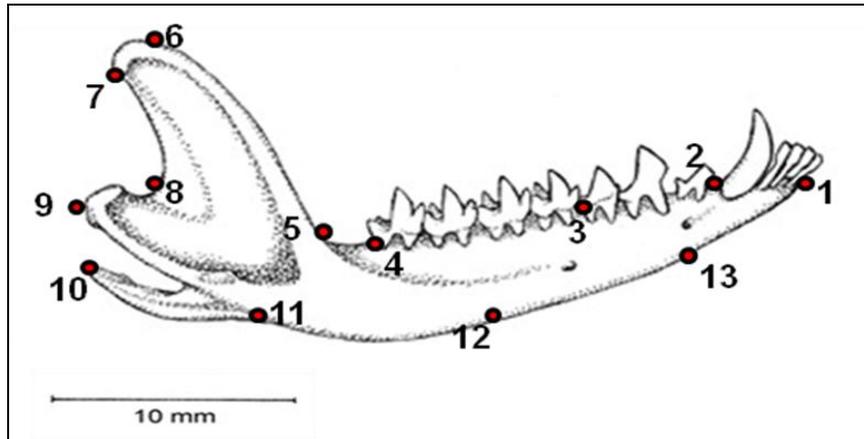


Figura 8. Ubicación de *landmarks* sobre la vista lateral del dentario de *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

Cuadro 6. Descripción de la ubicación de *landmarks* utilizados en la vista lateral del dentario. Modificado de Astúa de Moraes *et al.*, 2000.

Landmarks	Ubicación
1	Borde anterior del I1
2	Borde anterior del PM1
3	Borde anterior del M1
4	Borde posterior del M4
5	Base del proceso coronoide
6	Margen anterior del proceso coronoide
7	Margen posterior del proceso coronoide
8	Base de la curvatura entre el proceso coronoide y el proceso condiloide
9	Proceso condiloide
10	Proceso angular
11	Margen ascendente hacia el proceso angular
12	Base del dentario
13	Borde, bajo el foramen del mentón

Los procrustes fueron sometidos a un análisis de variables canónicas (CVA, por sus siglas en inglés), realizado con el programa CVAGen (Sheets, 2004). El análisis de variables canónicas, es el estudio de las relaciones lineales entre grupos de variables, es una extensión del análisis de correlación. La correlación canónica encuentra cargas promedios

de las variables de un grupo y las correlaciona con las cargas promedios de los otros grupos. Las cargas tiene la finalidad de maximizar la correlación entre grupos. Esta correlación es llamada primer coeficiente de correlación canónica. Los coeficientes de correlación canónica son una medida de la importancia de cada variable en la discriminación de cada grupo; este poder de discriminación se estima con el cuadrado del coeficiente de correlación entre la variable y la función discriminante.

La función discriminante cuantifica la importancia de la variable para distinguir a cada uno de los grupos y establece la proporción de variación en los coeficientes de la función discriminante que es explicada por la variación en el carácter morfométrico original (Rodríguez, 2007). Las variables resultantes del análisis canónico se establecieron como ejes, en un plano que permitió observar la distribución de los ejemplares de cada especie.

La comparación de la forma entre las especies se realizó con rejillas de deformación, obtenidas del programa TwoGroup6h (Sheets, 2004), que compara la forma promedio de un grupo con respecto a la de otro. Mientras que para lograr referencias del tamaño se analizó los datos del centroide mediante una prueba t de student obtenido del programa estadístico STATISTICA 7.

Las medidas lineales se colocaron empleando el programa T-Morphgen6 (Sheets, 2003), el cual permite adquirir medidas tradicionales marcando la distancia que se desea, usando de referencia los *landmarks* y una escala. Las medidas se obtuvieron en milímetros y fueron evaluadas mediante una prueba t de student para determinar si hay diferencia significativa en tamaño entre ambas especies. Las medidas fueron seleccionadas de trabajos previos hechos en otros marsupiales del orden Didelphimorphia (Flores *et al.*, 2003; Hershkovitz, 1997; Lopez-Fuster *et al.*, 2008; Martin, 2005; Rossi *et al.*, 2010). Se requirieron de cinco *landmarks* para la vista dorsal (Fig. 9), cuatro para la vista ventral (Fig. 9), cuatro para la vista lateral (Fig. 10) y cinco para la vista lateral del dentario (Fig. 11).

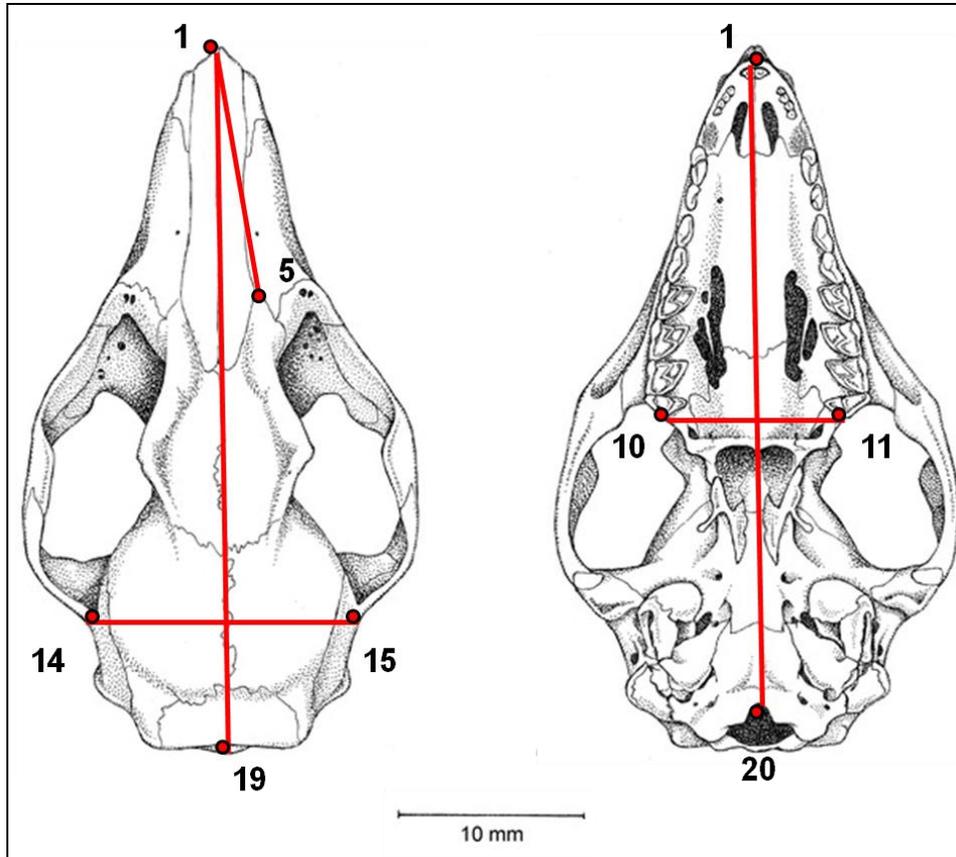


Figura 9. Ubicación de las medidas lineales sobre las vistas dorsal y ventral del cráneo en *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

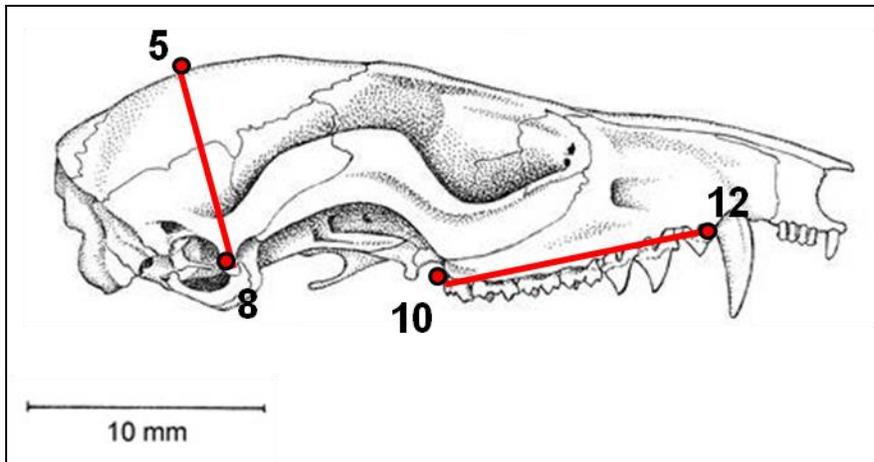


Figura 10. Ubicación de las medidas lineales sobre la vista lateral del cráneo de *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

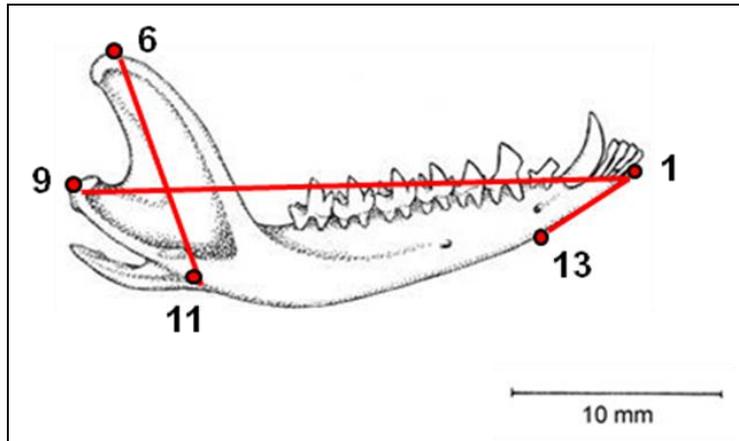


Figura 11. Ubicación de las medidas lineales sobre la vista lateral del dentario de *Tlacuatzin canescens* (Modificado de Voss y Jansa, 2009).

Cuadro 7. Descripción de las medidas lineales, usando *landmarks* de referencia en las cuatro vistas del cráneo de *T. canescens* y *M. mexicana*.

Landmarks	Medida
Vista dorsal	
1 y 19	Largo total del cráneo
14 y 15	Ancho de la caja craneal
1 y 5	Largo del rostro
Vista ventral	
1 y 20	Longitud cóndilobasal
10 y 11	Ancho del palatino
Vista lateral	
5 y 8	Alto de la caja craneana
10 y 12	Hilera de dientes del PM1 al M5
Vista lateral del dentario	
1 y 9	Largo total del dentario
6 y 11	Alto del dentario
1 y 13	Largo de la base del I1 sobre la base del dentario al foramen del mentón

IV. RESULTADOS.

4.1 Ejemplares.

Durante las seis salidas al campo se colectaron únicamente 5 ejemplares de *M. mexicana*. Cuatro fueron obtenidos en el mes de enero del 2009 en las trampas colocadas sobre ramas de árbol (*Faramea occidentalis*), y los bejucos (*Cissus gossypiifolia* y *Philodendron scandens*). El quinto fue capturado en marzo del mismo año en una trampa colocada a nivel del suelo de la selva. Incluyendo los 5 ejemplares colectados, se utilizaron 43 cráneos de *M. mexicana* y 30 para el caso de *T. canescens*.

4.2 Análisis de tamaño centroide

En cuestión de tamaño los machos no pudieron ser diferenciados de las hembras al interior de cada especie, los resultados del análisis estadístico del tamaño centroide entre sexos no fue significativo ($P > 0.05$; cuadro 8). Al comparar las dos especies fue sólo la vista lateral del cráneo la que probó ser distinta ($P = 0.0008$; cuadro 8), pues *M. mexicana* evidenció ser de mayor tamaño con respecto a *T. canescens* (Fig. 12).

