



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL, UNIDAD OAXACA.**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE
RECURSOS NATURALES (BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)**

**Descripción morfométrica del aparato bucal de cinco especies
de roedores múridos del Municipio de Santiago Comaltepec,
Oaxaca.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS**

P R E S E N T A:

BIOL. ARISBE RODRÍGUEZ ALAMILLA

DIRECTOR:

M en C. José Antonio Santos Moreno

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México

Noviembre 2007



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 11:00 horas del día 5 del mes de Noviembre del 2007 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **"Descripción morfométrica del aparato bucal de cinco especies de roedores múridos del Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca".**

Presentada por la alumna:

Rodriguez
Apellido paterno

Alamilla
materno

Arisbe
nombre(s)

Con registro:

B	0	5	1	3	2	6
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**


Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis:


M. en C. José Antonio Santos Moreno


M. en C. Sonia Trujillo Argueta


M. en C. Graciela Eugenia González Pérez


Dr. Gabriel Ramos Fernández


Dr. Joaquín Arroyo Cabrales


Dra. Aurora Alondra Castro Campillo

LA PRESIDENTA DEL COLEGIO


Dra. María del Rosario Arnaud Viñas





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 31 del mes Octubre del año 2007, el (la) que suscribe **RODRÍGUEZ ALAMILLA ARISBE** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B051326**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del M. en C. José Antonio Santos Moreno y cede los derechos del trabajo titulado: **“Descripción morfométrica del aparato bucal de cinco especies de roedores múridos del Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca.”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: posgradoax@ipn.mx ó aris_en@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Rodríguez Alamilla Arisbe



RODRÍGUEZ ALAMILLA ARISBE

INSTITUTO POLITÉCNICO
NACIONAL
UNIDAD OAXACA

RESUMEN

Se analizó la forma del aparato bucal de *Nyctomys sumichrasti*, *Peromyscus melanocarpus*, *P. mexicanus*, *Oryzomys chapmani* y *Reithrodontomys mexicanus*, especies procedentes de la agencia La Esperanza, municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. Se comparó con técnicas de morfometría geométrica 16 *landmarks* de la región ventral del cráneo y 15 de la región mandibular. Se encontró que la forma del aparato bucal de *N. sumichrasti* presenta características relacionadas con el consumo de materia vegetal, *R. mexicanus* presentó caracteres de forma concordantes con patrones bucales de especies que se alimentan principalmente de insectos y materia dura (tal vez semillas o insectos de cuerpo duro), la forma del aparato bucal de *P. mexicanus* presentó aspectos relacionados con la ingesta de insectos y materia suave, mientras que la forma del aparato bucal de *P. melanocarpus* y *O. chapmani* fueron más concordantes con atributos encontrados en especies omnívoras. Los resultados mostraron que la inferencia del tipo de alimento que las especies consumen a partir de la morfología, fue muy similar a la composición de la dieta hallada en otros estudios para cada una de las especies, por lo que análisis morfológicos del aparato bucal como el realizado en este estudio, pueden ser utilizados para inferir dietas de diversas especies. Adicionalmente, se probó que esta metodología puede ser utilizada para la distinción de individuos de especies con caracteres morfológicos similares, o consideradas como difíciles de identificar, como es el caso de *P. mexicanus* y *P. melanocarpus*.

Palabras clave: Morfometría geométrica, familia Muridae, puntos de referencia, ecomorfología, bosque mesófilo de montaña.

ABSTRACT

We analyzed the shape of the masticatory apparatus of *Nyctomys sumichrasti*, *Peromyscus melanocarpus*, *P. mexicanus*, *Oryzomys chapmani* and *Reithrodontomys mexicanus*, species collected from site La Esperanza, Santiago Comaltepec, Oaxaca. We compared with geometrics morphometrics technologies 16 *landmarks* of the ventral cranial region and 15 of mandible region. We find that the form of the masticatory apparatus de *N. sumichrasti* presents characteristics related to the consumption of vegetable matter, *R. mexicanus* presented concordant characters of form with masticatory patterns of species who feed principally of insects and matter lasts (maybe seeds or insects of hard body), the shape of the masticatory apparatus of *P. melanocarpus* y *O. chapmani* were more concordant with attributes found in omnivorous species. The results showed that the inference of the type of food that the species consume from the morphology, was very similar to the composition of the diet found in other studies for each of the species, for what morphologic analyses of the masticatory apparatus as the realized in this study, like can be used to infer diets of diverse species. Additional there was proved that this methodology can be used for the distinction of individuals of species whit similar morphologic characters, or considered like difficult to identify, since it is the case of *P. mexicanus* y *P. melanocarpus*.

Key words: Geometrics morphometrics, family Muridae, landmarks, ecomorphology, cloud forest.

DEDICATORIA

A mis padres:

Por que estos años me mostraron su enorme sensibilidad a las causas ajenas y comunes, me demostraron su enorme valor para luchar por una sociedad más justa. Pero sobre todo por todas las lecciones de vida que me han dado y por enseñarme a creer lo mismo en la ciencia que en el ángel que nos cuida.

A Luís:

Por compartirme su pasión por los murcis y el caminar por los senderos, por ayudarme a aterrizar ideas que en mi mente flotaban, por sostenerme en momentos difíciles, pero sobre todo por tu amor que me hizo volver a creer en muchas cosas.

A Yeni:

Por enseñarme a entender que el lenguaje no es lineal y que éste no es el único medio de comunicación.

A Pepe:

Por enseñarme ha tratar de dejar a un lado las cosas que duelen. Y a seguir creando sueños.

AGRADECIMIENTOS

Al maestro Antonio Santos, por dirigir esta tesis, pero especialmente por su amistad y apoyo durante estos años, por compartir sus experiencias y vivencias, así como sus enseñanzas.

A los miembros de mi comité tutorial a la Dra. Alondra Castro cuyos comentarios ayudaron ser más claros y puntuales aspectos relevantes de la tesis, al Dr. Joaquín Arroyo y a la maestra Graciela Gonzáles cuyas observaciones contribuyeron invaluablemente a la formación y mejora de la tesis. A la maestra Sonia Trujillo y al Dr. Gabriel Ramos por aceptar ser parte del comité tutorial y brindar observaciones finales que enriquecieron el manuscrito de tesis. Al Dr. Rodolfo Solano quien estuvo presente en todos mis exámenes tutorales y aportó ideas que de igual forma contribuyeron en la optimización de los aspectos tratados en el documento.

A mis amigos y compañeros del Laboratorio de Ecología Animal del CIIDIR Oaxaca, Alejandro, Anita, Martín, Rosario, Rusby, con los que compartí momentos muy gratos y a quienes también les agradezco su apoyo en campo.

Al curador de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de La Universidad Nacional Autónoma de México, el Dr. Fernando A. Cervantes, quien amablemente aceptó la solicitud de revisión de ejemplares. A la M en C. Yolanda Hortelano por sus atenciones durante las visitas realizadas a la colección.

A las autoridades comunales del municipio de Santiago Comaltepec Oaxaca, quienes nos permitieron el acceso a los sitios de muestreo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como a las becas otorgadas por el Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) al proyecto CGPI-2006-322 y CGPI-20070826, por el apoyo económico que me otorgaron.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE FIGURAS	II
INDICE DE CUADROS Y APÉNDICES.....	IV
I. INTRODUCCION	1
1.1 Familia Muridae.....	1
1.2 Ecomorfología	2
1.3 Morfometría geométrica	4
1.4 Aparato bucal de roedores.....	9
II. OBJETIVO	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Sitio de estudio.....	14
3.2 Ejemplares	15
3.3 Adquisición de imágenes	16
3.4 Obtención de coordenadas de referencia	16
3.5 Espacio forma	17
IV. RESULTADOS	19
4.1 Ejemplares	19
4.2 Imágenes	19
4.3 Análisis canónico	20
4.4 Comparación de formas.....	21
4.4 .1 Región ventral del cráneo	21
4.4.2 Región mandibular	22
V. DISCUSION.....	24
VI. CONCLUSIONES	30
LITERATURA CITADA.....	31
FIGURAS Y CUADROS.....	35

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mandíbula de un roedor múrido en vista lateral. (Satoh 1997).....	11
Figura 2. Ubicación geográfica de la agencia La Esperanza Santiago Comaltepec.	14
Figura 3. Puntos de referencia para el componente lingual mandibular.....	35
Figura 4. Puntos de referencia ubicados sobre el componente ventral del cráneo	36
Figura 5. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 2 de la región ventral del cráneo.....	37
Figura 6. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 3 de la región ventral del cráneo.....	38
Figura 7. Lámina de deformación de la región ventral del cráneo de <i>Nyctomys sumichrasti</i> . 39	
Figura 8. Lámina de deformación de la región ventral del cráneo de <i>Oryzomys chapmani</i> . ..	40
Figura 9. Láminas de deformación de la región ventral del cráneo de <i>Peromyscus melanocarpus</i> y <i>P. mexicanus</i>	41
Figura 10. Lámina de deformación de la región ventral del cráneo de <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	42
Figura 11. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 2 de la región de la mandíbula.....	43
Figura 12. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 3 de la región de la mandíbula.....	44
Figura 13. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 4 de la región de la mandíbula.....	45

Figura 14. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 2 y 3 de la región de la mandíbula.....	46
Figura 15. Dispersión de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 2 y 4 de la región de la mandíbula.....	47
Figura 16. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 3 y 4 de la región de la mandíbula.....	48
Figura 17. Lámina de deformación de la región lingual de la mandíbula de <i>Nyctomys Sumichrasti</i>	49
Figura 18. Lámina de deformación de la región lingual de la mandíbula de <i>Oryzomys Chapmani</i>	50
Figura 19. Lámina de deformación de a región lingual de la mandíbula de <i>Peromyscus melanocarpus</i>	51
Figura 20. Lámina de deformación de <i>Peromyscus mexicanus</i> para la región lingual de la mandíbula	52
Figura 21. Lámina de deformación de la región lingual de la mandíbula de <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	53

INDICE DE CUADROS Y APÉNDICES

	Página
Cuadro 1. Resultados del análisis CVA/Manova para las 3 variables canónicas resultantes del análisis de CVA para la región ventral del cráneo.	54
Cuadro 2. Matriz de confusión para la región ventral del cráneo.	54
Cuadro 3. Resultados del análisis CVA/Manova para las 4 variables canónicas resultantes del análisis de CVA para la región lingual de la mandíbula.	55
Cuadro 4. Matriz de de confusión para la región lingual de la mandíbula.	55
Apéndice 1. Individuos analizados para la región ventral del cráneo.	56
Apéndice 2. Individuos analizados para la región lingual de la mandíbula.	59

I. INTRODUCCION

1.1 Familia Muridae

Los roedores múridos son una de las familias de mamíferos más abundante y de más amplia distribución, está compuesta por 150 géneros y 730 especies conocidas (Wilson & Reeder, 2005). Las especies de esta familia son el resultado de una serie de radiaciones independientes en los distintos continentes, siendo la subfamilia Sigmodontinae una de las radiaciones más importantes para el continente americano y especialmente para la región neotropical (Weksler, 2003). En México ésta subfamilia incluye 21 géneros y 126 especies (Ramirez-Pulido *et al.*, 2005) distribuidas a lo largo de todo el país y en varios tipos de vegetación, en los que se desarrollan comunidades en las que más de una especie de esta subfamilia coexisten.

Dentro de los tipos de vegetación en los que podemos encontrar comunidades de roedores múridos esta el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). El BMM posee el 10 % de la riqueza florística de México en tan sólo el 1 % de su superficie, por lo que se estima que es el tipo de vegetación más diverso por unidad de superficie del país (Rzedowski, 1996). Sin embargo, debido a su escasa extensión, la insularidad de muchas de sus comunidades, la alarmante fragmentación y perturbación a las que ha sido sometido, es considerado como uno de los tipos de vegetación más amenazado del país. Por ejemplo, se calcula que por efectos de cambio climático, el territorio que actualmente ocupa el BMM en el país se ve afectado en un 58% (Villers-Ruiz & Trejo-Vásquez, 2004).

En Oaxaca existen algunos remanentes de BMM en la región norte del estado, los cuales han sido catalogado como relictuales. En estos bosques se han encontrado diversas especies de roedores sigmodontinos, entre las que se pueden mencionar a: *Oligoryzomys fulvescens*, *Oryzomys chapmani*, *O. couesi*, *Peromyscus furvus*, *P. levipes*, *P. melanocarpus*, *P. mexicanus*, *Habromys lepturus*, *H. chinanteco*, *Nyctomys sumichrasti* y *Reithrodontomys mexicanus* (Briones-Salas, 2001). Tratar de comprender como estas especies coexisten implica conocer atributos tales como caracteres morfológicos y su relación con condiciones ecológicas.

1.2 Ecomorfología

La construcción del conocimiento de la estructura de las comunidades ecológicas ha llevado desde hace ya varios años a establecer conceptos y patrones que día a día permiten tener más noción de los procesos que se llevan a cabo en los sistemas naturales y comprender que las comunidades ecológicas no son simples ensambles al azar, sino que representan subconjuntos estructurados de la diversidad regional de especies (Diamond, 1975).

No obstante, el entendimiento de los procesos que se desarrollan dentro de las comunidades ecológicas, debe involucrar información de ecología de comunidades, morfología funcional y evolución biológica, para poder integrar la mayor cantidad de conocimiento que permita comprender la distribución y comportamiento de las especies y comunidades. En este sentido la ecomorfología surge como una disciplina que conjunta conocimientos generados por la

filogenética, la genética, la evolución, la morfología, la ecología y la biología del comportamiento, entre otras distintas (Wainwright & Reilly, 1994), que relacionan tanto caracteres intrínsecos de los individuos como del ambiente en el que se desarrollan.

Los estudios ecomorfológicos deben girar con base en tres objetivos progresivos: 1) conocer como funcionan los organismos; 2) inferir características ecológicas a partir de aspectos morfológicos; y 3) discernir como evoluciona la diversidad morfológica y funcional (Wainwright & Reilly, 1994). Estos objetivos permiten entre otras cosas el análisis del impacto de la función sobre las estructuras, la exploración de eventos adaptativos y las ventajas biológicas de las estructuras a través del transcurso evolutivo; entendiendo así, algunos procesos como el desplazamiento y la convergencia de caracteres, los cuales contribuyen a determinar la estructura de las comunidades.

El desplazamiento de caracteres es un fenómeno en el que la competencia entre especies coexistentes, tiende a producir la evolución de diferencias mayores entre poblaciones simpátricas que alopátricas y se presenta en mayor proporción en especies relacionadas o similares en su morfología, fisiología y conducta (Brawn & Wilson, 1956). Así mismo, especies emparentadas que coexisten en sistemas locales, con frecuencia difieren de manera notable en atributos tales como el tamaño corporal, el tamaño de los apéndices y el uso de microhabitats (MacArthur, 1958; Hutchinson, 1959).

Por otro lado la convergencia de caracteres es un proceso donde organismos no relacionados, evolucionan independientemente caracteres

similares como resultado de ambientes afines (Ricklefs & Miles, 1994). No obstante al continuo debate al cual dicho concepto esta sujeto, es claro que los estudios generados en este sentido han contribuido a elucidar conocimiento poco expuesto o conocido de las especies, tales como su función biológica dentro de una comunidad.

Como se mencionó previamente la comprensión de estos fenómenos o procesos implica la integración de diversas disciplinas, las cuales no sólo proporcionan conocimiento *per se*, si no las herramientas o técnicas a través de las cuales han obtenido éste. Los análisis morfológicos han empleado una serie de técnicas que van de la simple medición de las formas a la toma de rayos X, tomografías, resonancias etc. que son analizadas posteriormente según sea el caso y la estructura en cuestión. En este sentido una de las herramientas que la morfología ha utilizado en sus análisis es la morfometría.

1.3 Morfometría geométrica

La morfometría es “la descripción cuantitativa, el análisis e interpretación de las formas y su variación biológica” (Rohlf, 1990). Por los procedimientos operacionales que utiliza la morfometría se divide en clásica y geométrica. En la primera el estudio de las estructuras se realiza por medio de distancias de un punto a otro obtenidas directamente de los organismos. En la morfometría geométrica el análisis se construye a través de *landmarks* o coordenadas de puntos representadas en un plano cartesiano, dichas coordenadas permiten visualizar las diferencias entre la forma de los individuos, recuperar y visualizar la

información espacial que no es capturada por el conjunto de medidas por distancias. Algunos autores como Becerra y Valdecasas (2003) mencionan que las coordenadas de referencia sirven como herramientas de diagnóstico de características, a modo de huellas digitales para la identificación de los organismos.

Existen tres tipos de coordenadas de referencia, las cuales están en función del criterio geométrico o biológico utilizado para su ubicación. Los *Landmark* tipo 1 son los ubicados en zonas de yuxtaposición de huesos o tejidos y son, quizás, los más fáciles de digitalizar; los del tipo 2 son aquellos localizados en zonas de máxima o mínima curvatura asociadas con estructuras locales usualmente con implicaciones biomecánicas; y finalmente los del tipo 3 son puntos extremos de una medida (largo, ancho, etc.) definida con respecto a alguna estructura distante (Bookstein, 1991).

La morfometría geométrica estudia la forma de los organismos a partir de dos componentes principales: la forma y el tamaño. Aún cuando existen diferentes acepciones de lo que es forma, en morfometría geométrica se ha adoptado la definición propuesta por Kendall (1977), la cual establece que, forma es toda la información geométrica que no sufre cambios al ser sometida a procesos de localización, escalamiento y/o rotación. En este sentido el espacio forma es la información geométrica dada por los ejemplares, misma que ya ha sido localizada, reescalada y rotada. El tamaño son medidas de la forma que pueden ser afectadas por la traslación, la rotación y el reescalamiento (Zelditch *et al.*, 2004).

Para poder realizar comparaciones de forma a través de la morfometría geométrica, es necesario obtener el espacio forma, el cual se puede realizar mediante diferentes métodos de sobreposición. El propósito de estos métodos es registrar las configuraciones de *landmarks* en un sistema de coordenadas comunes, que puedan ser utilizadas como variables de forma.

El *análisis generalizado Procrustes* es uno de los métodos de sobreposición más utilizados debido a que incorpora información de todos los *landmarks*. Este método se basa en: 1) trasladar la matriz de configuración¹ de manera que coincidan los centroides² respectivos; 2) estandarizar las dimensiones haciendo el tamaño del centroide igual a uno; 3) rotar cada configuración minimizando la suma del cuadrado de las distancias entre *landmarks* homólogos (en el sentido geométrico, no biológico) de dos o más configuraciones (Rohlf , 1990).

Inicialmente los puntos de referencia digitalizados fueron localizados en un espacio plano. No obstante, durante el proceso de estandarización de las configuraciones, este espacio se vuelve curvo y al rotar cada uno de los individuos con respecto a un *landmark*, dicho espacio toma múltiples dimensiones (hiperespacio) y es conocido como espacio Kendall, en él se encuentran los puntos de referencia propios de la forma y es éste el considerado espacio forma (Slice, 2005).

¹ Matriz de configuración: es el conjunto de coordenadas de cada uno de los *landmarks* digitalizados en cada ejemplar.

² Centroide: punto promedio de todas las coordenadas de *landmarks* digitalizados

Por la complejidad que este espacio posee, no se pueden utilizar análisis estadísticos convencionales; sin embargo, las proyecciones a un espacio tangente surgen como una solución para poder localizar las formas en un espacio con geometría euclidiana. El espacio tangente es una proyección de los individuos localizados en el espacio Kendall a un espacio lineal tangente, el punto de tangencia esta dado por la configuración consenso que intrínsecamente posee toda la variación de la forma, proporcionada por las distintas variables (Zelditch *et al.*, 2004).

Las variables en la morfometría geométrica no sólo contienen información de tamaño; contienen además información de dimensión espacial (coordenadas de posición), cuando estas variables son analizadas con métodos estadísticos, es necesario visualizarlas para poder comprender la variación de la forma de las especies. En 1989 Bookstein adopta un algoritmo llamado *thin plate splin* (TPS) que permite visualizar el espacio tangente en los análisis estadísticos de la variación de forma.

El TPS consiste en ubicar las configuraciones en una lámina metálica que se puede ajustar a otra, al aplicarle determinada energía de torsión a cada una de las variables; el TPS permite analizar los cambios geométricos en una estructura, basándose en los desplazamientos de puntos específicos (Bookstein, 1989, 1991). Los cambios de forma analizados a través del TPS se dividen en dos componentes: uno uniforme, que describe los cambios entre un objeto y la referencia, estos cambios se presentan en una dirección lineal y son producto de la expansión o comprensión de la forma, estas deformaciones reciben el nombre

de *principal warps*; y, otro no uniforme el cual analiza las diferencias locales de la forma a través de deformaciones no lineales del objeto producto de la expansión, comprensión o doblamiento de regiones específicas, estas deformaciones parciales son denominadas *partial warps* (PWs) (Slice, 2005).

Estos componentes *partial* y *principal warps*, se convierten en las variables de análisis de los métodos estadísticos. Debido a que estas variables poseen dimensión espacial el cambio de forma de las configuraciones es analizada a través de las láminas de deformación, que muestra el desplazamiento de cada una de las variables de individuos con respecto a la configuración promedio.

Los PWs que ahora representan las variables individuales describen únicamente parte de una pequeña escala de un carácter anatómico, por lo que no pueden ser consideradas como variables biológicas; cuando se observa un PW se pierde todo el contexto que proporcionan todos los otros, por lo que seccionar los cambios de forma a través de PWs viola el principio fundamental del análisis de formas geométricas, que señala que todas las variables son contexto-dependientes, por lo que la variación de la forma debe observarse de manera global (Zeditch *et al.*, 2004).

Por otro lado, las unidades morfológicas de estudio de la morfometría están en función de los objetivos de interés biológico, de la funcionalidad e importancia que tienen sobre un organismo dado y del grado de información que estas pueden proporcionar. Cabe mencionar que una unidad funcional (arco cigomático, proceso coronoide, angular, etc.) es todo elemento dentro de un componente que cumple una función determinada, relativamente independiente de las demás estructuras

de ese componente (Dressino & Lamas, 2003). Mientras que un componente funcional puede ser entendido como un complejo necesario para llevar a cabo una función (ej. aparato bucal) y la combinación de unidades funcionales en una estructura morfológica global esta determinada por numerosos factores como el tamaño relativo y su forma (Van der Klaauw, 1948).

En lo que a estructuras se refiere, es evidente que el material óseo ha representado una de las estructuras de mayor estudio en organismos vertebrados. Esto es, por el grado de información que proporciona, así como por su prolongada duración y fácil manejo. Dentro del sistema óseo de los vertebrados en general y de los mamíferos en particular, el aparato bucal representa un componente funcional de gran interés por su evidente interacción con el medio, que puede verse reflejado en mayor o menor medida en la forma de explotación de los recursos por las especies (Barlow *et al.*, 1997; Freeman 1984, 1988; Prinz & Lucas, 1997; Radinsky, 1981)

1.4 Aparato bucal de roedores

Dentro de los mamíferos, el aparato masticatorio del Orden Rodentia es uno de los más especializados, debido a que han desarrollado un mecanismo de movimiento antero-posterior de la mandíbula que les permite roer distintos materiales (Vaughan *et al.*, 2000).

Los movimientos que lleva a cabo la mandíbula, dependen de tres músculos principales: el músculo temporal, el pterigoideo y el masetero. Originalmente el masetero iba del arco cigomático a la mandíbula (condición

llamada protogomorfa), no obstante parte de este músculo cambio su inserción, proyectándose hacia delante y sobre la nariz, duplicando la longitud del músculo y cambiando grandemente la dirección de la contracción.

En algunos roedores el origen de la parte anterior del masetero lateral cambia hacia el área anterior del arco cigomático y hacia la parte adyacente del rostro (condición esciuromorfa); mientras que en la condición histricomorfa, la especialización cigomasetérica involucra el cambio del origen del masetero medio del arco cigomático a una extensa área en un lado del rostro (Vaughan *et al.*, 2000).

Debido a la simetría mandibular que presentan los roedores se distinguen dos tipos, los roedores esciuognatos (*e. g.* ardillas, ratas, ratones) en el que el proceso angular del hueso dentario se origina en un plano vertical que pasa a través del alveólo del incisivo y el proceso coronoide esta alargado y se encuentra inmediatamente por debajo de los dientes molariformes que permiten la inserción del músculo masetero. En los roedores histricognatos (*e. g.* puercoespines y castores), el proceso angular se encuentra desviado del plano vertical, por lo que el tracto alveolar y proceso angular no están alineados con los incisivos; el proceso coronoide está reducido, lo que ocasiona que la inserción del masetero sea sobre el proceso angular (Vaughan *et al.*, 2000).

Los roedores tienen un par de incisivos en forma de cincel, en el arco maxilar y mandibular; poseen procesos corónide, angular y condilar (los cuales son sitios de anclaje de los músculos responsables de la masticación) (Fig.1a); así como, un espacio llamado diastema generado por la carencia de caninos y que se

localiza entre los incisivos y los molares, mismos que se encuentran anclados a la región alveolar (Monteiro & Dos Reis, 2005).

El tamaño y la forma de los procesos presentes en la mandíbula son dictados por el desarrollo relativo de los músculos aductores. En los roedores múridos, el músculo masetero del aparato bucal es largo y complejo, se encuentra insertado en la parte baja y posterior de la mandíbula, su desarrollo esta asociado con el del proceso angular (Fig.1b) y es este músculo el que provee la mayor fuerza de masticación (Michaux *et al.*, 2007). El músculo temporal es más pequeño y se encuentra insertado en el proceso coronóide (Fig.1b), se encarga del movimiento posterior (hacia atrás) de la mandíbula y, por lo tanto, del movimiento de presión de los incisivos (Satoh, 1997).

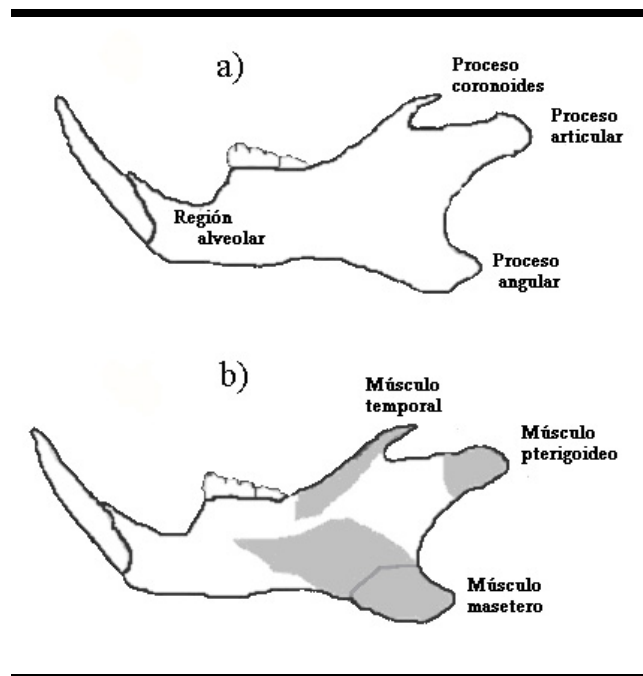


Figura 1. Mandíbula de un roedor múrido en vista lateral. (Satoh 1997)
(a) principales partes anatómicas roedor múrido. (b) Áreas de inserción de los principales músculos masticatorios roedor múrido.