Cuadro 8. Prueba de t de student entre los sexos de cada especie y entre ambas especies en las vistas del cráneo y dentario del tamaño centroide. gl = grados de libertad. P = probabilidad.

	Valor de t	gl	Varianza	P
Vista dorsal				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-1.649	37	0.537	0.107
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	0.533	26	0.005	0.598
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	-0.831	65	0.002	0.408
Vista ventral				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-1.292	34	0.222	0.205
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	1.217	26	0.024	0.234
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	-1.466	62	0.001	0.147
Vista lateral				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-0.535	37	0.256	0.595
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	-0.737	24	0.738	0.468
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	3.497	63	0.392	0.0008
Vista lateral del dentario				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-0.504	40	0.495	0.616
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	2.026	27	0.846	0.052
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	-0.343	69	0.112	0.732

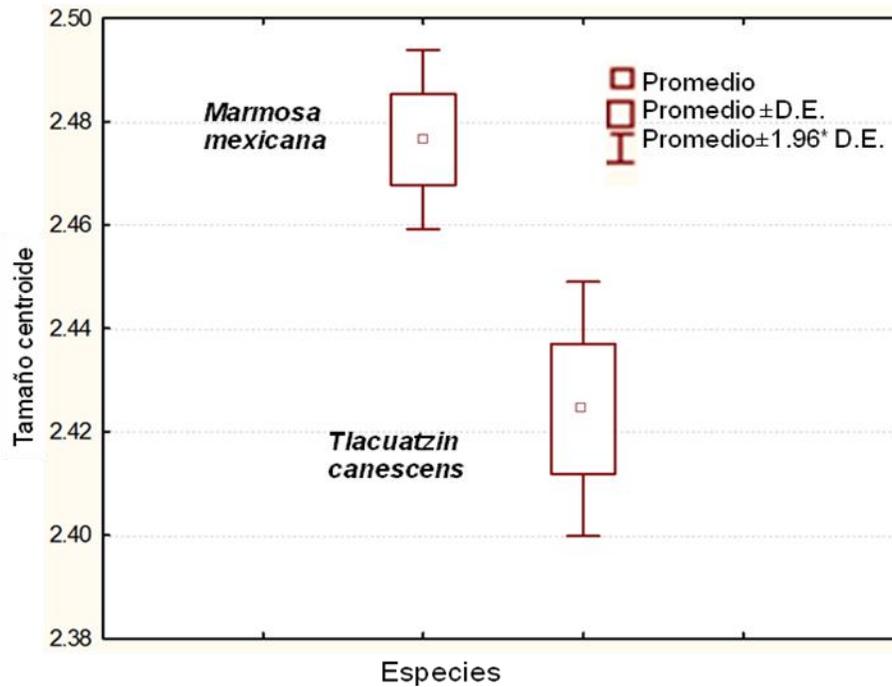


Figura 12. Tamaño del cráneo en vista lateral de las dos especies de ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

4.3 Análisis de la Forma

4.3.1 *Marmosa mexicana*

Los machos mostraron ser distintos de las hembras sólo en la vista dorsal ($P = 0.015$; cuadro 9). No hubo diferencia en la vista ventral, lateral del cráneo y la vista lateral del dentario $P > 0.05$. El mapa de dispersión obtenido del análisis de variables canónicas (CVA, por sus siglas en inglés) de la vista dorsal mostró claramente dos grupos separados (Fig. 13) en donde las dos primeras variables canónicas son las de mayor variación, CV1- 36% y CV2-16% (Fig. 13). Sin embargo, la comparación entre los machos y las hembras mediante una prueba F de Goodall no mostró diferencias significativas en ninguna de las vistas del cráneo y dentario ($P > 0.05$; cuadro 10).

Cuadro 9. Comparación entre los sexos de cada especie y entre ambas especies para las vistas del cráneo y dentario mediante un CVA. gl = grados de libertad, P= probabilidad.

	Lambda	Chi-cuadrada	gl	P
Vista dorsal				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	0.0504	56.7626	36	0.0151
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	-	-	-	>0.05
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	0.0874	112.0918	36	<0.001
Vista ventral				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-	-	-	>0.05
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	-	-	-	>0.05
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	0.0463	135.1939	38	<0.001
Vista lateral				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-	-	-	>0.05
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	0.0584	36.9251	24	0.0445
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	0.0959	121.9052	24	<0.001
Vista del dentario				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	-	-	-	>0.05
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	-	-	-	>0.05
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	0.3192	65.0984	22	<0.001

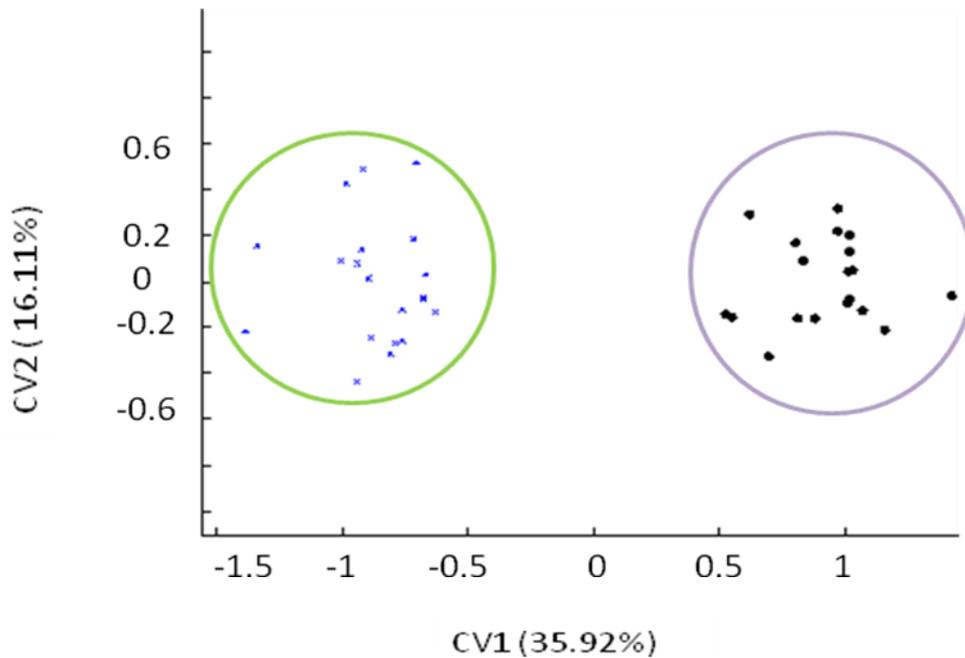


Figura 13. Ubicación de ambos sexos en vista dorsal del cráneo de *Marmosa mexicana* definidos por las variables canónicas 1 y 2 (CV1, CV2). x hembras, ● machos.

Cuadro 10. Comparación entre los sexos de cada especie y entre ambas especies para las vistas del cráneo y dentario mediante una Prueba F de Goodall. F = estadístico de F, gl = grados de libertad, P = probabilidad.

	F	gl	P	Distancias procruster
Vista dorsal				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	1.39	36	0.063	0.0171
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	0.76	36	0.850	0.0175
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	8.76	36	<0.001	0.0347
Vista ventral				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	0.88	38	0.678	0.117
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	1.15	38	0.244	0.0189
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	5.31	38	<0.001	0.0233
Vista lateral				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	2.47	24	0.063	0.0253
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	1.49	24	0.063	0.0231
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	12.35	24	<0.001	0.0402
Vista del dentario				
<i>M. mexicana</i> ♂vs♀	0.89	22	0.613	0.0113
<i>T. canescens</i> ♂vs♀	1.11	22	0.335	0.0179
<i>M. mexicana</i> vs <i>T. canescens</i>	3.66	22	<0.001	0.0189

4.3.2 *Tlacuatzin canescens*.

Los machos mostraron ser distintos de las hembras sólo en la vista lateral, evidenciando una diferencia marginalmente significativa ($P=0.044$; cuadro 9). No hubo diferencias en la vista dorsal, ventral del cráneo y lateral del dentario $P>0.05$.

La ubicación de los sexos en el mapa de dispersión fue de tal manera que permite ver la discriminación de dos grupos (Fig. 14), donde la primer variable canónica es la de mayor variación y separa cada grupo. Por el contrario ninguna de las vistas del cráneo y dentario presentaron significancia ($P>0.05$), al ser analizadas con el estadístico F de Goodall (cuadro 10).

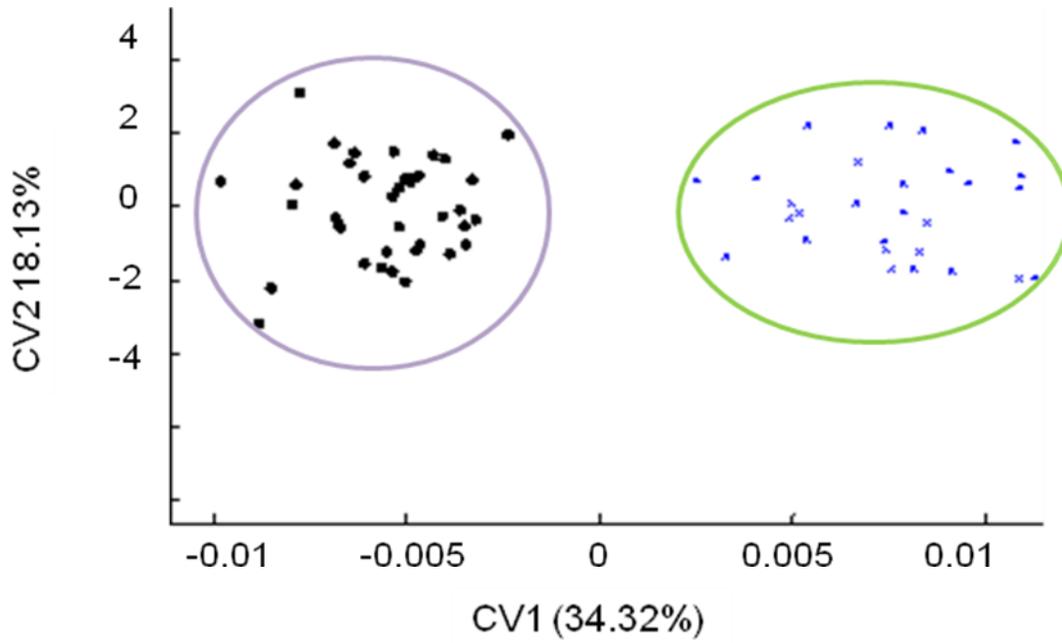


Figura 15. Ubicación de las dos especies en vista dorsal del cráneo definidos por las variables canónicas 1 y 2 (CV1, CV2). x *Tlacuatzin canescens*, ● *Marmosa mexicana*.