En este sentido, existen estudios realizados a quirópteros (Dumont, 1999 y Freeman, 1984 y 1988) y a roedores (Creighton, 1986; Mavropoulos *et al.*, 2004 y Michaux *et al.*, 2007), que señalan que especies pertenecientes a gremios alimenticios bien definidos, presentan patrones morfológicos en las unidades funcionales de su mandíbula, mismos que pueden representar una alternativa para la inferencia del tipo de alimento que las especies ingieren.

II. OBJETIVO

Describir los patrones morfológicos del aparato bucal de las especies de roedores múridos registrados en la región de La Esperanza, Santiago Comaltepec, Oaxaca.

Objetivos específicos e hipótesis

1. Determinar el cambio en la forma de las unidades funcionales del aparato bucal de los roedores múridos de un Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra Norte de Oaxaca, México.

Ho: Las variaciones en forma de las unidades funcionales del aparato bucal de cada una de las especies no son significativas.

Ha: Son significativas las variaciones en forma de las unidades funcionales del aparato bucal de cada una de las especies analizadas.

2. Evaluar la correspondencia de la morfología de las unidades funcionales de cada una de las especies con respecto a sus hábitos alimenticios.

Ho: No existe relación entre la morfología de la unidades funcionales y el tipo de alimento consumido por cada una de la especies.

Ha: La morfología de la unidades funcionales y el tipo de alimento consumido por cada una de la especies, presenta algún tipo de relación

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio de estudio

Las especies de estudio, pertenecen a localidades ubicadas en la agencia municipal de La Esperanza (17°3' 53" N, 96°20' 22" W) en el municipio de Santiago Comaltepec, el cual se localiza en una zona de transición de las regiones neártica y neotropical, en la región de la Sierra Norte del estado de Oaxaca (Figura 2).

En estas localidades se desarrolla principalmente vegetación del tipo Bosque Mesófilo de Montaña, el cual ha sido considerado como el mayor y mejor conservado en Norteamérica (Rzedowski, 1978).

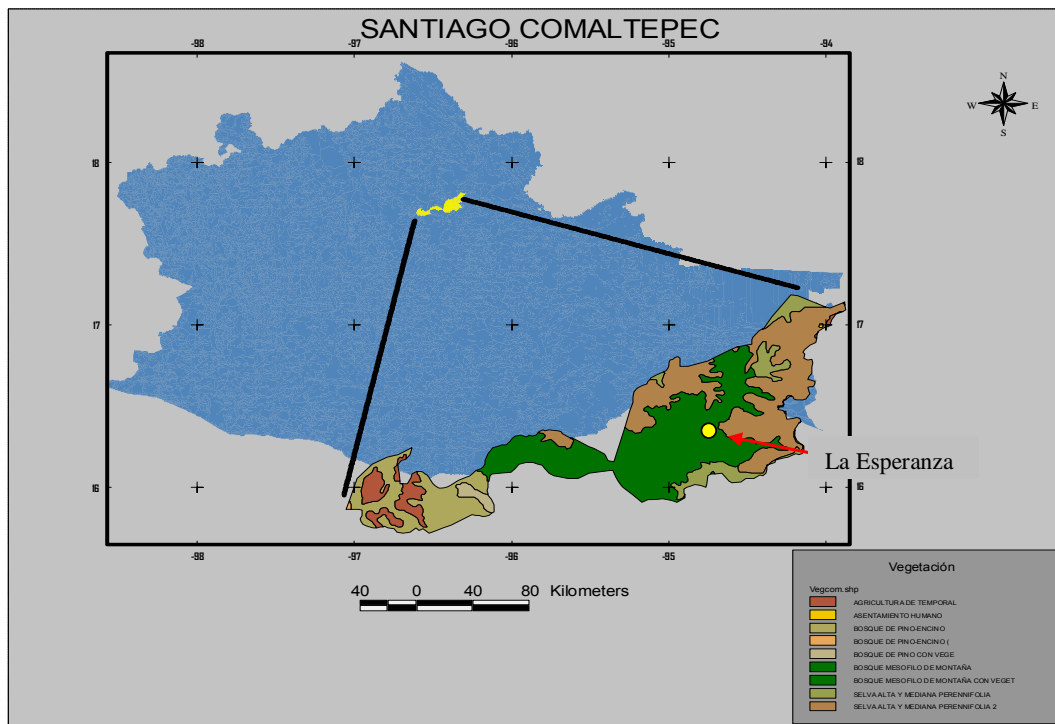


Figura 2. Ubicación geográfica de la agencia municipal La Esperanza, Santiago Comaltepec, Oaxaca.

3.2 Ejemplares

El muestreo se realizó durante cinco días por mes, de mayo a noviembre del año 2006. Las especies fueron capturadas a lo largo de un transecto, en el que se colocaron 50 trampas Sherman en intervalos de 10 m. Las trampas se situaron a nivel de suelo y sobre troncos que tenían contacto con partes altas del dosel. Los cuerpos de los organismos colectados fueron depositados en el dermestario para la limpieza del material óseo. Adicionalmente, se revisaron ejemplares de la misma localidad depositados en la Colección Mastozoológica del CIIDIR Oaxaca y del Instituto de Biología de la UNAM.

Como se señaló, en el BMM de la región norte del Estado, se han encontrado diversas especies de roedores sigmodontinos, no obstante, la captura y revisión de ejemplares colectados en el sitio permitió determinar que las especies a analizar serían: *Peromyscus melanocarpus*, *P. mexicanus*, *Nyctomys sumichrasti*, *Oryzomys chapmani* y *Reithrodontomys mexicanus*. Estas especies fueron seleccionadas debido a que se colectaron en el sitio de estudio y el número de ejemplares disponibles para ser analizados, era considerable.

Con el fin de evitar variaciones intraespecíficas en el estudio, se determinó que los ejemplares a analizar serían machos de edad adulta, esta última condición se determinó por el grado de desgaste de la superficie oclusal de los dientes molariformes. Se designaron tres categorías de edad: juveniles, individuos en los cuales el tercer molar (M3) no ha brotado completamente; adultos, individuos en los que el M3 ha brotado completamente, las cúspides molares son visibles y la

superficie oclusal no se observa arqueada; y subadultos, individuos en los que las cúspides se ven lisas y la superficie oclusal se observa arqueada.

3.3 Adquisición de imágenes

Una vez establecidos los caracteres necesarios (sexo y edad) de cada ejemplar, se tomaron series de fotografías de la parte ventral del cráneo y de la parte lingual de la mandíbula de individuos machos adultos de cada especie. Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital Fujifilm FinePix S5000 de 6 mega píxeles de resolución; en la opción macro y con una lentilla macro 4x, la cual reduce la distancia entre el ejemplar y el objetivo de la cámara. Las imágenes fueron guardadas con formatos TIFF para evitar la pérdida de píxeles durante el manejo de las mismas.

Las imágenes fueron visualizadas en el programa TPSdig (Rohlf, 2006), para evaluar la claridad de los detalles anatómicos y seleccionar sólo aquellas que permitieran una eficiente digitalización.

3.4 Obtención de coordenadas de referencia

Considerando el aparato bucal como un componente funcional, las coordenadas de referencia se ubicaron en unidades funcionales que se han señalado poseen un efecto o relación con el tipo de alimento que los organismos ingieren (Creighton & Strauss, 1986; Freeman, 1988; Mavropoulos *et al.*, 2004; Michaux *et al.*, 2007; Vassallo, 2000). Las coordenadas de referencia seleccionados para el análisis

corresponden a *landmarks* del tipo 1 y 2 (Bookstein, 1991). Estos puntos de referencia se ilustran en las Figuras 3 y 4.

Las coordenadas propuestas fueron digitalizadas a través del programa TPSdig (Rohlf, 2006), el cual da un formato de salida de pares de coordenadas, es decir, cada *landmark* posee un descriptor X y un descriptor Y, dicho formato es necesario para llevar a cabo los análisis de forma.

3.5 Espacio forma

El espacio forma, el tamaño del centroide y la configuración promedio se obtuvo a través del programa CoorGen (Sheets, 2001). Para la obtención del espacio forma se utilizó el método de *sobreposición generalizado Procrustes*.

El ajuste entre el espacio tangente y el espacio de la forma fue estimado utilizando el programa Regress (Sheets, 2001), que compara las distancias de *Procrustes* entre los individuos en el espacio forma, con las distancias Euclidianas, en el espacio tangente.

Se simplificaron los descriptores de variación entre especies por medio de análisis de variables canónicas, el cual se realizó con el programa CVAGen (Sheets, 2003). El análisis de variables canónicas (CVA), es el estudio de las relaciones lineales entre grupos de variables, es una extensión del análisis de correlación. La correlación canónica encuentra pesos promedios de las variables de un grupo y las correlaciona con los pesos promedios de los demás grupos. Los pesos son construidos para 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.

Las variables resultantes del análisis canónico se establecieron como ejes, en un plano que permitió observar la distribución de los ejemplares de cada especie. Con este mismo programa se realizó una prueba de reasignación de individuos a las especies por medio de distancias de Mahalanobis.

La comparación de formas entre las especies, se realizó con las hojas de deformación resultantes del análisis de variación canónico. Se obtuvieron los planos de dispersión de las especies para las distintas combinaciones de las variables canónica y las laminillas de deformación de los extremos de los ejes para poder observar las deformaciones uniformes.

Para obtener la deformación no uniforme de cada uno de los grupos, se realizaron láminas de deformación de la forma promedio de cada especie con respecto a la forma promedio de todas las especies. La descripción se realizó en base las principales unidades anatómicas del aparato bucal (Fig. 1.a)

IV. RESULTADOS

4.1 Ejemplares

Durante las salidas a campo se colectó un total de 55 organismos, 27 de los cuales son *Peromyscus mexicanus*, 14 *Reithrodontomys mexicanus* y 10 *Oryzomys chapmani*. En la Colección Mastozoológica del CIIDIR Oaxaca, se registraron 25 organismos del área de estudio, de los cuales 12 son *Nyctomys sumichrasti*, 10 *Oryzomys chapmani*, 10 *Peromyscus mexicanus*, y 1 *Reithrodontomys mexicanus*; mientras que en la Colección Mastozoológica del Instituto de Biología de la UNAM se encontraron numerosos ejemplares de *P. melanocarpus*, *P. mexicanus*, *O. chapmani* y *R. mexicanus* que no fueron contabilizados y 4 ejemplares de *N. sumichrasti*.

4.2 Imágenes

Evaluada la claridad de los detalles anatómicos necesarios para ubicar los puntos de referencia, se obtuvieron para la zona ventral del cráneo 10 imágenes para *P. melanocarpus*, 11 para *P. mexicanus*, 7 para *N. Sumichrasti*, 11 para *O. Chapmani* y 10 para *R. mexicanus*. Para la zona lingual de la mandíbula se contó con 10 imágenes para *P. melanocarpus*, 13 para *P. mexicanus*, 5 para *N. Sumichrasti*, 9 para *O. chapmani* y 10 para *R. mexicanus* (Apéndice 1).

El ajuste del espacio forma al espacio tangente fue óptimo tanto para la región ventral del cráneo como para la región lingual de la mandíbula. La

correlación entre las distancias euclidianas y las distancia procustes fue de $r=0.99999$.

4.3 Análisis canónico

El análisis de variables canónicas determinó para la región ventral del cráneo tres principales variables canónicas, además, con el estadístico de prueba basada en la lambda de Wilks se obtuvieron resultados que indican diferencias estadísticamente significativas entre especies (Cuadro 2). Al aplicarse la prueba de asignación de individuos a las especies basada en distancia de Mahalanobis, se obtuvo una correcta asignación de todos los individuos en su respectiva especie (Cuadro 2).

El análisis de variables canónicas para de la zona lingual de la mandíbula, determinó cuatro principales variables canónicas. El estadístico de Wilks para esta zona mostró diferencias estadísticamente significativas entre las especies (Cuadro 3) y la prueba de asignación de los individuos a su especie fue correcta para todos los individuos (Cuadro 4).

Los mapas de dispersión de las especies de cada una de las combinaciones de las variables canónicas resultantes, tanto para la región ventral el cráneo como para la región lingual de la mandíbula, mostraron una clara separación de los individuos en su especie; siendo *N. Sumichrasti* la especie que en la mayoría de los mapas aparece más distante, mientras que *Peromyscus mexicanus* y *P. melanocarpus* casi siempre se observan muy cercanos entre sí (Fig. 5, 6 y 12).

4.4 Comparación de formas

4.4 .1 Región ventral del cráneo

Al realizar las láminas de deformación para cada variable, se observó, que la deformación se encontraba de la siguiente forma. En la CV1 la región molar se encuentra reducida, al igual que el foramen incisivo, mientras que la región anterior del proceso cigomático se amplía (Figs. 5 y 6). En la CV2 la región de los molares se alarga ligeramente, mientras que la distancia entre la región molar y la línea media del cráneo se amplía, por lo que el paladar se distingue más amplio (Fig. 5). En la CV3 el área de los molares se encuentra fuertemente alargada (Fig. 6).

Con estas variables se obtuvieron tres mapas de dispersión, encontrándose de forma general, que en los tres mapas de dispersión *N. sumichrasti* se encuentra más separados del resto de las especies (Figs. 5 y 6); mientras que, *Peromyscus melanocarpus* y *P. mexicanus* en los tres planos se mantienen muy cercanos entre sí (Figs. 5y 6). *O. chapmani* se encuentra más distante de la mayoría de las especies, en el mapa formado por las variables 1 y 2 (Fig. 5) y *R. mexicanus*, se separa noblemente en el mapa formado por las variables 1 y 3 (Fig. 6)

Al realizarse las láminas de deformación de cada especie, se encontró que *Nyctomys sumichrasti* presenta un fuerte alargamiento del área molar, el área de incisión del incisivo se encuentra muy proyectada hacia delante y presenta una arco cigomático ensanchado (Fig.7). *Oryzomys chapmani*, por su parte, presenta

un foramen incisivo reducido, un hueso yugal ventralmente adelgazado y el área bucal ampliada (Fig. 8).