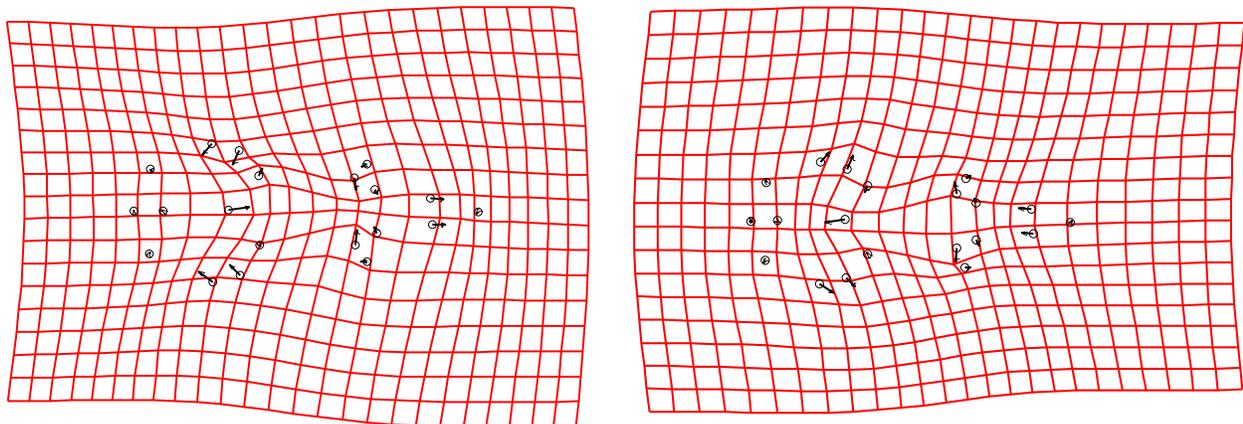


Figura 16. Vista dorsal del cráneo de las dos especies en las rejillas de deformación. Izquierda *Marmosa mexicana*, derecha *Tlacuatzin canescens*.

Vista ventral del cráneo.

El análisis de los resultados evidenció que cada uno de los ratones tlacuache es distinto ($P < 0.001$; cuadro 9). El mapa de dispersión ubicó claramente dos grupos siendo las dos primeras variables canónicas las que presentan el 60% de la variación (Fig. 17), en *M. mexicana* se estrecha la zona posterior del palatino y los pterigoides, mientras que en *T. canescens* esta zona muestra una expansión, ensanchándose hacia los costados (Fig. 18). La prueba F de Goodall también reveló diferencias significativas ($P < 0.001$; cuadro 10).

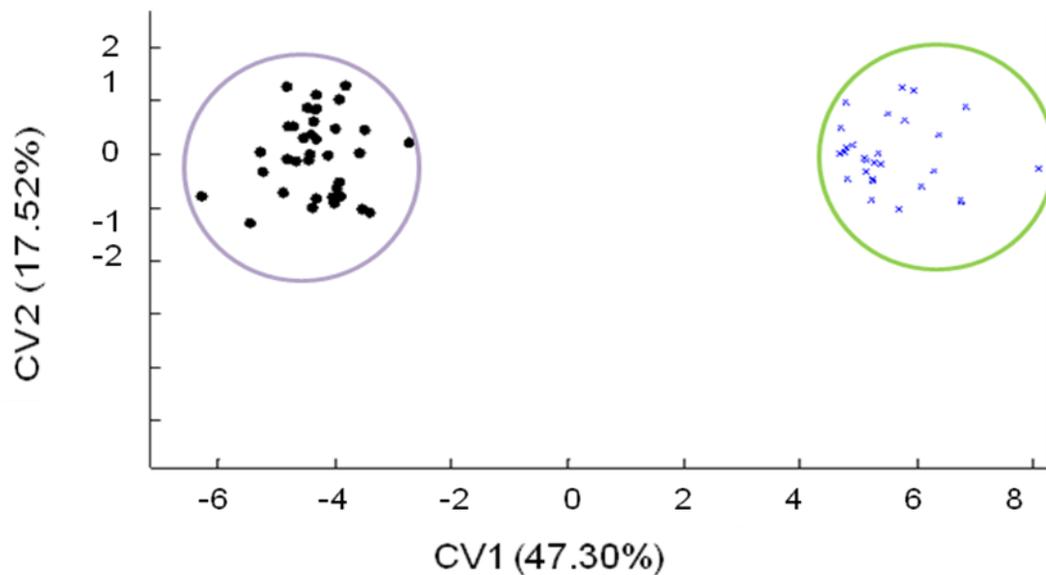


Figura 17. Ubicación de las dos especies en vista ventral del cráneo definidos por las variables canónicas 1 y 2 (CV1, CV2). x *Tlacuatzin canescens*, ● *Marmosa mexicana*.

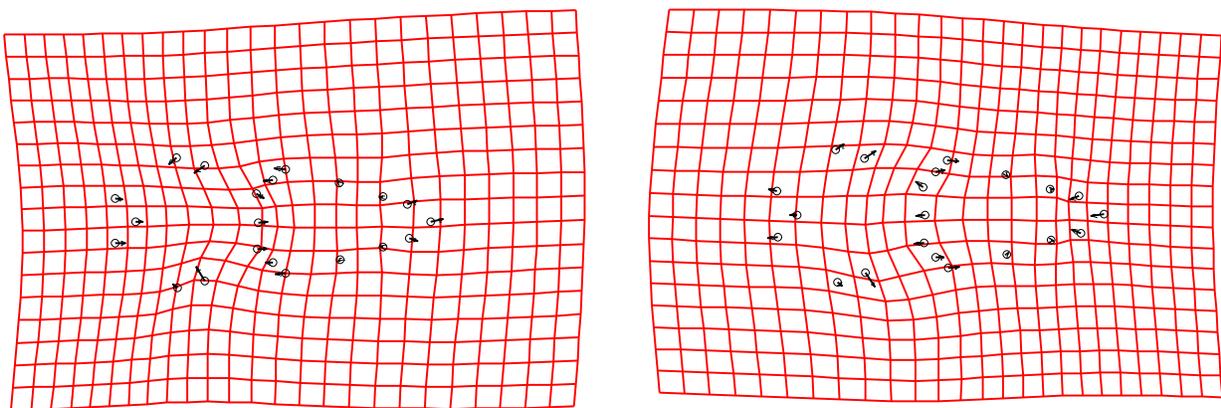


Figura 18. Vista ventral del cráneo de las dos especies en las rejillas de deformación. Izquierda *Marmosa mexicana*, derecha *Tlacuatzin canescens*.

Vista lateral.

Para la vista lateral también resultaron ser diferentes ambos ratones tlacuache $P < 0.001$ (Cuadro 9), el mapa de dispersión (Fig. 19) indicó la separación de dos grupos siendo las dos primeras variables canónicas las de mayor variación. Las rejillas de deformación mostraron que en *M. mexicana* el cráneo se aplana dorsoventralmente, se extiende la parte frontal y se da un alargamiento del hocico; mientras que en *T. canescens* el cráneo crece dorsoventralmente y el hocico se acorta (Fig. 20).

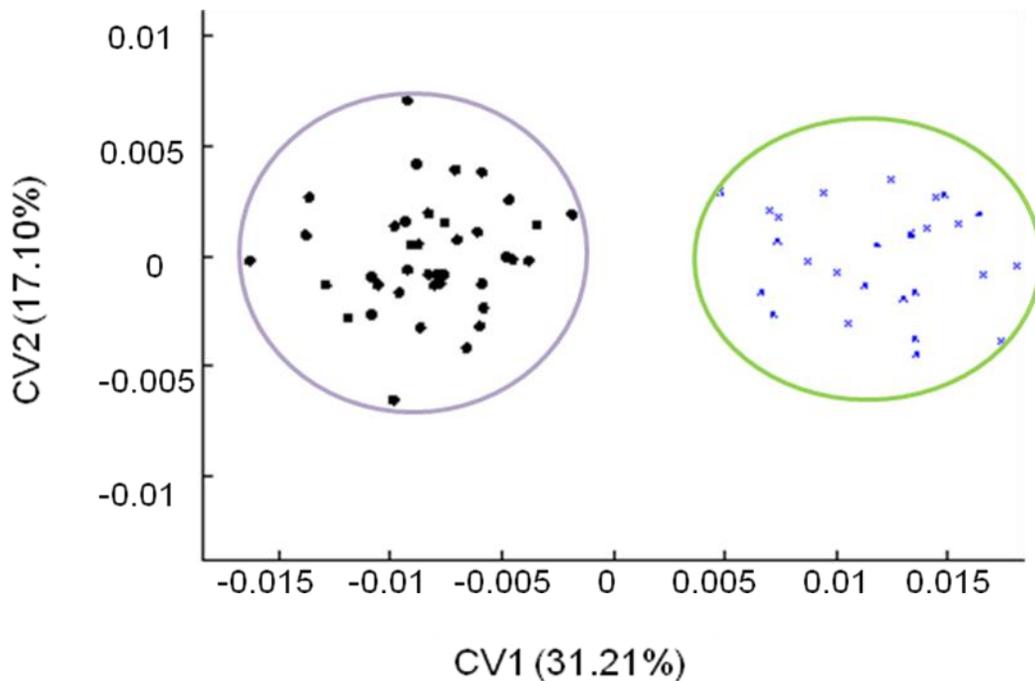


Figura 19. Ubicación de las dos especies en vista lateral del cráneo definidos por las variables canónicas 1 y 2 (CV1, CV2). x *Tlacuatzin canescens*, ● *Marmosa mexicana*.

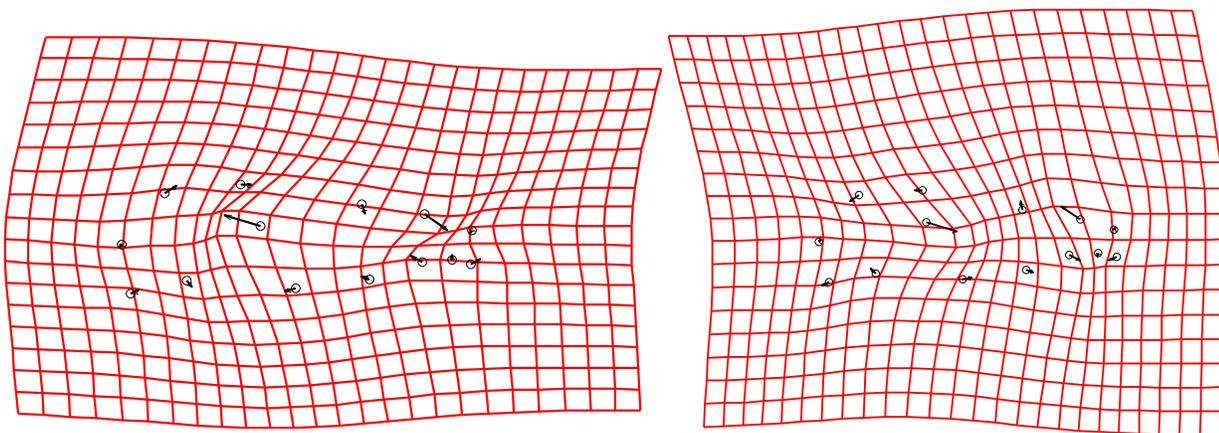


Figura 20. Vista lateral del cráneo de las dos especies en las rejillas de deformación. Izquierda *Marmosa mexicana*, derecha *Tlacuatzin canescens*.

Vista lateral del dentario.

El dentario también mostró ser distinto en cada ratón tlacuache ($P < 0.001$; cuadro 9), el mapa de dispersión discriminó correctamente los dos grupos analizados (Fig. 21). Mientras que la prueba F de Goodall aplicada entre las dos especies fue significativa $P < 0.001$ (cuadro 10). Las rejillas de deformación indican que el dentario de *M. mexicana* se alarga, en tanto que el dentario se acorta en *T. canescens* apreciándose una reducción en la región de los incisivos y el canino (Fig. 22).