Peromyscus melanocarpus presenta una fuerte disminución en el tamaño de los molares y del arco cigomático (Fig. 9). *P. mexicanus* al igual que *P. melanocarpus* presenta una fuerte disminución en el tamaño de los molares y del arco cigomático, sin embargo, dichas transformaciones son menos marcadas en *P. mexicanus* (Fig. 9). *Reithrodontomys mexicanus* presenta un arco cigomático proporcionalmente grande, mientras que el área del paladar se encuentra adelgazada (Fig. 10)

4.4.2 Región mandibular

Al realizar las láminas de deformación para la región de la mandíbula las variables canónicas obtenidas presentaron las siguientes deformaciones:

La CV1 muestra un acortamiento de la zona comprendida entre la región alveolar anterior y la región anterior del proceso coronoides, una disminución de la curvatura del diastema, un adelgazamiento del proceso angular y un ensanchamiento de la región alveolar anterior y proceso articular (Figs. 11, 12 y 13). La CV2 muestra un proceso articular y angular alargados y el proceso coronoides adelgazado (Figs. 11, 14 y 15). La CV3 presenta un proceso angular ensanchado, un diastema largo y profundo y el incisivo se encuentra en una posición más inclinada con respecto al área de inserción del mismo (Figs. 12, 14 y 16). Finalmente la CV4 presenta un proceso angular delgado y un proceso articular alargado (Figs. 13, 15 y 16).

Con los planos de dispersión obtenidos con las variables canónicas, se observó que *N. sumichrasti* se encuentra más separado del resto de las especies en el plano formado por las variables 2 y 4 (Fig. 15); *O. chapmani* y *R. mexicanus* se encuentran más distantes en el plano formado por la variable 1 y 3 (Fig. 12), mientras que *P. melanocarpus* y *P. mexicanus* por el plano formado por las variables 2 y 4 (Fig. 15).

Al realizarse las láminas de deformación de cada especie para la región mandibular, se encontró que, *Nyctomys sumichrasti* presenta un proceso articular ensanchado y poco alargado, el proceso coronoide es ancho al igual que la zona alveolar, no así, el área del masetero (Fig. 17). *Oryzomys chapmani* presenta modificaciones en la parte anterior de la mandíbula, el diastema presenta una marcada disminución en su curvatura (debido al fuerte ensanchamiento de la región alveolar) y el proceso articular se encuentra en una posición más vertical con respecto a la posición que presenta en las otras especies (Fig. 18).

Peromyscus melanocarpus, presenta un proceso angular muy delgado y alargado, al igual que el proceso coronoide, mientras que el área del masetero es muy corta (Fig. 19). *P. mexicanus*, es la especie que posee el proceso angular más ancho, el proceso articular se observa acortado y la región anterior se encuentra fuertemente adelgazada, al igual, que la región de inserción del incisivo (Fig. 20). Mientras que, los tres procesos de la región mandibular de *Reithrodontomys mexicanus* se muestran muy delgados, la zona del masetero se encuentra acortada y existe un ensanchamiento en la región de inserción del incisivo (Fig. 21).

V. DISCUSION

Se observaron para ambas regiones analizadas, diferencias estadísticamente significativas entre las especies; observándose en los mapas de dispersión, que cada especie se encuentra localizada en una posición tal, que permite su fácil distinción de entre las demás, por lo que podríamos decir, que las variaciones intraespecíficas son mínimas, en comparación con las diferencias ínterespecíficas, tal como se ha observado en otros estudios (e. g., Creighton & Strauss, 1986; Dumont, 1999; Freeman, 1988; Medellín, 1991; Michaux *et al.*, 2007; Radinsky, 1981).

La matriz de confusión de distancias Mahalanobis, fue correcta para todas las especies, incluyendo a *Peromyscus mexicanus* y *P. melanocarpus*, que han sido señaladas como difíciles de identificar (Ramírez-Pulido *et al.*, 2001).

Con las láminas de deformación de las variables resultantes del análisis canónico, se puede observar que para la región ventral del cráneo, la mayoría de las zonas deformadas se encuentran en el área bucal, mientras que, para la región de la mandíbula, las zonas de deformación se encuentran en las diferentes unidades funcionales (e.g. proceso corónides, angular, región alveolar, etc.). Al respecto, se menciona que la mandíbula puede ser considerada como una estructura que mantiene fuertes relaciones con el medio, por lo que además de factores relacionados con el tamaño de dicha estructura, esta varía en sus unidades funcionales específicas (Michaux *et al.*, 2007 y Mavropoulos, *et al.*, 2004).

Las láminas de deformación de *O. chapmani*, *R. mexicanus*, *P. melanocarpus* y *P. mexicanus*, mostraron de forma general, características propias

de roedores omnívoros, como lo es la forma alargada de la mandíbula (Satoh, 1997). La omnivoría en las especies analizadas y en general en la familia muridae, se ha considerado como un carácter primitivo, debido a la homogeneidad de la morfología dental que las especies muestran (Michaux *et al.*, 2007), no obstante, a esta característica, cada una de las especies analizadas mostró diferencias en sus unidades funcionales, que nos permiten hacer inferencias del tipo de alimento que consumen con mayor frecuencia.

En las láminas de deformación realizadas para cada especie se observa de forma general que, *N. sumichrasti* presenta el aparato bucal más grande y ensanchado. En cuanto a la forma de las unidades funcionales de esta especie, se encontró que es la especie, que posee una mayor proporción de región molar y un proceso articular desarrollado, características que se relacionan con roedores que se alimentan de materia vegetal (Satoh, 1997), al respecto, se menciona que *N. sumichrasti* se alimenta de frutos, semillas y materia vegetal (Hunt *et al.*, 2004), por lo que hay correspondencia entre la morfología de su aparato y los alimentos que se han señalado que consumen.

Reithrodontomys mexicanus presentó de forma general, el aparato bucal más delgado y alargado, dicha característica es señalada como distintiva de especies que se alimentan de insectos (Michaux *et al.*, 2007), posee además la posición más elevada de inserción de la mandíbula de todas las especies, al igual que los procesos corónides y angular más alargados, lo cual le da una fuerte fuerza oclusal (Satoh, 1997) que le permiten alimentarse de materia dura. Bajo estas perspectivas, se puede inferir que esta especie puede tener preferencia por

la ingestión de insectos y materia dura (tal vez semillas o insectos duros), en este sentido, Álvarez, *et al.* (1984) señalan que, *R. mexicanus* se alimenta de material vegetal y ocasionalmente de insectos, sin embargo, ante la correspondencia de la morfología bucal de esta especie con especies insectívoras, es posible que la ingesta de insectos no se presente de forma ocasional en individuos de esta zona.

Por otro lado, el tamaño corporal de las especies ha sido señalada como una característica muy importante, en el proceso de repartición de recurso entre especies simpátricas. Por ejemplo, Brown (2003) señala que 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. De esta forma, siendo *Reithrodontomys mexicanus* la especie analizada con el menor tamaño corporal (longitud total de 150 a 195 mm y 19 g de peso), es probable, que consuma alimentos más pequeños pero con mayor contenido energético como los son las semillas.

Peromyscus mexicanus presentó el proceso angular más ancho de todas las especies y un proceso articular corto, rasgos correspondientes a especies que se alimentan de materia suave (Mavropoulos *et al.*, 2004). Presenta un aparato bucal delgado (aunque en menor proporción que *R. mexicanus*), especialmente en la región de inserción del incisivo, posee también un proceso corónides desarrollado, que esta asociado al desarrollo del músculo temporal, involucrado en el movimiento posterior de la mandíbula (Sato, 1997), dicho movimiento produce una fuerte presión de los incisivos, necesaria para la captura y prensión de

insectos, esta característica coincide con la información proporcionada por Álvarez, *et al.*(1984), que señala que, esta especie presentó en contenidos estomacales: 10% de materia verde, 23% de semillas (Solanacea y Compositae) y 67% de artrópodos (principalmente arañas, hormigas, grillos y escarabajos).

Peromyscus melanocarpus y *P. mexicanus* presentan características muy similares en el área ventral del cráneo, no obstante, muestran marcadas diferencias en la región mandibular. *P. melanocarpus* presenta un alargamiento de todos sus procesos, se puede observar que el proceso articular es muy fuerte, mientras que el angular se encuentra adelgazado, como en las especies que se alimentan de materia animal (Sato, 1997), sin embargo, las deformaciones que esta especie posee respecto a las demás están poco marcadas, además su mandíbula es menos adelgazada, por lo que quizás, esta especie sea la más generalista. Al respecto, la literatura solo señala que cerca de los lugares donde se ha colectado a esta especie se han encontrado bellotas y otras semillas que le sirven de alimento (Rickard & Robertson, 1985). Sin embargo, con base en el patrón morfológico encontrado es posible inferir que en su ingesta incluya otro tipo de alimentos como materia vegetal y algunos insectos.

Oryzomys chapmani posee una de las mandíbulas más anchas de entre las especies analizadas, sobre todo en lo que respecta a la región alveolar, presenta el proceso articular más desarrollado verticalmente, estas características han sido halladas en especies que se alimentan de materia dura o fibrosa (Sato, 1997). En lo que a la región ventral del cráneo se refiere, esta especie presenta un notable aumento del ancho del paladar, al respecto Freeman (1988) señala que especies

frugívoras presentan un aumento del área bucal con respecto a especies insectívoras y carnívoras; por lo que esta especie, quizás, tenga preferencia por alimentos vegetales en los que puede incluir frutos globosos, que incidan en el tamaño del paladar. Existe evidente relación entre la morfología encontrada y el material del cual se alimenta, pues se señala que *O. chapmani* se alimenta de granos y brotes tiernos de plantas (Ceballos, 2005), alimentos también considerados como duros y abrasivos. Los caracteres morfológicos de esta especie no son tan marcados como en *N. sumichrasti* por lo que se podría considerar a esta especie como la segunda más herbívora de las especies analizadas. Además *O. chapmani* presenta un tamaño promedio menor al de *N. sumichrasti*, variable que podrían influir en el reparto de los recursos,

En el aparato bucal de las especies existe además, una característica que hasta ahora no a sido analizado, debido a que no se encontró su efecto funcional, esta característica es el grado de curvatura del diastema y del incisivo, no obstante, este factor ha sido considerado como una respuesta evolutiva, pues roedores fósiles muestran muy poca curvatura, misma que se incrementa en roedores actuales (Millen & Jaeger, 2001)

En este sentido el radio de curvatura de la región del diastema y del incisivo inferior se encuentran noblemente disminuidos en *O. Chapmani* y *R. mexicanus*, no así, en *P. mexicanus* el cual posee un marcada curvatura, como se mencionó, esta especie es de hábitos terrestres, además el tipo de alimento que ingiere en mayor proporción se encuentra en el suelo, por lo que esta característica podría coincidir, con aspectos encontrados en un estudio realizado con *Microtia* (Millien &

Jaeger, 2001), en el que existe un incremento en el radio de la curvatura del incisivo inferior en especies de vida terrestre que escarban.

Finalmente existen dos patrones de forma de la región alveolar de las especies; la primera comprende a *N. sumichrasti*, *P. melanocarpus* y *P. mexicanus*, estas especies presentan curvatura en la región del diastema, por lo que la región alveolar anterior puede distinguirse de la posterior. Estas características no se presentan en *O. chapmani* y *R. mexicanus*, quienes muestran una menor curvatura en la región del diastema produciendo un ensanchamiento de la región alveolar anterior, por lo que la región alveolar anterior y posterior se observan como una región continua.

Al respecto, en un análisis realizado a distintas especies de roedores múridos, en el que se evalúa el grado de relación de diferentes linajes de esta familia (Jansa & Weksler, 2004), se encontró, que los géneros *Oryzomys* y *Reithrodontomys* se presentaron más cercanos, tanto en árboles de análisis filogenéticos, como en árboles de máxima similitud evaluados para caracteres de morfología molar; mientras que los géneros *Peromyscus* y *Nyctomys* se presentaron más cercanos en relación a *Oryzomys* y *Reithrodontomys*.

En este sentido, es importante señalar que no todas las formas de las unidades funcionales son una respuesta al estímulo ambiental, contienen además información de otro tipo de factores, tales como los caracteres filogenéticos que las especies conservan a través del proceso evolutivo. Por la que la integración de información generada en distintas áreas es necesaria para una mejor comprensión de las especies.

VI. CONCLUSIONES

Las cinco especies analizadas presentaron variación de forma de las unidades funcionales del aparato bucal, mismas que fueron distintivas para cada una de las especies. El análisis de la región ventral del cráneo mostró que las variaciones se presentan en mayor proporción en las unidades funcionales del aparato bucal.

La correcta asignación de individuos a su especie por medio de distancias Mahalanobis, probó que esta metodología puede ser utilizada para la distinción de individuos de especies con caracteres morfológicos similares, o consideradas como difíciles de identificar, como es el caso de *P. mexicanus* y *P. melanocarpus*.

La descripción morfología de los componentes funcionales de las especies, no solo permitió delinear caracteres anatómicos, si no inferir el tipo de alimento que la especie ingiere en mayor proporción, por medio de la comparación de patrones morfológicos establecidos para gremios específicos con los patrones morfológicos encontrados; es claro, que para poder realizar este tipo de apreciaciones es necesario integrar gran cantidad de información de distintas áreas, que permita hacer una apreciación más global de las comunidades y especies que las integran.

Los resultados mostraron que la inferencia del tipo de alimento que las especies consumen, a partir de la descripción morfológica del aparato bucal, fueron muy similares con la composición de la dieta hallada en otros estudios para cada una de las especies, por lo que análisis morfológicos del aparato bucal como el realizado en este estudio, pueden ser utilizados para inferir dietas en especies raras o extintas.