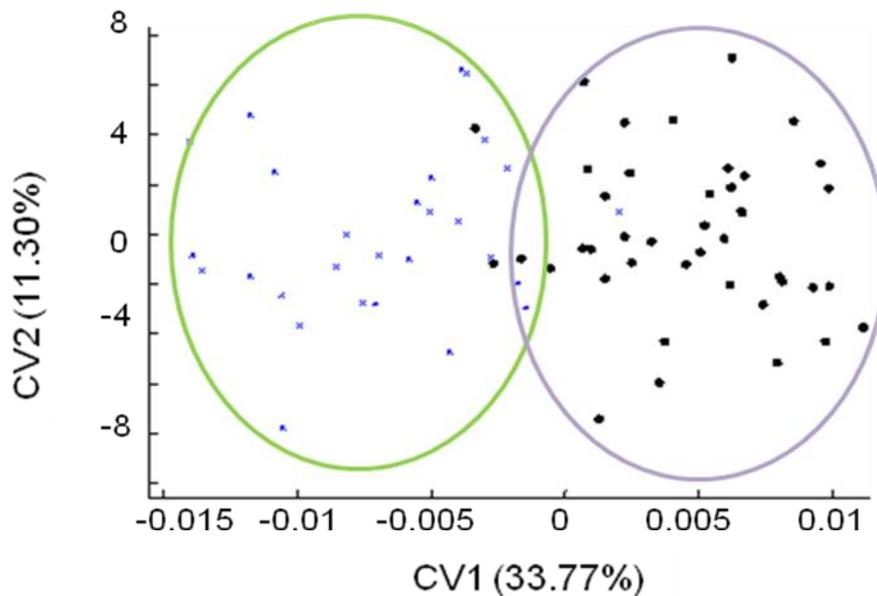


Figura 21. Ubicación de las dos especies en vista lateral del dentario definidos por las variables canónicas 1 y 2 (CV1, CV2). x *Tlacuatzin canescens*, ● *Marmosa mexicana*.

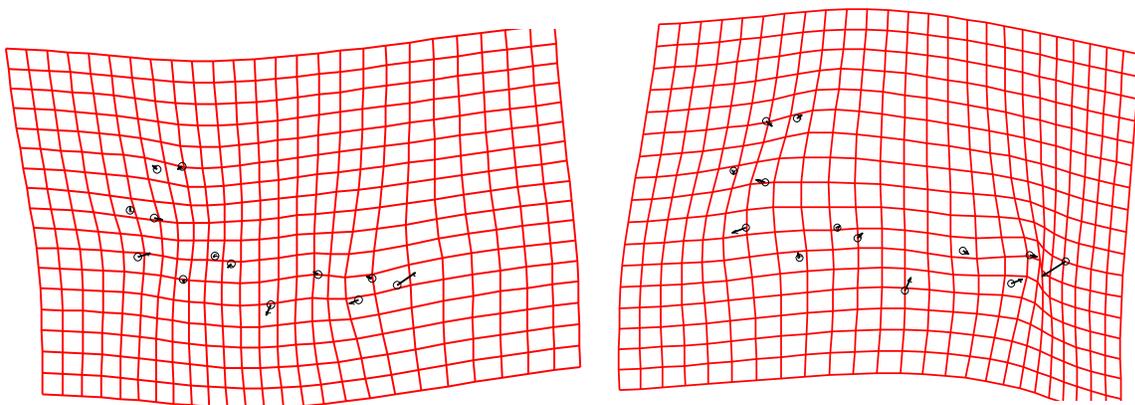


Figura 22. Vista lateral del dentario de las dos especies en las rejillas de deformación. Izquierda *Marmosa mexicana*, derecha *Tlacuatzin canescens*.

4.4 Medidas lineales.

Vista dorsal

Los resultados se muestran por vistas, comenzando con la vista dorsal, donde se evaluaron tres medidas lineales (Cuadro 11). Al comparar los machos con las hembras de *M. mexicana* encontramos que sólo el largo total presentó diferencia estadísticamente significativa $P = 0.025$. El cráneo de las hembras mostró ser en promedio un centímetro más pequeño que el de los machos. Mientras que la comparación de las tres medidas entre machos y hembras de *T. canescens* en la vista dorsal del cráneo no evidenció ninguna diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$; cuadro 11).

Cuadro 11. Medidas lineales en milímetros del cráneo en vista dorsal. El valor de P al centro es la comparación entre *Marmosa mexicana* y *Tlacuatzin canescens*.

Vista dorsal	♂ vs ♀ P	<i>M. mexicana</i>		P	<i>T. canescens</i>		♂ vs ♀ P
		♂	♀		♂	♀	
		\bar{X}			\bar{X}		
Longitud total	0.025	33.9 ± 0.3	34.2 ± 0.4	0.000	28.6 ± 0.4	28.7 ± 0.3	0.575
		34.1 ± 0.4			28.6 ± 0.4		
Ancho de la caja craneal	0.421	12.0 ± 0.4	11.9 ± 0.6	0.500	12.1 ± 0.7	12.0 ± 0.4	0.725
		11.9 ± 0.5			12.0 ± 0.6		
Longitud del rostro	0.052	13.1 ± 0.8	13.6 ± 0.9	0.000	8.2 ± 0.4	8.3 ± 0.4	0.323
		13.4 ± 0.9			8.2 ± 0.3		

Al comparar a *M. mexicana* con *T. canescens* se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en dos medidas, la longitud total y la longitud del rostro $P < 0.001$. El cráneo de *M. mexicana* es 17 % más largo que el de *T. canescens* (Fig. 23). El rostro de *M. mexicana* es 40% más largo que el de *T. canescens* (Fig. 24). La anchura de la caja craneal no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$; cuadro 11).

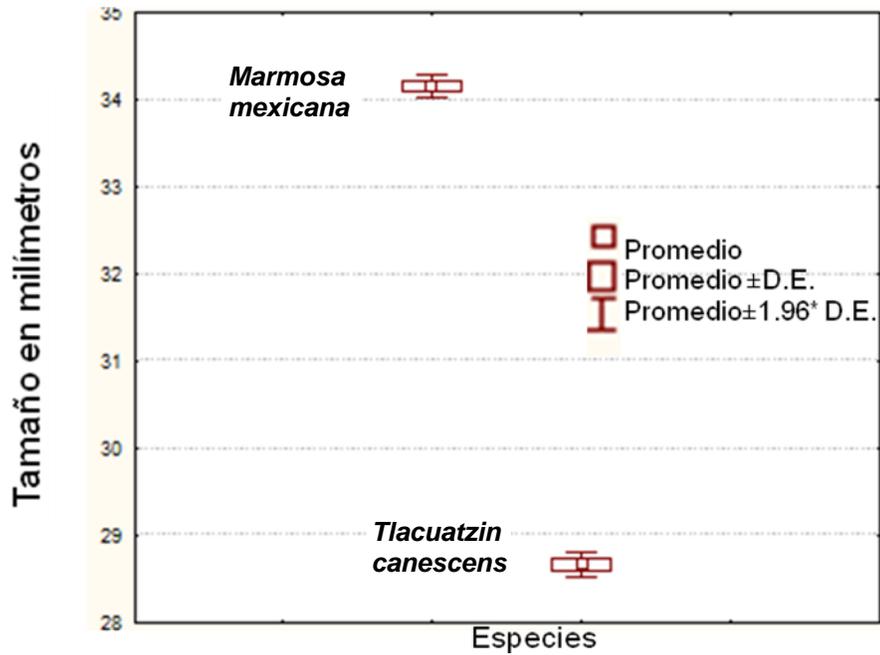


Figura 23. Longitud total del cráneo en vista dorsal de los dos ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

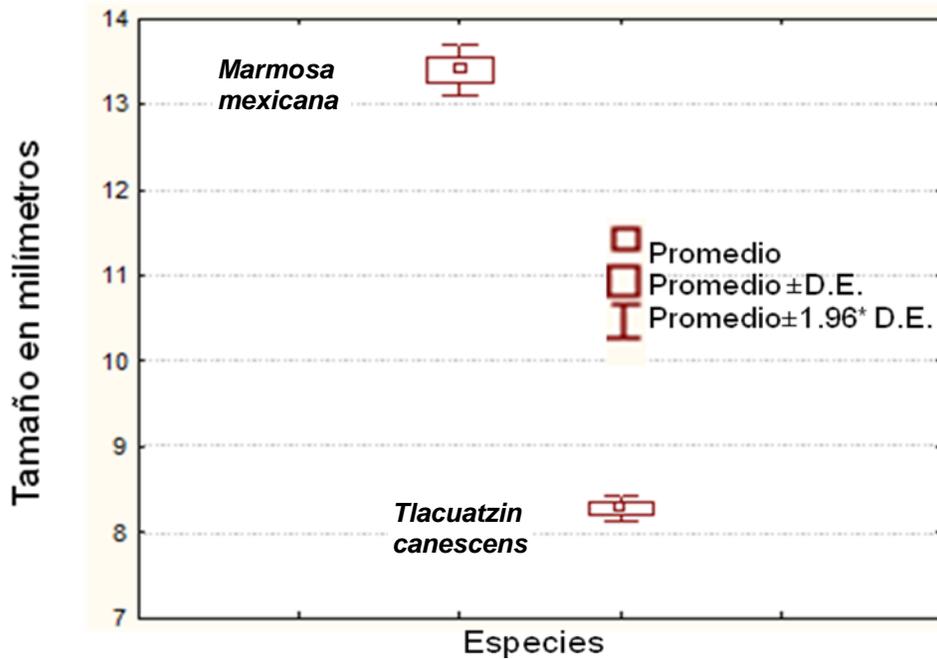


Figura 24. Longitud del rostro en vista dorsal de los dos ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

Vista ventral

Las dos medidas en la vista ventral, al comparar los machos con las hembras de *M. mexicana* no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$). El mismo resultado presentaron los machos y hembras de *T. canescens* (Cuadro 12).

Cuadro 12. Medidas lineales en milímetros del cráneo en vista ventral. El valor de P al centro es la comparación entre *Marmosa mexicana* y *Tlacuatzin canescens*.

Vista ventral	♂ vs ♀ P	<i>M. mexicana</i>		P	<i>T. canescens</i>		♂ vs ♀ P
		♂	♀		♂	♀	
		\bar{X}			\bar{X}		
Longitud condilobasal	0.531	29.5 ± 0.4	29.5 ± 0.2	0.000	25.3 ± 0.2	25.3 ± 0.1	0.922
		29.5 ± 0.3			25.3 ± 0.2		
Ancho del palatino	0.653	9.5 ± 0.4	9.5 ± 0.3	<0.000	8.8 ± 0.4	8.7 ± 0.2	0.293
		9.5 ± 0.4			8.8 ± 0.3		

Entre *M. mexicana* y *T. canescens* hay diferencias en las dos medidas, longitud condilobasal y ancho del palatino, estadísticamente significativa $P < 0.001$. La longitud condilobasal de *M. mexicana* es 16% más larga que la de *T. canescens*. Mientras que el ancho del palatino de *M. mexicana* es 8% más ancho que el de *T. canescens* (Fig. 25).

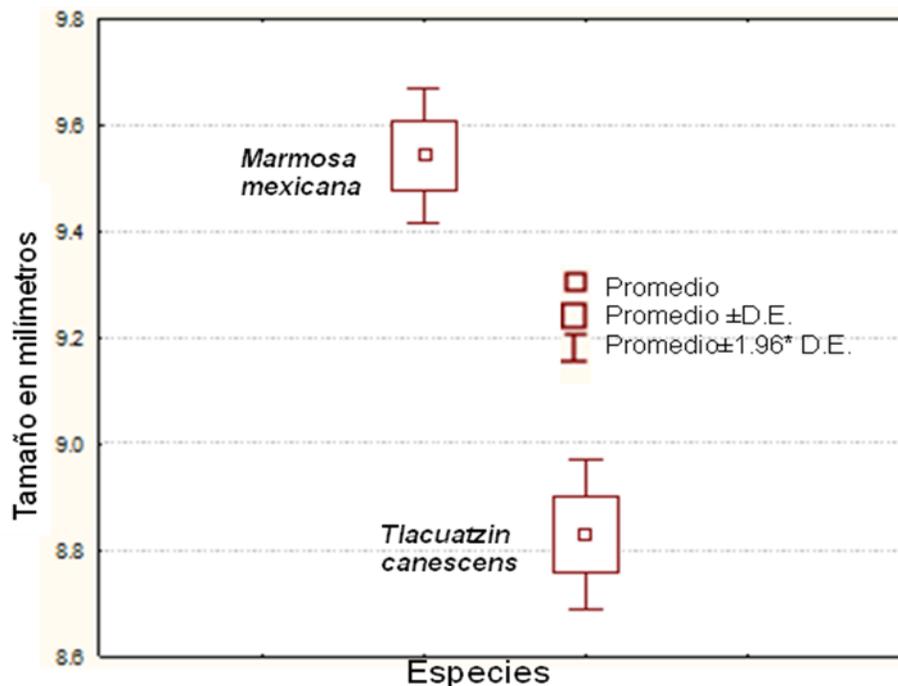


Figura 25. Ancho del palatino en vista ventral de los dos ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

Vista lateral.

En la vista lateral, la comparación de machos y hembras de *M. mexicana*, presentó diferencia significativa $P = 0.03$ en la altura de la caja craneana, siendo el cráneo de los machos 7% más alto que el de las hembras. La medida del premolar uno al molar cinco (PM1-M5) no mostro diferencia significativa $P > .05$ (Cuadro 13). Las dos medidas en machos y hembras de *T. canescens* no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$; cuadro 13).

Cuadro 13. Medidas lineales en milímetros del cráneo en vista lateral. El valor de P al centro es la comparacion entre *Marmosa mexicana* y *Tlacuatzin canescens*.

Vista lateral	♂ vs ♀	<i>M. mexicana</i>		P	<i>T. canescens</i>		♂ vs ♀
	P	♂	♀		♂	♀	P
		\bar{X}			\bar{X}		
Alto caja craneana	0.031	7.3 ± 0.6	6.8 ± 0.5	<0.000	10.0 ± 0.6	10.2 ± 0.8	0.529
		7.0 ± 0.6			10.1 ± 0.7		
PM1-M4	0.726	11.1 ± 0.3	11.2 ± 0.5	0.015	10.9 ± 0.9	10.4 ± 0.4	0.101
		11.1 ± 0.4			10.7 ± 0.8		

La comparación entre *M. mexicana* y *T. canescens* mostró diferencia estadísticamente significativa $P < 0.001$ (Cuadro 13) en la altura de la caja craneana. En *T. canescens* esta parte del cráneo es 31% mas alta que en *M. mexicana* (Fig. 26). La medida del PM1 al M5 también fue significativa $P = 0.01$, siendo la hilera dental de *M. mexicana* 4% más larga que la de *T. canescens* (Fig. 27).

Vista lateral del dentario

En la vista lateral del dentario se usaron tres medidas lineales (Cuadro 14). Al comparar los machos con las hembras de *M. mexicana* no encontramos diferencia significativa $P > 0.05$. Similarmente las tres medidas en los machos y las hembras de *T. canescens* no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$; cuadro 14).

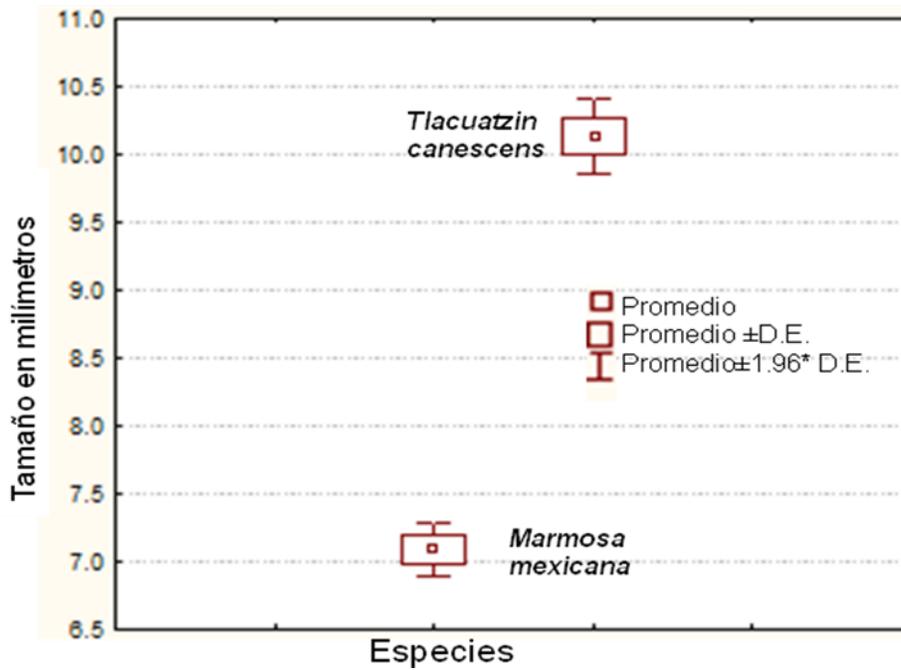


Figura 26. Altura de la caja craneal en vista lateral del cráneo de los dos ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

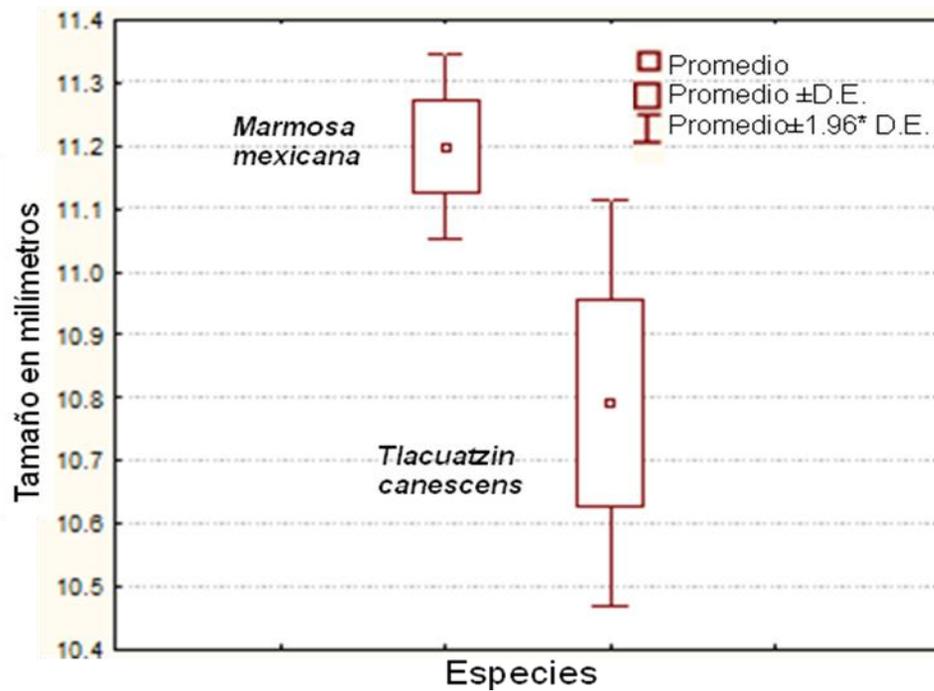


Figura 27. Longitud del PM1 al M5 vista lateral del cráneo de los dos ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

Cuadro 14. Medidas lineales en milímetros del dentario. El valor de P al centro es la comparación entre *Marmosa mexicana* y *Tlacuatzin canescens*.

Dentario	♂ vs ♀	<i>M. mexicana</i>		P	<i>T. canescens</i>		♂ vs ♀
	P	♂	♀		♂	♀	P
Largo total	0.360	\bar{X} 22.7 ± 0.2 22.7 ± 0.2 22.7 ± 0.2		0.000	\bar{X} 20.5 ± 0.2 20.5 ± 0.2 20.5 ± 0.2		0.939
Altura proceso coronoide I1 al foramen del mentón	0.909	8.8 ± 0.3	8.8 ± 0.4 8.8 ± 0.3	<0.000	8.1 ± 0.4	8.1 ± 0.4 8.1 ± 0.4	0.937
	0.352	4.2 ± 0.5	4.1 ± 0.3 4.2 ± 0.4	0.0014	3.8 ± 0.3	3.9 ± 0.3 3.8 ± 0.3	0.418

Entre *M. mexicana* y *T. canescens* hubo diferencia estadísticamente significativa en las tres medidas del dentario $P < 0.001$ (Cuadro 14). El largo total del dentario de *M. mexicana* resulto ser 10% más largo que el de *T. canescens*; El proceso coronoide de *M. mexicana* es 8% más alto que el de *T. canescens* y la separación del incisivo uno (i1) al foramen del mentón en *M. mexicana* es 10% más amplia que en *T. canescens* (Fig. 28).

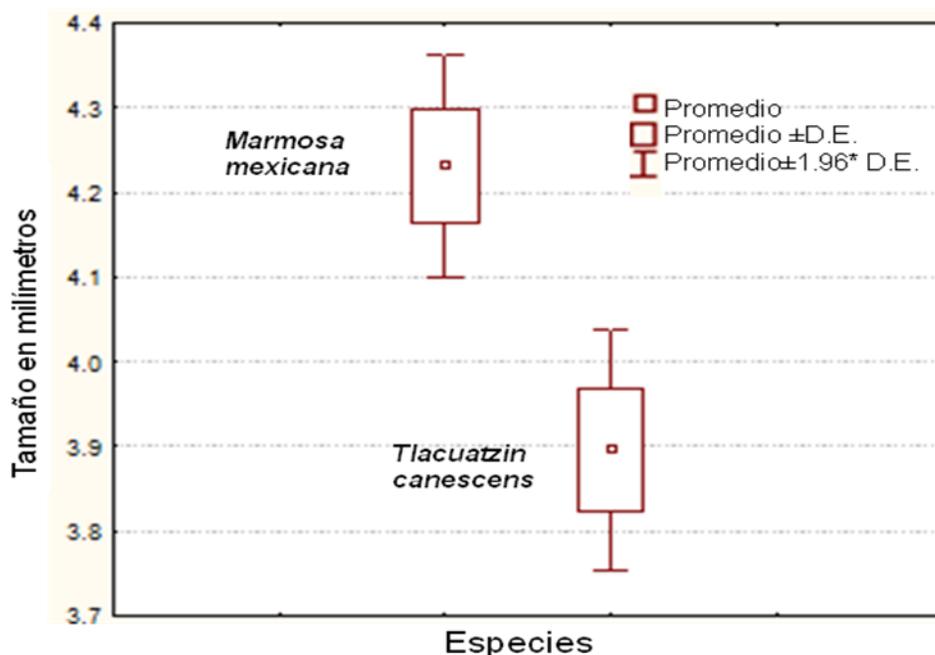


Figura 28. Longitud de la base del II sobre la base del dentario al foramen del mentón vista lateral del dentario de los dos ratones tlacuache mexicanos, ilustrado por gráfica de cajas.