LITERATURA CITADA

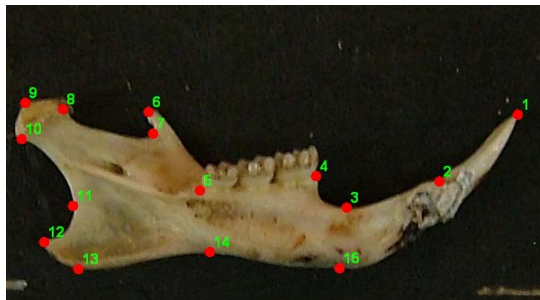
- Álvarez, T., P. Domínguez & J. A. Cabrales. 1984. Mamíferos de la Angostura, región central de Chiapas, México. Instituto Nacional de Antropología Historia, 24: 1-89.
- Barlow, E. K., G. Jones & E.M. Barrat. 1997. Can skull morphology be used to predict ecological relationships between bat species? a test using two cryptic species of pipistrelle. *The Royal Society of London*, 264:1695-1700.
- Becerra, M. & A. Valdecasas. 2003. Landamark superimposition for taxonomic identification. *Biological Journal of the Linnean Society*, 81:267-274.
- Bookstein, F. L. 1989. Principal warps: *thin plate splines* and the decomposition of deformations. *Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 11: 567-585.
- Bookstein, F. L. 1991. Morphometric tools for landmark data. Geometry and biology Cambridge University Press, Cambridge.
- Brawn, J. & E. O. Wilson. 1956. Character displacement. *Systematic Zoology*, 5: 49-64.
- Briones-Salas, M. A., V. Sánchez-Cordero & G. Q. Altamirano. 2001. Lista de mamíferos terrestres del norte del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, Serie Zoología*, 72:125-161.
- Brown, J. H. 2003. Macroecología. Fondo de Cultura Económica. México. 389 pp.
- Ceballos, G. & G. Olliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México.
- Creighton, G. K. & R. Strauss. 1986. Comparative patterns of growth and development in cricetine rodents and the evolution of ontogeny. *Evolution*, 40: 94-106.
- Dressino, V. & S. Lamas. 2003. Teoría craneano funcional de Cornelis Jacob Van Der Klaauw: una teoría sobre adaptación. *Episteme*, 16:99-110.
- Diamond, J. D. 1975. Assembly of species communities. *In: Cody J. M. & J. D. Diamond. eds. Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press, Cambridge, Massachussets.

- Dumont, R. 1999. The effect of food hardness on feeding behavior in frugivorous bats (Phillostomyidae): an experimental study. *The Zoological Society of London*, 248: 219-229.
- Freeman, P. W. 1984. Functional cranial analysis of large animalivorous bats (Microchiroptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 21: 387-408.
- Freeman, P. W. 1988. Frugivorous and animalivorous bats (Microchiroptera). Dental and cranial adaptations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 33: 249-272.
- Hunt, J. L., J. E. Morris & T. L. Best. 2004. *Nyctomys sumichrasti*. *Mammalian Species*, 754: 1-6.
- Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals? *The American Naturalist*, 93: 145-159.
- Jansa, S. A. & M. Weksler. 2004. Phylogeny of muroid rodents: relationships within and among major lineages as determined by IRBP gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 31: 256-276.
- Kendall, D. 1977. The diffusion of shape. *Advances in Applied Probability*, 9: 428-430.
- MacArthur, R. H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39: 500-619.
- Mavropoulos, A., A. Bresin & S. Kiliaridis. 2004. Morphometric analysis of the mandible in grown rats with different masticatory functional demands: adaptation to an upper posterior bite block. *European Journal of Oral Sciences*, 112: 259-266.
- Medellín, R. A. 1991. Ecomorfología del cráneo de cinco didélfidos; tendencias, divergencias e implicaciones. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*. 62: 269-286.
- Michaux, J., P. Chvret & S. Renaud. 2007. Morphological diversity of old world rats and mice (Rodentia, Muridae) mandible in relation with phylogeny and adaptation. *Journal of Zoological Systematics & Evolutionary Research*, 45 (3): 263-279
- Millien, V. & J. J. Jaeger 2001. Size evolution of the lower incisor of *Microtia*, a genus of endemic murinae rodents from the late Neogene of Gargano, southern Italy. *The Paleontological Society*, 27: 379-391

- Monteiro. L. R. & S. F. Dos Reis. 2005. Morphological evolution in the mandible of spiny rats, genus *Trinomys* (Rodentia: Echimyidae). *Journal of Zoological Systematics & Evolutionary Research*, 43: 332-338.
- Prinz J. F. & P. W. Lucas. 1997. An optimization model for mastication and swallowing in mammals. *Proceedings of the Royal Society of London*, 264: 1715 -1721.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo & A. Salame-Méndez. 2001. Los *Peromyscus* (Rodentia: Muridae) en la colección de mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMI). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 83: 83-114.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales & A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 21: 21-82.
- Radinski B. L. 1981. Evolution of skull shape in carnivores. Representative modern carnivores. *Biological Journal of the Linnean Society*, 15: 369-388.
- Rickart, E. A., & P. B. Robertson 1985. *Peromyscus melanocarpus*. *Mammalian Species*, 241: 1-3.
- Ricklefs, R. E. & D. B. Miles. 1994. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecology perspective. In: Wainwright, P., & M. S. Reilly (Eds.) *Ecological morphology: integrative organismal biology*. The university Chicago Press. 358pp.
- Rohlf, F. J. 1990. Rotational fit (Procrustes) methods. *Proceedings of the Michigan Museum of Zoology*. Special Publication No.2.
- Rohlf, F. J. 2006. Tps Dig versión 2.09, Ecology & Evolution. State University of New York, Suny at Stony Brook.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa. México, Distrito Federal. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica de México (nueva serie)*, 14: 3-22.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la Flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana (nueva serie)*, 35: 25-44.
- Satoh, K. 1997. Comparative functional morphology of mandibular forward movement during mastication of two murid rodents, *Apodemus speciosus*

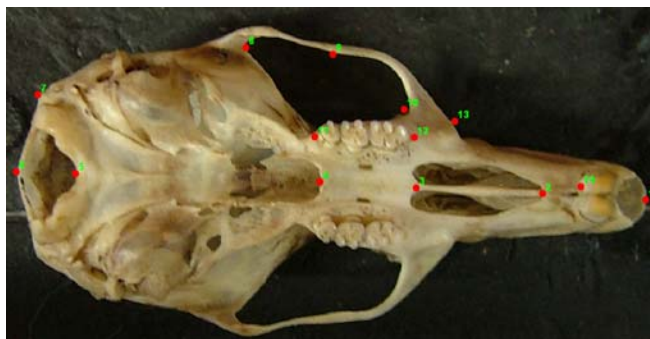
- (Murinae) and *Clethrionomys rufocanus* (Arvicolinae). *Journal of Morphology*, 231: 131-142.
- Sheets, H. D. 2001. Coordinate Generator, Dept. of Physics, Canisius College, Main St. Buffalo, New York.
- Sheets, H. D. 2003. IMP: CVA Geen, Dept. of Physics, Canisius College, Main St. Buffalo, New York.
- Slice, D. E. 2005. Modern morphometrics in physical anthropology. Kluwer Press, New York.
- Van der Klaauw, C.J. 1948. Size and position of the functional components of the skull. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 9: 177-368.
- Vassallo, I. 2000. Alometría e isometría en varias especies de roedores caviomorfos, con comentarios sobre la estructura del aparato masticatorio del orden Rodentia. *Journal of Neotropical Mammalogy*, 7: 37-46.
- Vaughan, T. A., J. M. Ryan & N. J. Czaplewski. 2000. Mammalogy. Saunders college publishing. USA.
- Villers-Ruiz, L. y Trejo-Vázquez, I. 2004 Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales. In: Martínez, J. y A. Fernández-Bremauntz (Eds.) Cambio climático: una visión desde México. *SEMARNAT / INE, México*, 239-254 pp.
- Wainwright, P. & M. S. Reilly. 1994. Ecological morphology: integrative organismal biology. The university Chicago Press.
- Weksler, M. 2003. Phylogeny of Neotropical oryzomyine rodents (Muridae: Sigmodontinae) based on the nuclear IRBP exon. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 29: 331–349
- Wilson, D. E. & D. M., Reeder. 2005. Mammal species of the world. Johns Hopkins University Press.
- Zelditch, L. M., D. Swiderski, D. Sheets & W. Fink. 2004. Geometric Morphometrics for Biologists: a primer. Elsevier Academic Press.

FIGURAS Y CUADROS



puntos de referencia	Descripción
1	Margen superior del incisivo inferior
2	Margen superior de la incisión del incisivo inferior
3	Punto de máxima curvatura del diastema inferior
4	Margen anterior del M1
5	Margen posterior del M3
6	Proceso coronoide
7	Punto de máxima curvatura interna del proceso coronoide
8	Margen anterior del cóndilo articular
9	Margen superior del cóndilo articular
10	Margen posterior del cóndilo articular
11	Punto de máxima curvatura de la rama ascendente del dentario
12	Proceso angular
13	Incisura facial de los vasos
14	Punto de máxima curvatura inferior de la sínfisis
15	Margen inferior de la inserción del incisivo inferior

Figura 3. Puntos de referencia para el componente lingual mandibular.



puntos de referencia	Descripción
1	Prostion
2	Margen anterior del foramen incisivo
3	Margen posterior del foramen incisivo
4	Margen posterior de la placa horizontal del hueso palatino
5	Basion
6	Protuberancia occipital externa
7	Angulo marginal del cóndilo occipital
8	Margen posterior interno del proceso cigomático
9	Punto medio del margen interno del proceso cigomático
10	Margen anterior del proceso cigomático maxilar
11	Margen posterior de M ³
12	Margen anterior de M ³
13	Margen exterior del foramen intraorbital
14	Margen interior de la incisión de los incisivos superiores

Figura 4. Puntos de referencia ubicados sobre el componente ventral del cráneo

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

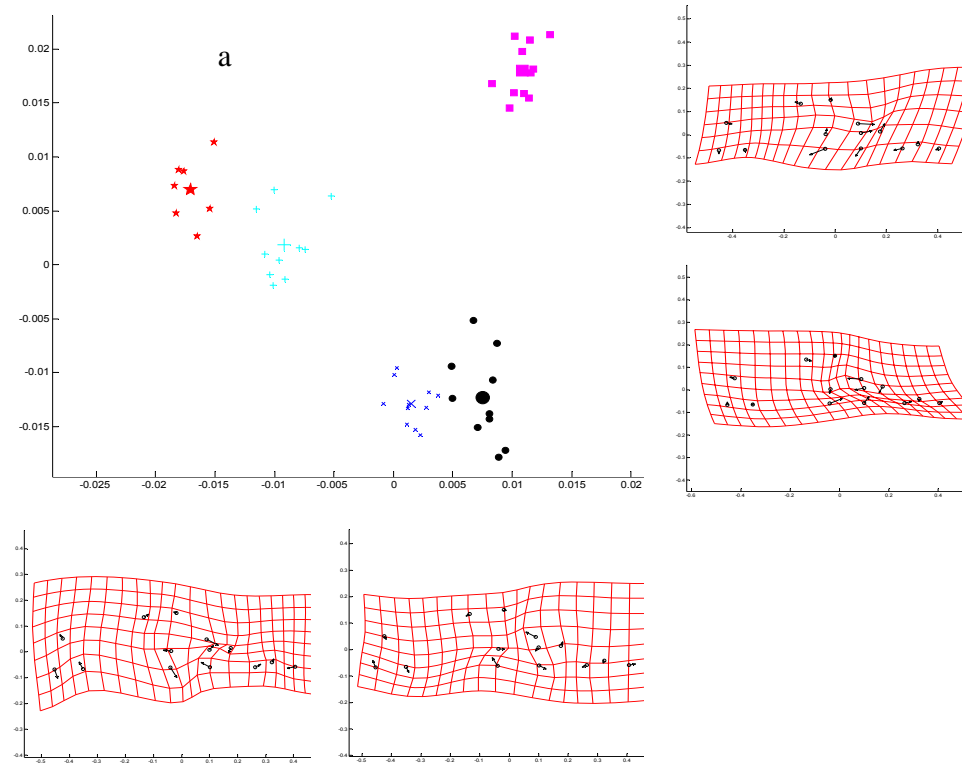


Figura 5. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 2 de la región ventral del cráneo (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani* y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

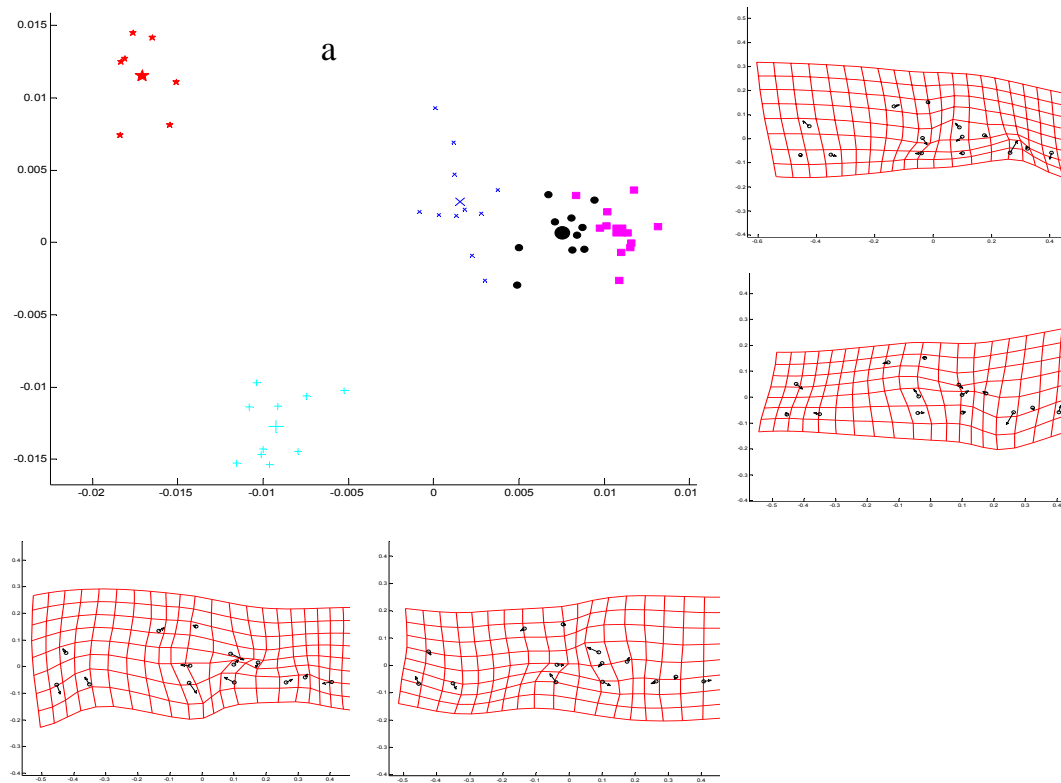


Figura 6. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 3 de la región ventral del cráneo (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani* y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

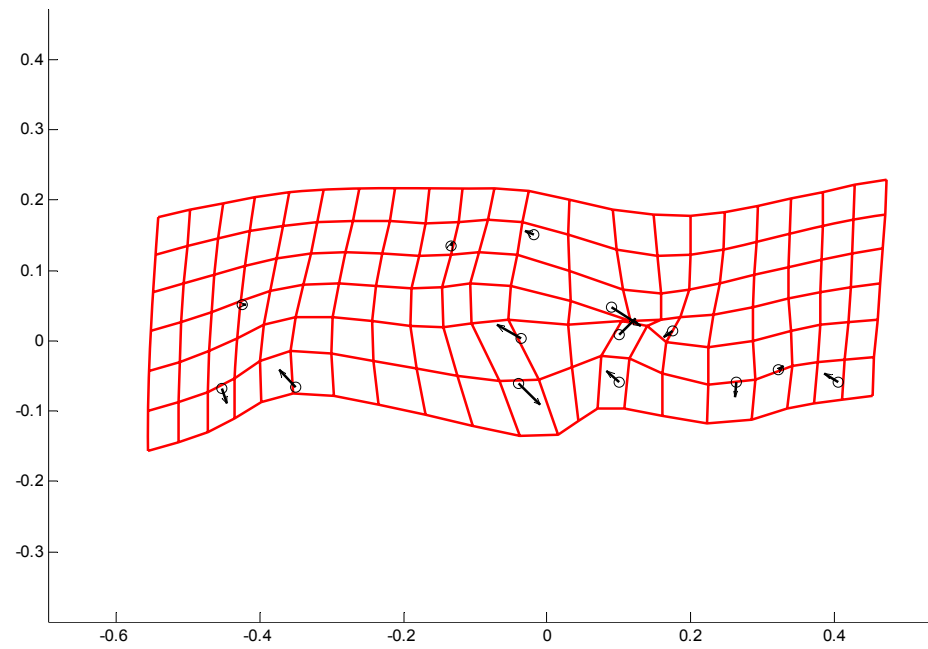


Figura 7. Lámina de deformación de la región ventral del cráneo de *Nyctomys sumichrasti*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

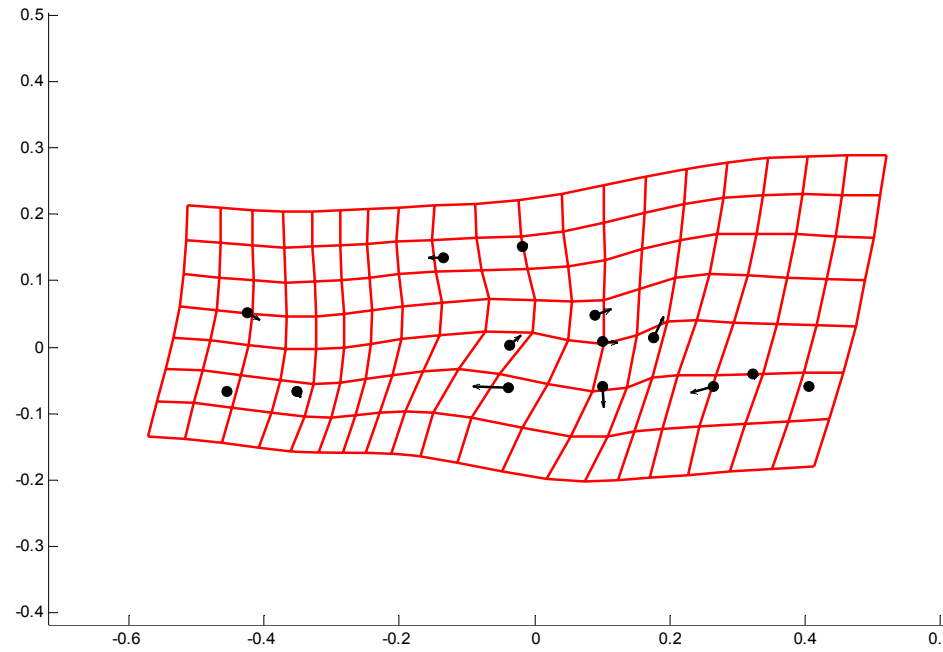


Figura 8. Lámina de deformación de la región ventral del cráneo de *Oryzomys chapmani*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

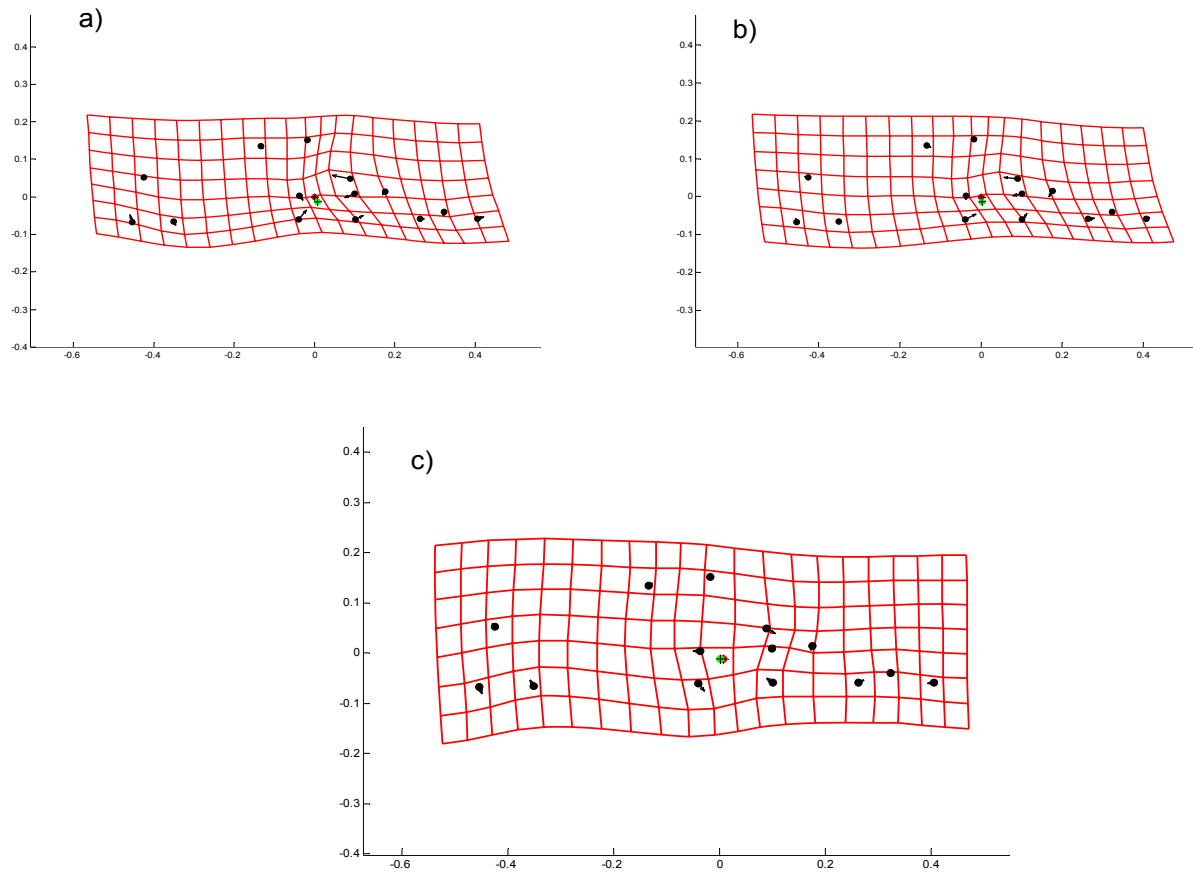


Figura 9. Láminas de deformación de la región ventral del cráneo de a) *Peromyscus melanocarpus*, b) *P. mexicanus* y c) comparación de *P. mexicanus* con respecto a *P. melanocarpus*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

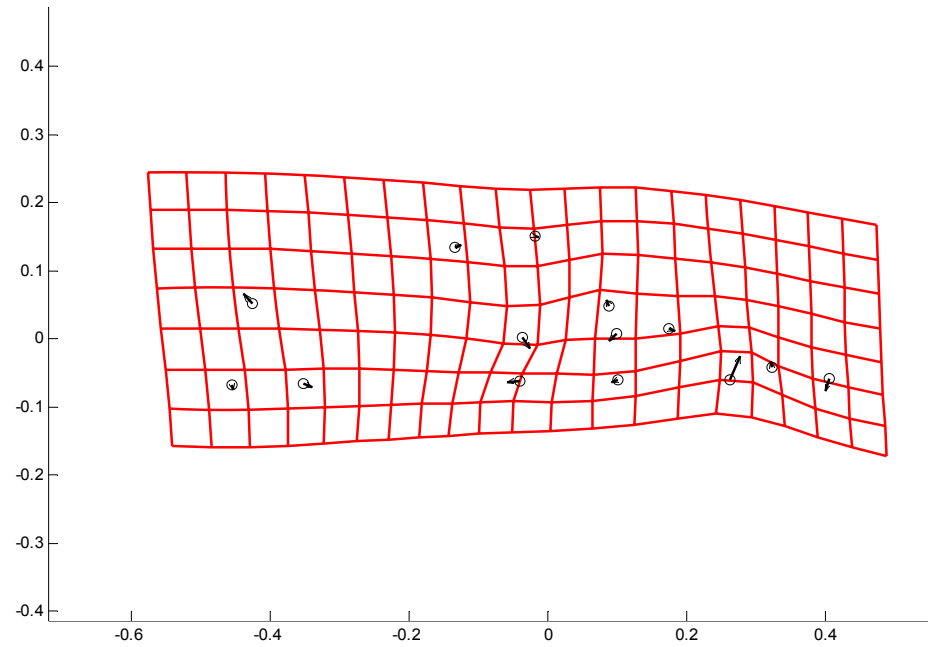


Figura 10. Lámina de deformación de la región ventral del cráneo de *Reithrodontomys mexicanus*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

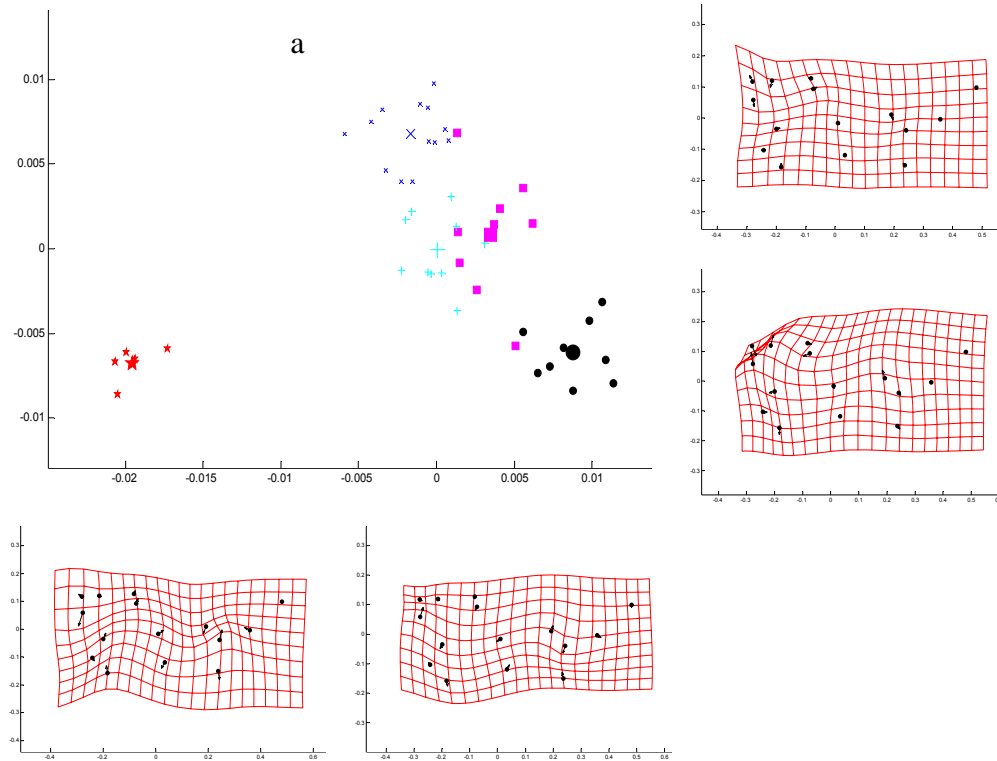


Figura 11. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 2 de la región de la mandíbula (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani* y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