V. DISCUSIÓN.

A pesar de las similitudes morfológicas generales fue posible revelar diferencias morfométricas en el cráneo y dentario de los dos ratones tlacuache. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en las cuatro vistas analizadas de estos elementos óseos; reflejándose en los mapas de dispersión, que en las tres vistas del cráneo (dorsal, ventral y lateral) las dos primeras variables canónicas son las que representan la mayor variación entre los dos grupos designados; de forma general que permite su distinción, mientras que para la vista lateral del dentario fueron las tres primeras variables canónicas las que presentaron la mayor variación, de tal forma hace distintas a las dos especies.

5.1 Variación morfométrica debido a la forma

Sexo

Dentro de la familia Didelphidae entre el 50% y 60% de las especies presentan dimorfismo sexual significativo en talla o forma del cráneo y en todos los casos los machos son más robustos que las hembras (Astúa, 2010; Hershkovitz, 1997; López-Fuster *et al.*, 2000; Pine *et al.*, 1985; Tyndale-Biscoe y Mackenzie, 1976; Ventura *et al.*, 1998). La variación en la forma del cráneo debido al sexo en *M. mexicana* fue significativa en la vista dorsal, al ser analizado por el CVA, de tal manera que los machos son distintos de las hembras. Este resultado es similar al obtenido por Astúa (2010) quien reportó dimorfismo sexual en la vista dorsal del cráneo de *M. mexicana*. Señalando también que en los marsupiales americanos puede observarse diferencias entre los machos y las hembras con base a su tamaño o en base a la forma, pero no ambos.

En *T. canescens*, el CVA mostró variación significativa en la forma del cráneo entre machos y hembras para la vista lateral, siendo la primera vez que se reporta diferencia en forma en esta especie endémica de México. En relación con la forma, se ha visto que en algunas especies de otros géneros (*Marmosa*, *Marmosops*, *Micoureus* y *Monodelphis*) de marsupiales pequeños, existe dimorfismo sexual; siendo marcada mayor la robustez de los machos sobre las hembras (Astúa, 2010; Pine, 1981, Voss y Jansa, 2009).

Entre las dos especies

A pesar del gran parecido en la forma del cráneo de las dos especies, asociado a sus afinidades filogenéticas (Astúa de Moraes *et al*, 2000), las diferencias mostradas permiten reconocer a cada especie de manera particular. El cráneo de *M. mexicana* muestra alargamiento del hocico, la región frontal y una compresión de la caja craneal; a diferencia del cráneo de *T. canescens* donde la zona frontal y el hocico es más corta y ancha, en tanto que la caja craneana se expande haciéndose robusta. Y es precisamente la región interorbital y dorsal de la caja craneal las que varían, y han sido usadas taxonómicamente dentro del género *Marmosa* (Rossi *et al*, 2010). Las láminas de deformación permitieron ubicar de manera visual, zonas del cráneo donde se hacen evidentes las diferencias en forma, mostrando características particulares de cada uno de los dos ratones tlacuache de México; diferencias reportadas previamente en otros didelfidos de mayor tamaño y relacionadas con sus hábitos alimenticios (Astúa de Moraes *et al*, 2000; Medellín, 1991) siendo una de las razones que posiblemente les permiten coexistir en las zonas donde su distribución se vuelve simpátrica.

Las diferencias en la forma del rostro entre las dos especies, sugiere, una estrecha relación con la masticación y los hábitos alimenticios, tanto *M. mexicana* como *T. canescens* se alimentan principalmente de artrópodos. Pero las diferencias evidentes en la forma del cráneo sugiere una dieta distinta, por ejemplo el cráneo corto y ancho que exhibe *T. canescens* le proporciona músculos masivos y mandíbulas anchas que le permitirían atrapar presas más grandes que él; característica que ha sido reportada en otros estudios con mamíferos (Martin *et al*, 2001; Milenkovi *et al*, 2010).

Mientras que las diferencias encontradas en el dentario muestran que este hueso en *M. mexicana* se alarga, en tanto que se acorta en *T. canescens*, apreciándose una reducción en la región donde se ubican los incisivos y el canino, en dirección a hacia el primer premolar (pm1). Por su parte Álvarez y Arroyo-Cabrales (1990) señalan que el dentario de *M. mexicana* es delgado por lo tanto más ligero que el de *T. canescens*. En suma las características encontradas están ligadas con la forma que presenta el cráneo, en específico con la región maxilar y permite tener mayores opciones para una identificación correcta de cada una de las especies.

5.2 Variación morfométrica debido al tamaño

Sexo

La evaluación del cráneo y dentario entre los machos y las hembras de *T. canescens* no presentó ninguna diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$). Sin embargo, la comparación entre machos y hembras de la especie *M. mexicana* mostró que el cráneo de los machos es en promedio significativamente mayor, al presentar una longitud total de un centímetro más largo y una altura de la caja craneana 7% más alta que en las hembras, confirmando la presencia de dimorfismo sexual con base en el tamaño reportado en trabajos previos con *Marmosa* (Alonso-Mejía, 1992; Astúa, 2010; López-Fuster *et al*; 2000; Rossi *et al*, 2010). Particularmente en *Marmosa* los machos son más grandes que las hembras especialmente en dimensiones del rostro, arco cigomático y grosor y longitud de los caninos (Rossi *et al*, 2010).

En la familia Didelphidae las diferencias en tamaño se marcan en la madurez y pueden relacionarse con diversificación de energía (periodos cortos de gestación y una larga lactancia) por lo que las hembras reducen su energía para el crecimiento siendo más pequeñas que los machos (Flores *et al*, 2003; Hershkovitz, 1997; Pine *et al*, 1985; Ventura *et al*, 1998), mientras que los machos continúan creciendo después de la madurez sexual (Alonso-Mejía, 1992; Astúa, 2010; Rossi *et al*, 2010)

Entre las dos especies

El tamaño centroidal mostró que sólo la vista lateral del cráneo probó ser significativamente diferente ($P= 0.0008$) y la gráfica de cajas ilustró a *M. mexicana* como la de mayor tamaño con respecto a *T. canescens*, de tal manera que podemos diferenciar a los dos ratones tlacuache mexicanos mediante el tamaño. Siendo complementado y confirmado con los resultados de las medidas lineales indican que el cráneo de *M. mexicana* es 17 % más largo que el de *T. canescens*; el rostro de *M. mexicana* es 40% más largo que el de *T. canescens*; Mientras que el palatino de *M. mexicana* es 8% más ancho que el de *T. canescens*; en la altura de la caja craneana *T. canescens* fue 31% más alta que en *M. mexicana*; la longitud total del dentario de *M. mexicana* resultó ser 10% más largo que el de *T. canescens* y la separación del incisivo uno (i1) al foramen del mentón en *M. mexicana* es 10% más amplia que en *T. canescens*.

De tal forma que un cráneo de *M. mexicana* será de mayor tamaño que el de *T. canescens* y presentará características particulares como el alargamiento del rostro, compresión de la caja craneana y alargamiento del dentario, muy similar a las formas de otras marmosas y otros géneros como *Glironia*, *Micoureus*, *Monodelphis* y algunas especies de *Marmosops*; en contraste *T. canescens* presentará ensanchamiento y reducción del cráneo y acortamiento del dentario, características que lo harán más pequeño que *M. mexicana*, pero muy similar a las formas que presentan los cráneos de géneros como *Hyladelphys*, *Cryptonanus*, *Gracilinanus*, *Lestodelphys* y algunas especies de *Marmosa* (Martin, 2005; Rossi *et al.*, 2010; Voss y Jansa, 2003, 2009).

Por lo tanto se pueden evidenciar las diferencias presentes en ambas especies y a partir de ellas inferir las implicaciones que tienen en sus modos de vida y sus tendencias filogenéticas (Astúa de Moraes *et al.*, 2000; Lemos y Cerqueira, 2002; Medellín, 1991). En general, es evidente que las especies con cráneos anchos y músculos maseteros robustos se alimenten principalmente de comidas duras, mientras que las especies con cráneos alargados pero músculos robustos son depredadoras cuyas presas son blandas, rápidas y podrían escapar (Medellin, 1991).

Es probable que organismos pequeños coman alimentos más pequeños pero con mayor contenido energético, mientras que los de mayor tamaño tienden a comer mayor cantidad de alimento pero con menos contenido energético, como respuesta a sus características fisiológicas, fenómeno que se ha visto en roedores (Abiadh *et al.*, 2010; Rodríguez, 2007) y murciélagos (Marchan-Rivadeneira *et al.*, 2010; Sztence *et al.*, 2009).

En los ratones tlacuache se observan variaciones morfológicas como parte de su adaptación a hábitats muy variados y a hábitos muy diversos, que explotan diferentes recursos en formas distintas, lo cual permite su coexistencia a nivel local (Medellin, 1991). Por ejemplo en Venezuela las poblaciones de *Marmosa robinsoni* que se encuentran asociadas a áreas de cultivo y vegetación secundaria muestran un cráneo de mayor tamaño con respecto a las

poblaciones que habitan en bosques y selvas, debido a que los insectos, la base de su dieta, son más abundantes en zonas de cultivo y vegetación perturbada (López-Fuster *et al*, 2000).

5.3 Los ratones tlacuache en zona de simpatria.

El tamaño corporal en *Marmosa* ha sido señalado como una característica muy importante, en el proceso de repartición de recursos (López-Fuster *et al.*, 2000) ya que varias especies tienen distribuciones simpátricas en el centro y sur de América. En México los ratones tlacuache supuestamente viven en simpatria desde la parte sur del estado de Puebla, el sureste de Oaxaca, pasando por Chiapas hacia la península de Yucatán. En el estado de Chiapas se ha reportado que *T. canescens* se encuentra en la zona central del estado y *M. mexicana* habita la planicie costera y la parte norte del estado (Álvarez del Toro, 1977). Sin embargo la distribución particular de las dos especies en el estado no ha sido analizada.

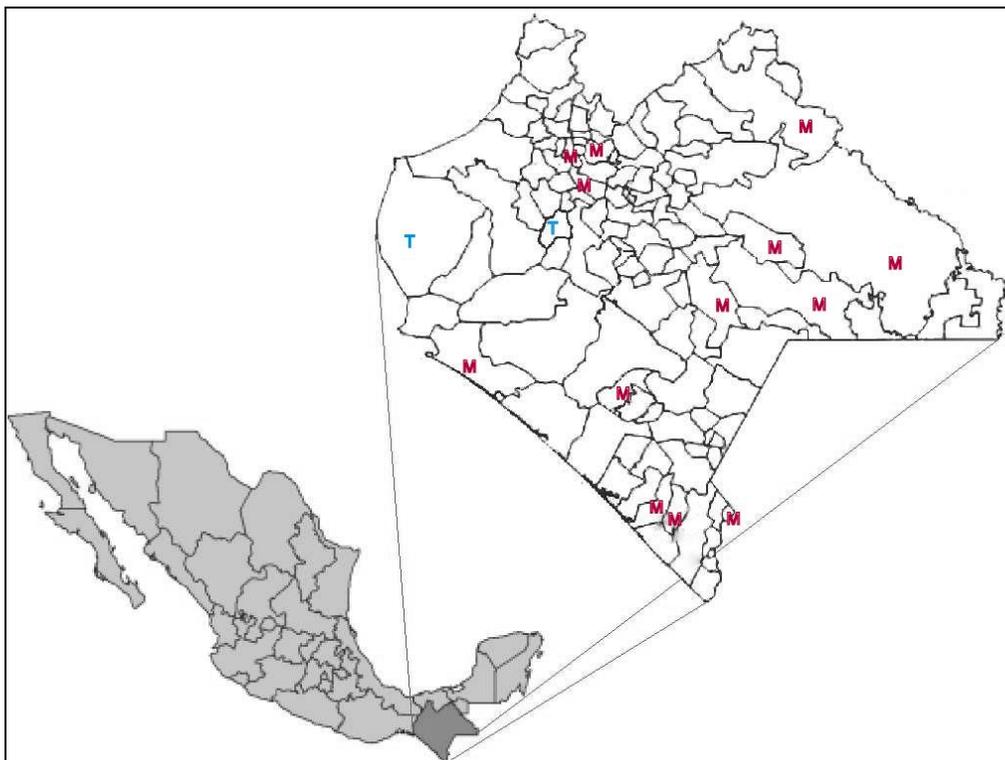


Figura 29. Municipios con registros de ejemplares colectados y depositados en colecciones nacionales y extranjeras de ratones tlacuache, para el estado de Chiapas. M= *Marmosa mexicana*, T= *Tlacuatzin canescens*.