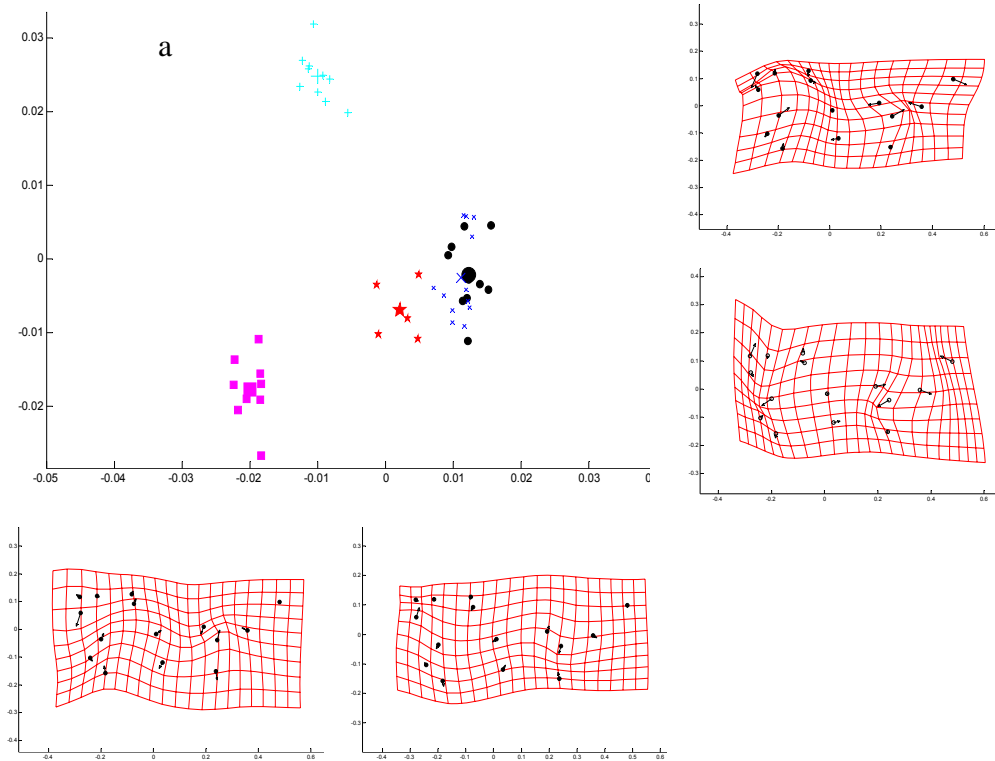


Figura 12. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 3 de la región de la mandíbula (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *Peromyscus melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani* y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

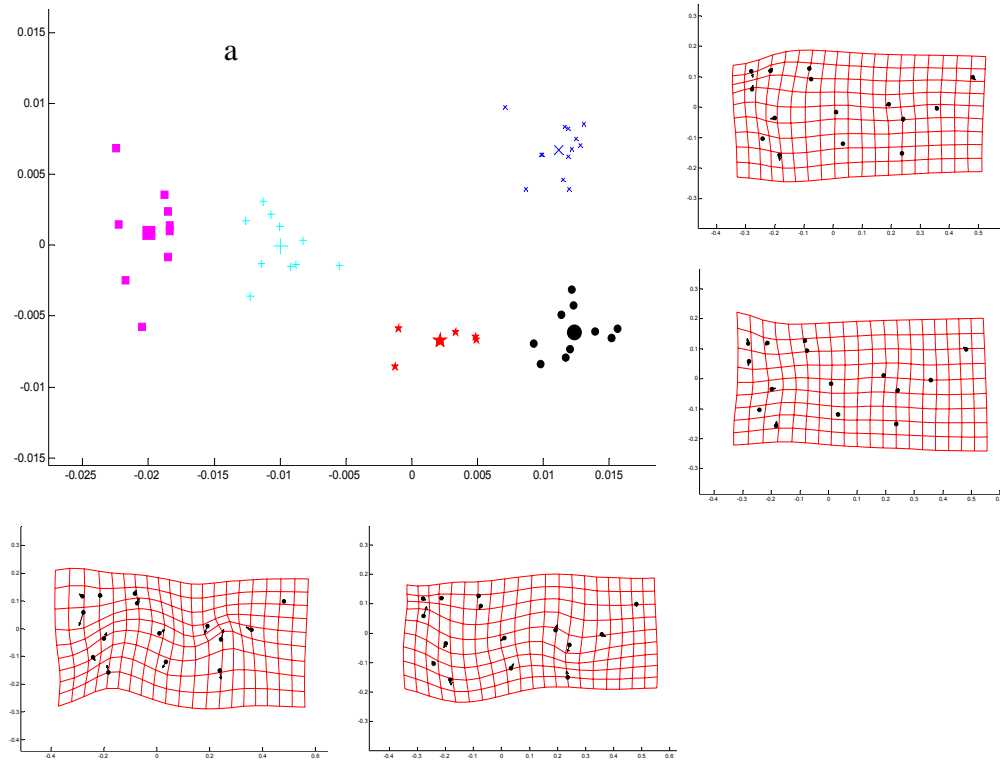


Figura 13. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 1 y 4 de la región de la mandíbula (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani* y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

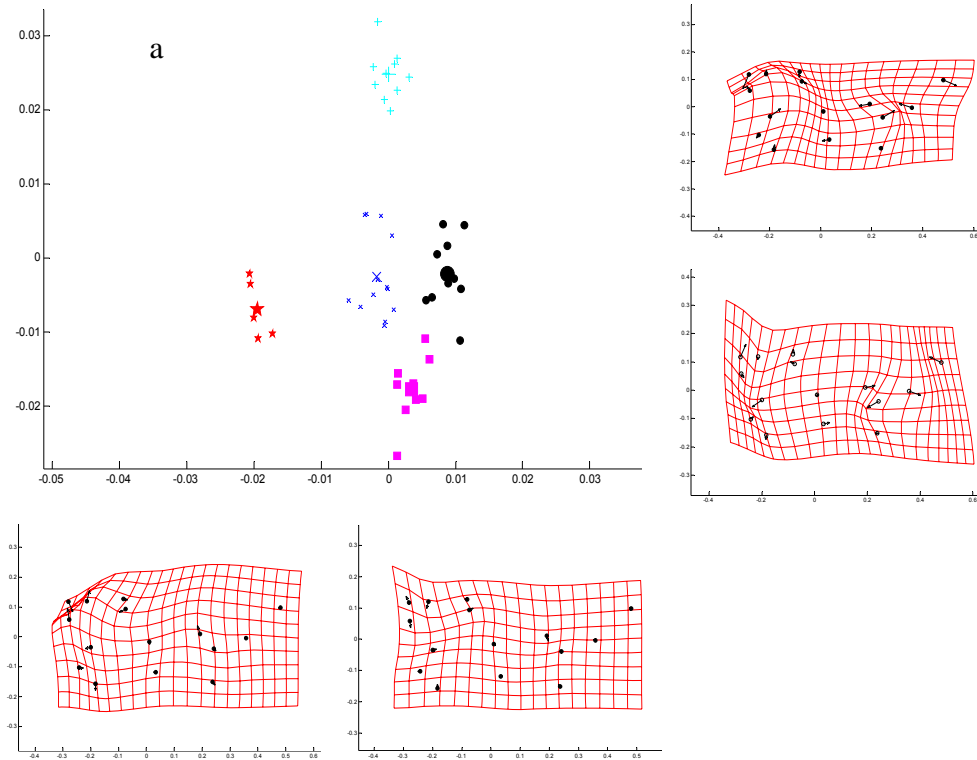


Figura 14. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 2 y 3 de la región de la mandíbula (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani*, y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

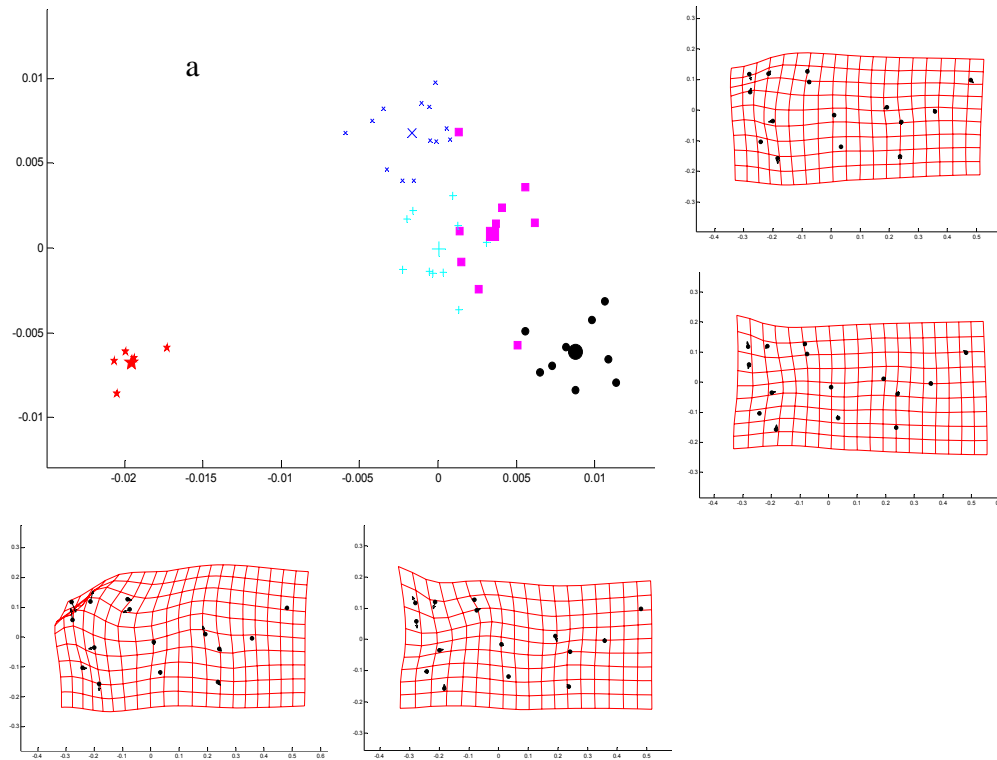


Figura 15. Dispersión de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 2 y 4 de la región de la mandíbula (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani*, y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

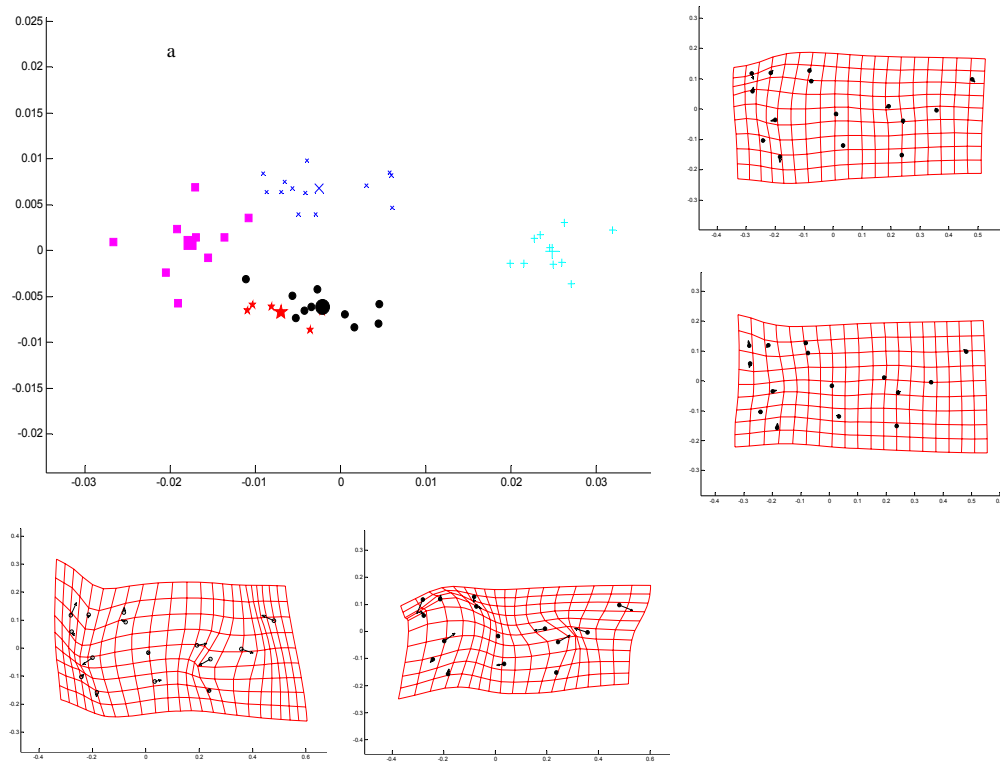


Figura 16. Proyección de especies en el plano definido por las Variables Canónicas 3 y 4 de la región de la mandíbula (a). Las cruces azul marino representan a *Peromyscus mexicanus*, los círculos negros a *P. melanocarpus*, las estrellas rojas a *Nyctomys sumichrasti*, los cuadros morados a *Oryzomys chapmani*, y las cruces verdes a *Reithrodontomys mexicanus*

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

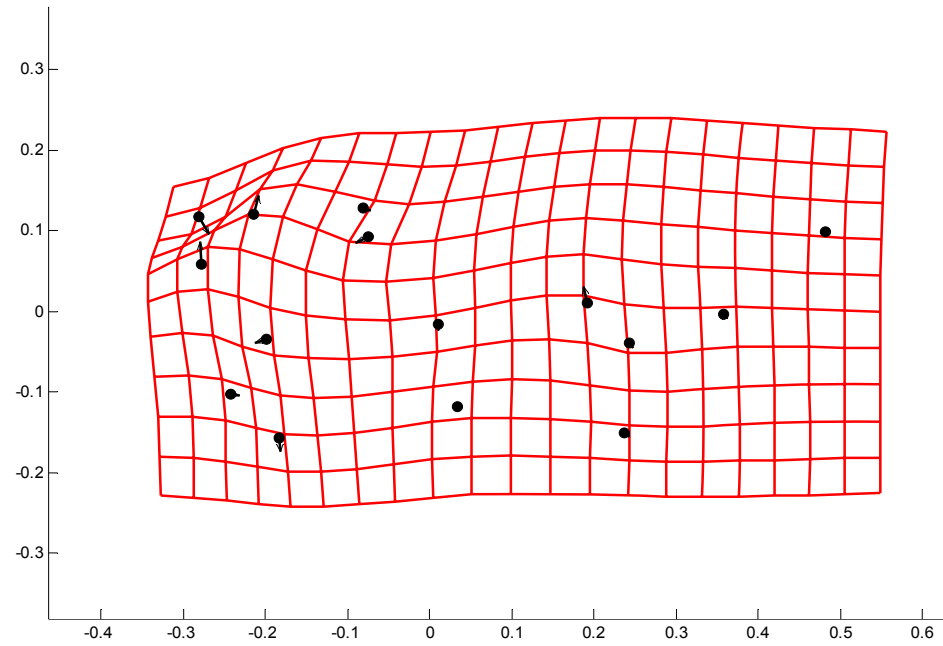


Figura 17. Lámina de deformación de la región lingual de la mandíbula de *Nyctomys Sumichrasti*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