Los ejemplares de los dos ratones tlacuache analizados aquí provienen de distintos estados y diversas localidades. Sin embargo en donde su distribución se vuelve simpátrica, no encontramos ejemplares de *M. mexicana* y *T. canescens* colectados para la misma localidad. Los resultados mostraron que son dos especies que presentan diferencia notable en tamaño y forma a pesar de ser fenotípicamente similares. Las particularidades de cada uno reflejan distintos usos de los recursos y ello reduce la competencia interespecífica en las zonas donde su distribución es simpátrica.

Cuando dos especies similares fenotípicamente coexisten en una misma área, se ha reportado que tienden a producir diferencias notables en tamaño, producto de la competencia por los recursos, estas diferencias en tamaño son mayores entre poblaciones simpátricas que entre alopátricas, fenómeno llamado desplazamiento de caracteres (Brown, 2003; Woodman, 2005). Cabe mencionar que la competencia entre especies es frecuente, pero no necesariamente siempre, la explicación más probable de este patrón.

Actualmente se desconoce lo que sucede con las dos especies en el área donde su distribución se vuelve simpátrica, por lo que la integración de información generada en distintas áreas es necesaria para una mejor comprensión de ambas especies.

VI. CONCLUSIÓN.

Después de comparar y evaluar el cráneo y dentario de los dos ratones tlacuache, encontramos diferencias estadísticamente significativas en forma y tamaño que hacen a estas dos especies morfológica y morfométricamente distintas.

Los machos de *M. mexicana* son de mayor tamaño que las hembras. No se encontro diferencias en tamaño entre machos y hembras de *T. canescens*.

La forma del cráneo de los machos de *T. canescens* fue distinta a la de las hembras en la vista lateral. Mientras que en *M. mexicana* las hembras se diferenciaron de los machos en la vista ventral del cráneo.

La forma del cráneo de *M. mexicana* es larga y estrecha en la región del rostro; mientras que el cráneo en *T. canescens* es masivo al tener un rostro corto y de mayor amplitud.

El ratón tlacuache de mayor tamaño fue *M. mexicana* que presenta un rostro más alargado, en contraste con *T. canescens* que tiene un rostro mucho más cortó.

Se probó que esta metodología es de bajo costo y puede ser utilizada como una opción para la distinción de especies morfológicamente similares.

Literatura citada.

- Abiadh A., P. Colangelo, E. Capanna, T. Lamine-Cheniti y M. Chetoui., 2010. Morphometric analysis of six *Gerbillus* species (Rodentia, Gerbillinae) from Tunisia. *Comptes Rendus Biologies*, 333: 680-687
- Alonso-Mejia y R. Medellín., 1992. *Marmosa mexicana*. *Mammalian Species* 421: 1-4
- Álvarez del Toro M., 1977. Los mamíferos de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 147 pág.
- Álvarez T., 1963. The Recent Mammals of Tamaulipas, México. *University of Kansas Publications Museum Natural History* 14 (15): 363-473
- Álvarez T. y J. Arroyo-Cabrales, 1990. Variación osteométrica de *Marmosa* (Didelphidae: Marsupialia) del reciente y Pleistoceno de Yucatán, México, con descripción de una nueva especie. *Instituto Nacional de Antropología e Historia, colección científica* 188: 333-345
- Álvarez T. y N. Sánchez-Casas, 1997. Contribución al conocimiento de los mamíferos, excepto Chiroptera y Rodentia, de Michoacán, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.*, México, 42: 47-74
- Álvarez T., N. Sánchez-Casas y A. Ocaña, 1998. La mastofauna de la región de Tlaxiaco, Morelos, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 43: 51-66
- Aranda M. e I. March, 1987. Guía de los mamíferos silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de investigaciones sobre recursos bióticos. Xalapa, Veracruz. 149 Pág.
- Astúa De Moraes D., M. Hingst-Zaher y R. Cerqueira. 2000. A geometric morphometric analysis of cranial and mandibular shape variation of Didelphid marsupials. *Hystrix*, 10: 115-130

- Astúa D., 2010. Cranial sexual dimorphism in new world marsupials and a test of Rensch's rule in Didelphidae. *Journal of Mammalogy*, 91 (4): 1011-1024
- Baker R. H. y D. Womochel, 1966. Mammals from southern, Oaxaca. *Southwestern Naturalist*, 11:306
- Barciová L., 2009. Advances in insectivore and rodents systematic due to geometric morphometrics. *Mammal Review*, 39 (2): 80-91
- Biggers J. D., H. I. Fritz, W. C. Hare y R.A. McFeely. 1965. Chromosomes of American marsupials. *Science*, 148 (3677): 1602-1603
- Brown J., 2003. Macroecología. Fondo de Cultura Económica. México. 397 pág.
- Ceballos G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. Fundación ecológica de Cuixmala, A.C. Universidad Nacional Autónoma de México. 502 pág.
- Ceballos G., 2005. *Tlacuatzin canescens*. Pp. 100-101, en: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos G. y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica. México. 986 pág.
- Cervantes A. F. y L. Yépez , 1995. Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, coastal Oaxaca. Mexico. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 66(1): 113-122
- Engstrom M. D. y A. L. Gardner., 1988. Karyotype of *Marmosa canescens* (Marsupialia: Didelphidae): a mouse opossum with 22 chromosomes. *Southwestern Naturalist* 33: 231-233
- Flores D., N. Giannini y F. Abdala., 2003. Cranial ontogeny of *Leutreolina crassicaudata* (Didelphidae): a comparison with *Didelphis albiventris*. *Acta Theriologica* 48 (1): 1-9

Gardner A., 2005. Orden Didelphimorphia. Pp. 15-23 en *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. (Wilson D. E. y D. M. Reeder. Eds.) Johns Hopkins University Press. 2 142 pag.

Genoways H. y J. Knox, 1973. Notes of some mammals from Jalisco, Mexico. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 9: 1-22

Hall E. R. y W. W. Dalquest, 1963. The mammals of Veracruz. *University of Kansas Publications, Museum Natural History* 14: 165-362

Hershkovitz P., 1997. Composition of the Family Didelphidae Gray, 1821 (Didelphoidea: Marsupialia), with a review of the Morphology and behavior of the Included Four-Eyed pouched opossum of the genus *Phinlander* Tiedemann, 1808. *Fieldiana Zoology* 86: 1-103

Hood C., 2000. Geometric Morphometric approaches to the study of sexual size dimorphism in Mammals. *Hystrix* 11 (1):77-90

Ingles L. G., 1958. Notas acerca de los mamíferos mexicanos. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 29: 379-408

Jones J. y T. Álvarez, 1964. Additional records of mammals from the Mexican state of San Luis Potosi. *Journal of Mammalogy*, 45:302-303

Jones J., H. Genoways. y J. Smith, 1974. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. III. Marsupialia, Insectivora, Primates, Edentata, Lagomorpha. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University* 23:1-11

Kowalski K., 1981. Mamíferos, manual de teriología. H. Blume ediciones Madrid, España. 532 pag.

Lemos B. y R. Cerqueira, 2002. Morphological differentiation in the White-eared opossum group (Didelphidae: *Didelphis*). *Journal mammalogy* 83 (2):354-369

Loomis R. B. y R. Stephens, 1962. *Marmosa canescens* en Sonora, México. *Journal of Mammalogy* 43:111

Lopez-Fuster M. J., R. Perez-Hernandez, J. Ventura y Mercedes Salazar, 2000. Effect of environment on skull-size variation in *Marmosa robinsoni* in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 81 (3): 829-837

Lopez-Fuster M. J., R. Perez-Hernandez, J. Ventura y Mercedes Salazar, 2008. Morphometrics of genus *Caluromys* (Didelphimorphia: Didelphidae) in northern South America. *Orsis* 23: 97- 114

Marchan-Rivadeneira M., C. J. Phillips, R. Strauss, J. A. Guerrero, C. A. Moncada y R. J. Baker., 2010. Cranial differentiation of fruit-eating bats (genus *Artibeus*) based on size- standardized data. *Acta Chiroptereologica* 12 (1):143-154

Martin G., 2005. Intraspecific variation in *Lestodelphys Halli* (Marsupialia: Didelphimorphia). *Journal of Mammalogy* 86 (4): 793-802

Martin R. E., R. Pine y A. DeBlase., 2001. A Manual of Mammalogy with keys to families of the world. Mc Graw Hill. New York. 333pag.

Medellín R., 1991. Ecomorfología del cráneo de cinco didélfidos: tendencias, divergencias e implicaciones. *Anales del Instituto de Biología, Universidad nacional Autónoma de México, serie zoología*, 62: 269-286

Medellín R., 2005. *Marmosa mexicana*. Pp. 98-99, en: Los mamíferos silvestres de México (Ceballos G. y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica. México. 986 Pág.

Merriam C. Hart., 1898. Mammals of Tres Marias Island, off western Mexico. *Proceedings of biological society of Washington*, 11:13-19

Milenkovic M., V. J. Sipetic, J. Blagojevic, S. Tatovic y M. Vujosevic., 2010. Skull variation in Dinaric-Balkan and Carpathian gray wolf populations revealed by geometric morphometric approaches. *Journal Mammalogy*, 91 (2): 376-386

Mora J., 2000. Mamíferos silvestres de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia San Jose, Costa Rica. 220 pag.

Nowak M. y J. L. Paradiso., 1983. Walker's Mammals of the world. The Johns Hopkins University press. Vol. 1 y 2. 1362 pag.

Ospina S., 2010. Análisis ecomorfológico del aparato masticador de *Myotis vivesi* (Chiroptera: Vespertilionidae). Tesis profesional de Maestría en Ciencias Biológicas-UNAM Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México. 100 pag.

Pine H. R., 1981. Reviews of the mouse opossums *Marmosa parvidens* Tate and *Marmosa invicata* Goldman (Mammalia: Marsupialia: Didelphidae) with description of a new species. *Mammalia* 45 (1): 55-70

Pine H. R., P. Dalby y J. Matson., 1985. Ecology, posnatal development, morphometrics, and taxonomic status of the short-tailed opossum, *Monodelphis dimidiata*, an apparently semelparous annual marsupial. *Annals of Carnegie Museum* 54: 195-231

Pozo de la Tijera C. y J. E. Escobedo, 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*. 47 (1-2): 251-262

Quinto M., 2010. Morfometría geométrica craneofacial de México: procesos microevolutivos y contextos históricos. Tesis profesional de Maestro en Antropología. Facultad de Filosofía y Letras Instituto de Investigaciones Antropológicas Posgrado en Antropología. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México. 219 pag.

Ramírez-Pulido J. y C. Sánchez H., 1972. Regurgitaciones de lechuza, procedentes de la cueva del cañon del zopilote, Guerrero, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 23: 107-112

Ramírez-Pulido J., J. Arroyo C. y A. Castro-Campillo., 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21 (1): 21-82

Reid F. A., 1997. A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. Oxford University Press. New Cork. 333pag.

Rodríguez A., 2007. Descripción morfométrica del aparato bucal de cinco especies de roedores múridos del Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. Tesis profesional de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales (Biodiversidad del Neotrópico). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. 61 pag.

Rohlf F. J., 1990. Morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 299-316

Rohlf F. J., 2009. Morphometric software (data acquisition, generalized Procrustes analysis, Multivariate multiple regression of shape onto independent variables, Relative warps analysis, Thin-plate spline, utilities). Department of Ecology and Evolution. SUNY at Stony Brook, New York. Disponible en: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

Rossi R., R. Voss y D. P. Lunde, 2010. A revisión of the didelphid marsupial genus *Marmosa*. Part 1. The species in Tate's "Mexicana" and "Mitis" sections and other closely related forms. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 334: 1-83

Sánchez-Hernández C. y G. Gaviño De La torre., 1988. Registro de tres especies de mamíferos para la región central y occidental de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 58: 477-478

Sheets, H. D., 2004. Morphometric software IMP-Integrate Morphometrics Package, Department of Physics, Canisius Collage, Main St. Buffalo, New York. Disponible: <http://www.canisius.edu/~sheets/morphsoft.html>

Solari S., 2002. Sistemática de *Thylamys* (Mammalia: Didelphimorphia: Marmosidae). Un estudio de las poblaciones asignadas a *Thylamys elegans* en Perú. Tesis profesional de Magíster en Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad de Posgrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Peru. 93 pag.

Sztencel-Jablonka, G. Jones y W. Bogdanowicz., 2009. Skull morphology of two cryptic bat species: *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*- a 3D geometric morphometrics approach with landmark reconstruction. *Acta Chiroptereologica* 11 (1): 113-126

Svartman M., 2009. American marsupials chromosomes: Why study them? *Genetics and Molecular Biology* (online) 32 (4): 675-687

Tate G. H., 1933. A systematic revision of the marsupial genus *Marmosa*, with a discusión of the adaptive radiation of the murine opossums (*Marmosa*). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 66: 137-144

Tribe C. J., 1990. Dental age classes in *Marmosa incana* and other didelphoids. *Journal of Mammalogy* 71:566-569

Tyndale-Biscoe y R. B. Mackenzie., 1976. Reproduction in *Didelphis marsupialis* and *D. albiventris* in Colombia. *Journal of Mammalogy* 57: 249-265

Vargas G., 2010. Morfometría funcional del ratón de abazones *Heteromys desmarestianus* en ecosistemas tropicales de la región de los Tuxtlas, Veracruz Tesis Maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 168 pag.

Ventura J., R. Perez-Hernandez y M. J. López-Fuster., 1998. Morphometric assessment of the *Monodelphis brevicaudata* group (Didelphimorphia: Didelphidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 79 (1): 104-117

Villa-Ramírez B., 1991. El Tlacuatzin o ratón tlacuache *Marmosa canescens canescens* (Marsupialia: Didelphidae) en una localidad nueva del estado de Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 62 (1): 147-150

Voss R. y S. Jansa., 2003. Phylogenetic studies on Didelphid Marsupials II. Nonmolecular data and new IRBP sequences: separate and combined analyses of Didelphine relationships with denser taxon sampling. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 276: 1-82

Voss R. y S. Jansa., 2009. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of new world metatherian mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 322: 1-177

Woodman N., 2005. Size evolution in Goodwin's small-eared shrew, *Cryptotis goodwini* (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae). *Special publication of the international society of shrew biologists, advances in the biology of shrews* II 1: 125-138

Zarza H., G. Ceballos y M. A. Steele., 2003. *Marmosa canescens*. *Mammalian Species* 725: 1-4

Zelditch M.L., Swiderski D. L., Sheets H. D., Fink W. L., 2004. Geometric morphometric for biologist: a primer. London Academic Press.

Apéndice 1.

Lista de ejemplares examinados de *M. mexicana* y *T. canescens*, y acrónimos de las colecciones donde están depositados. Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM. (CNMA); Colección de Mamíferos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB); Colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC-M) y colección de mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAMI).

	<i>Marmosa mexicana.</i>	Sexo	Preservación	Estado	Categoría
1	CNMA 15	♀	Piel/cráneo	Chiapas	6
2	CNMA 8143	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	6
3	CNMA 8970	♂	Piel/cráneo	Chiapas	7
4	CNMA 29408	♂	Piel/esqueleto	Oaxaca	6
5	CNMA 29409	♂	Piel/esqueleto	Oaxaca	6
6	CNMA 29410	+	Piel/esqueleto	Oaxaca	6
7	CNMA 29411	+	Piel/esqueleto	Oaxaca	6
8	CNMA 30794	♂	Piel/esqueleto	Campeche	5
9	CNMA 30795	+	Piel/esqueleto	Campeche	6
10	CNMA 34215	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	5
11	CNMA 34216	+	Piel/esqueleto	Veracruz	7
12	CNMA 34217	+	Piel/esqueleto	Veracruz	7
13	CNMA 35315	♂	Piel/cráneo	Oaxaca	6
14	CNMA 37265	+	Piel/esqueleto	Campeche	6
15	CNMA 45104	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	6
16	CNMA 45105	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	6
17	CNMA 45106	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	6
18	CNMA 45107	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	6
19	CNMA 45108	♂	Piel/esqueleto	Veracruz	7
20	ENCB 16150	♂	Piel/cráneo	Veracruz	
21	ENCB 3412	+	Piel/cráneo	Oaxaca	5
22	MZFC-M 05171	+	Solo cráneo	Quintana Roo	6
23	MZFC-M 04258	♂	Piel /cráneo	Chiapas	6
24	MZFC-M 6984	♂	Piel/esqueleto	Chiapas	7
25	MZFC-M 6952	+	Piel/esqueleto	Chiapas	7
26	MZFC-M 7716	+	Piel/esqueleto	Oaxaca	6
27	MZFC-M 7782	+	Piel/esqueleto	Oaxaca	6
28	MZFC-M	♂	Solo cráneo	Hidalgo	7
29	MZFC-M	♂	Solo cráneo	Veracruz	7
30	UAMI 248	♂	Piel/cráneo	Puebla	3
31	UAMI 2934	+	Piel/cráneo	Puebla	6
32	UAMI 2935	+	Piel/cráneo	Puebla	6
33	UAMI 3718	♂	Piel/cráneo	Puebla	6
34	UAMI 3719	♂	Piel/cráneo	Puebla	6
35	UAMI 3720	+	Piel/cráneo	Puebla	6
36	UAMI 11569	+	Piel/cráneo	Hidalgo	6
37	UAMI 11570	+	Piel/cráneo	Hidalgo	6
38	UAMI 11571	♂	Piel/cráneo	Hidalgo	5
39	UAMI 11572	♂	Piel/cráneo	Hidalgo	6
40	UAMI 11573	+	Piel/cráneo	Hidalgo	6
41	UAMI 11574	♂	Piel/esqueleto	Hidalgo	6
42	UAMI 11575	+	Piel/esqueleto	Hidalgo	6
43	UAMI 11576	+	Piel/esqueleto	Hidalgo	6
44	UAMI 11577	♂	Piel/esqueleto	Hidalgo	6
45	UAMI 11578	♂	Piel/esqueleto	Hidalgo	6
46	UAMI 13198	♂	Piel/cráneo	Oaxaca	6
47	UAMI 13199	♂	Piel/cráneo	Puebla	5
48	UAMI 13200	+	Piel/cráneo	Puebla	7
49	UAMI 13201	♂	Piel/cráneo	Puebla	5

Continúa apéndice 1.

50	UAMI 13202	○	Piel/cráneo	Veracruz	6
51	UAMI 13203	○	Piel/cráneo	Veracruz	3
52	UAMI 13204	○	Piel/cráneo	Veracruz	5
53	UAMI 14594	○	Piel/cráneo	Hidalgo	6
54	UAMI 14595	○	Piel/cráneo	Hidalgo	6
55	UAMI 14596	○	Piel/cráneo	Hidalgo	6
<i>Tlacuatzin canescens.</i>					
1	CNMA 5720	○	Piel/cráneo	Sinaloa	6
2	CNMA 7557	○	Piel/esqueleto	Chiapas	4
3	CNMA 11906	○	Piel/cráneo	Jalisco	6
4	CNMA 13636	○	Piel/cráneo	Nayarit	7
5	CNMA 13939	○	Piel/cráneo	Jalisco	6
6	CNMA 13940	○	Piel/cráneo	Jalisco	6
7	CNMA 16495	?	Solo esqueleto	Colima	6
8	CNMA 27512	○	Piel/cráneo	Nayarit	6
9	CNMA 27514	○	Piel/cráneo	Morelos	7
10	CNMA 35151	○	Piel/esqueleto	Nayarit	6
11	CNMA 39092	○	Piel/esqueleto	Oaxaca	7
12	CNMA 45132	○	Piel/esqueleto	Jalisco	4
13	CNMA 45133	○	Piel/esqueleto	Jalisco	6
14	CNMA 45134	○	Piel/esqueleto	Jalisco	6
15	CNMA 45135	○	Piel/esqueleto	Jalisco	6
16	ENCB 9175	○	Piel/cráneo	Michoacán	7
17	ENCB 9176	○	Piel/cráneo	Michoacán	6
18	ENCB 19109	○	Piel/cráneo	Morelos	7
19	ENCB 4346	○	Piel/cráneo	Puebla	7
20	ENCB 23252	○	Piel/cráneo	Edo. De México	6
21	ENCB 32778	○	Piel/esqueleto	Edo. De México	6
22	ENCB 35793	○	Piel/esqueleto	Guerrero	6
23	ENCB 25316	○	Piel/esqueleto	Michoacán	6
24	ENCB 26195	○	Piel/esqueleto	Michoacán	7
25	ENCB 32195	○	Piel /esqueleto	Michoacán	
26	ENCB 35421	○	Piel/esqueleto	Guerrero	6
27	ENCB 35794	○	Solo esqueleto	Guerrero	6
28	ENCB 3640	○	Piel/cráneo	Oaxaca	6
29	ENCB 4497	○	Piel/cráneo	Colima	6
30	ENCB 32951	○	Piel/esqueleto	Jalisco	6
31	ENCB 32952	○	Piel/cráneo	Jalisco	5
32	MZFC-M 9512	○	Piel/cráneo	Michoacán	6
33	MZFC-M	○	Piel/cráneo	Guerrero	6
34	UAMI 10417	○	Piel/cráneo	Jalisco	6
35	UAMI 10418	○	Piel/cráneo	Jalisco	3
36	UAMI 10419	○	Piel/cráneo	Jalisco	3
37	UAMI 10420	○	Piel/cráneo	Jalisco	3
38	UAMI 10421	○	Piel/cráneo	Jalisco	3
39	UAMI 15621	○	Piel/esqueleto	Nayarit	6

NOTA. Los ejemplares que carecen de número de catálogo, no habían sido ingresados a sus respectivas colecciones al término de este trabajo.