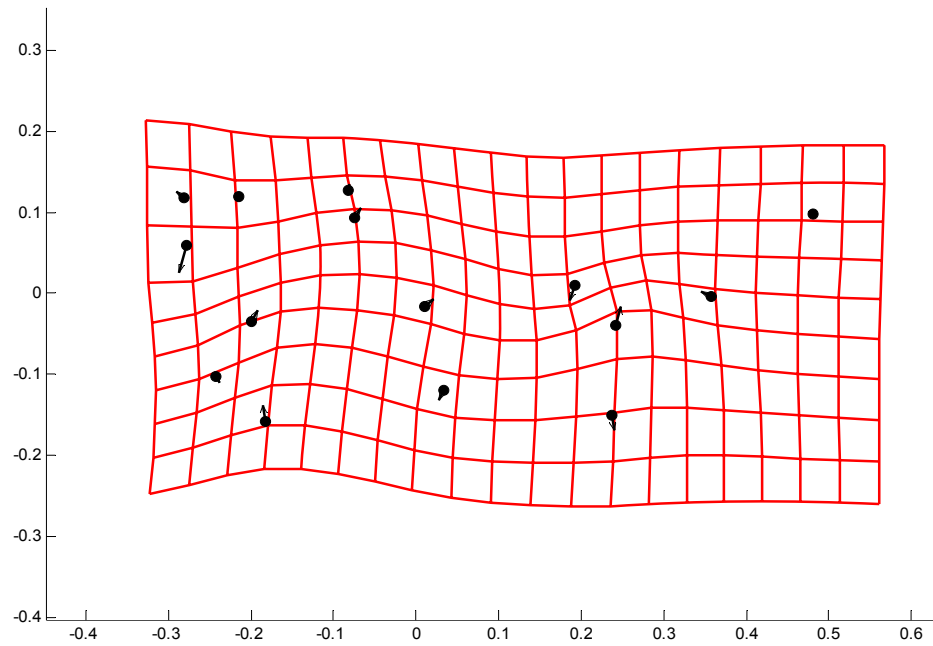


Figura 18. Lámina de deformación de la región lingual de la mandíbula de *Oryzomys Chapmani*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

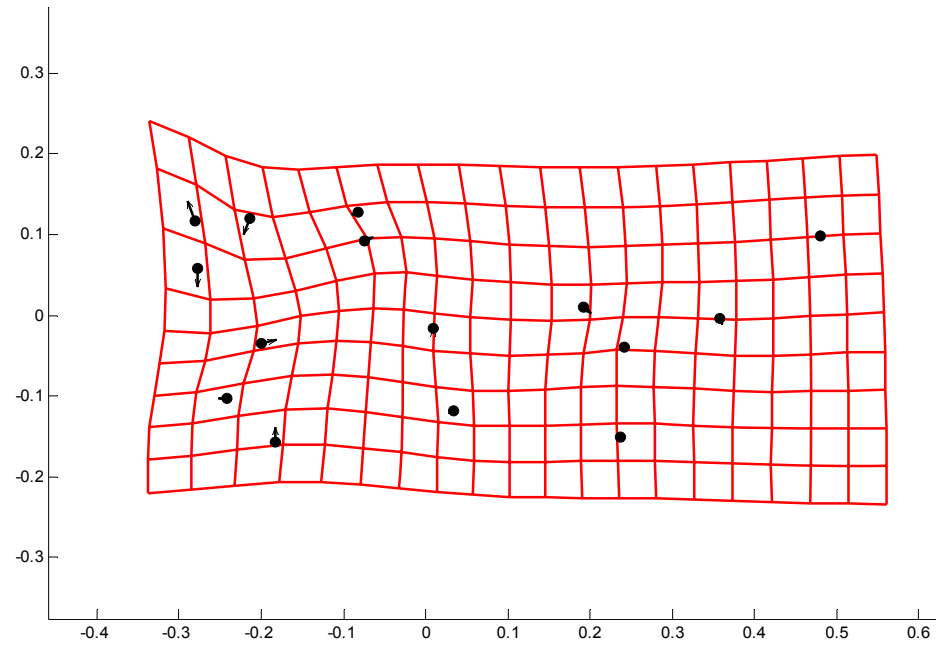


Figura 19. Lámina de deformación de a región lingual de la mandíbula de *Peromyscus melanocarpus*.

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

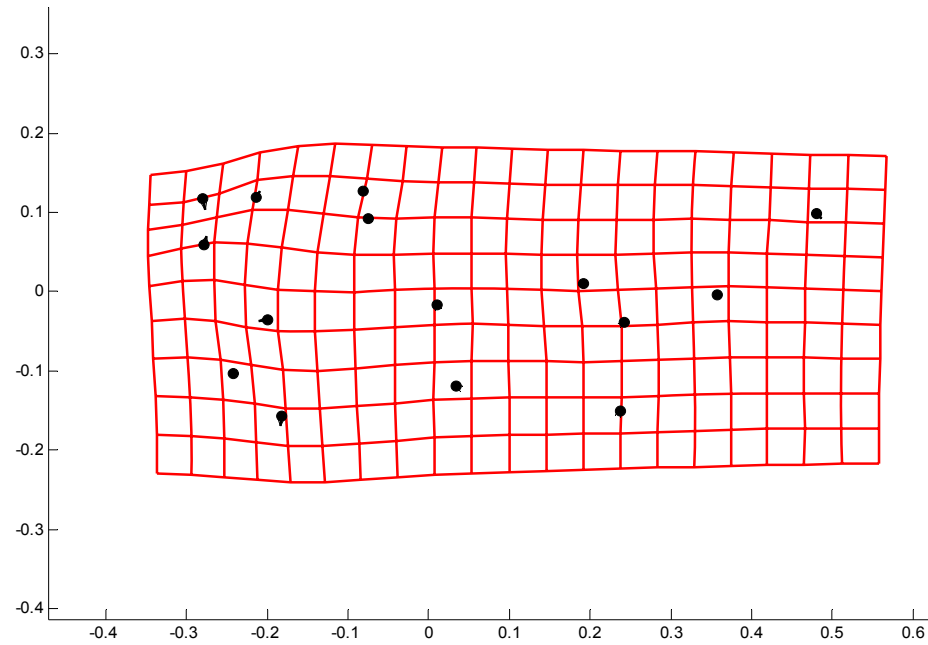


Figura 20. Lámina de deformación para la región lingual de la mandíbula de *Peromyscus mexicanus*.

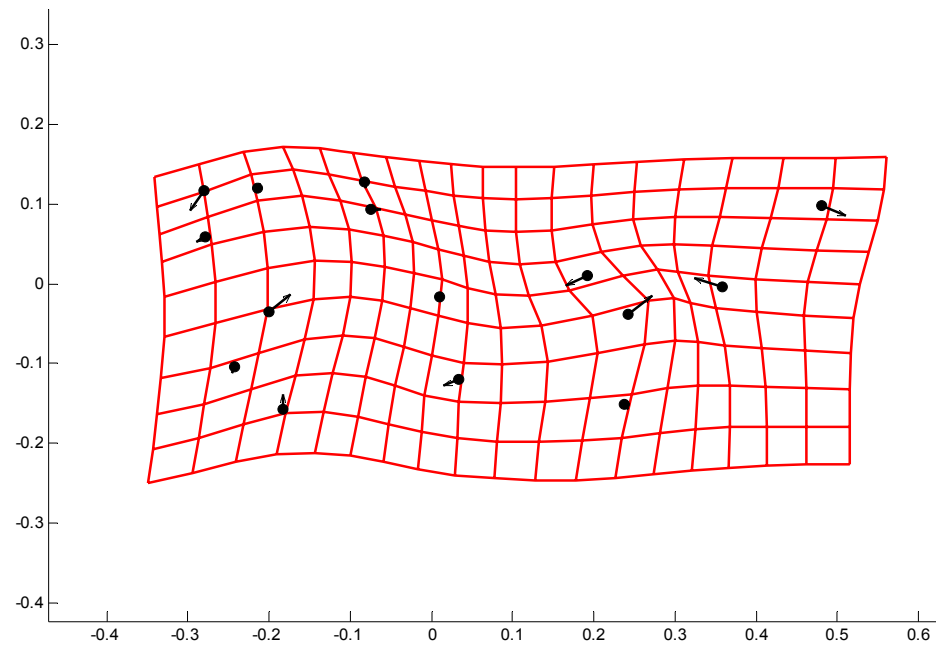


Figura 21. Lámina de deformación de la región lingual de la mandíbula de *Reithrontomys mexicanus*.

Cuadro 1. Resultados del análisis CVA/Manova para las 3 variables canónicas resultantes del análisis de CVA para la región ventral del cráneo.

Var	Lambda	Chi-cuadrada	g. l.	P
1	0	339.8024	96	2.22045e-016
2	0.0019	209.6104	69	4.44089e-016
3	0.0368	110.6085	44	1.17924e-007

Cuadro 2. Matriz de confusión para la región ventral del cráneo.

Especie	<i>P. mexicanus</i>	<i>P. melanocarpus</i>	<i>N. sumichrasti</i>	<i>O. chapmani</i>	<i>R. mexicanus</i>
<i>P. mexicanus</i>	10	0	0	0	0
<i>P. melanocarpus</i>	0	11	0	0	0
<i>N. sumichrasti</i>	0	0	7	0	0
<i>O. chapmani</i>	0	0	0	11	0
<i>R. mexicanus</i>	0	0	0	0	10

Cuadro 3. Resultados del análisis CVA/Manova para las 4 variables canónicas resultantes del análisis de CVA para la región lingual de la mandíbula.

Var	Lambda	Chi-cuadrada	g. l.	P
1	0	338.8874	104	2.22045e-016
2	0.0007	223.6455	75	2.22045e-016
3	0.0134	131.4228	48	1.08931e-009
4	0.1496	57.9483	23	7.52107e-005

Cuadro 4. Matriz de de confusión para la región lingual de la mandíbula

Especie	<i>P. mexicanus</i>	<i>P. melanocarpus</i>	<i>N. sumichrasti</i>	<i>O. chapmani</i>	<i>R. mexicanus</i>
<i>P. mexicanus</i>	10	0	0	0	0
<i>P. melanocarpus</i>	0	13	0	0	0
<i>N. sumichrasti</i>	0	0	5	0	0
<i>O. chapmani</i>	0	0	0	9	0
<i>R. mexicanus</i>	0	0	0	0	10

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

Apéndice 1. Individuos analizados para la región ventral del cráneo

Especie	No. De catalogo	Long. total	Long. cola	Long. pata	Long. oreja	Peso	Sexo	Fecha	Sitio de colecta	Altitud	
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	29531	255	122	30	24	47	♂	19/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29533	249	121	23	17	39	♂	19/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	408	232	124	20	19	45	♂	02/03/2005	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	423	223	123	24	16	53	♂	03/03/2005	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	850	240	120	21	15	53	♂	18/12/2006	Rancho el Mameyal, Santiago Comaltepec		C. M. del CIIDIR Oax.
	859	255	130	20	19	35	♂	19/12/2006	Rancho el Mameyal, Santiago Comaltepec		C. M. del CIIDIR Oax.
	861	205	80	20	20	35	♂	19/12/2006	Rancho el Mameyal, Santiago Comaltepec		C. M. del CIIDIR Oax.
<i>Oryzomys Chapmani</i>	29635	180	115	20	11	13	♂	17/09/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29637	233	130	27	17	28	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29639	232	121	25	17	33	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29642	237	123	21	19	36	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29643	241	135	22	17	32	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29647	240	132	28	18	32	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29648	237	135	28	17	25	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29650	223	124	24	15	23	♂	09/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29654	215	114	25	16	24	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29656	220	115	26	16	24	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29661	208	97	27	17	33	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
<i>Peromyscus</i>											

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

<i>melanocarpus</i>												
28450	265	141	29	22	34	♂	09/12/1989	A 1 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28454	248	127	29	21	45	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28455	230	113	23	21	53,5	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28458	243	134	28	16	32,5	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28459	245	136	28	15	33	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28469	271	127	30	12	50	♂	10/11/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1900 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28479	240	126	28	22	35	♂	09/12/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1900 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28598	239	122	29	21	30	♂	12/11/1989	A 1 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28599	203	121	28	22	45	♂	12/11/1989	A 1 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28603	255	128	29	19	33	♂	12/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
<i>Peromyscus mexicanus</i>												
28603	203	120	28	17	40	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28739	255	130	27	20	37	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28745	214	116	29	17	37	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
28747	256	128	29	20	38	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM		
769	255	125	27	19	55	♂	07/05/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		
771	250	132	30	20	43	♂	07/05/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		
772	175	100	26	17	32,5	♂	08/05/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		
778	197	102	26	17	32	♂	18/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		
781	222	116	24	16	40	♂	20/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		
787	218	114	24	18	36	♂	21/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		
789	232	129	25	21	47	♂	21/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.		

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

	792	210	110	25	19	38	♂	19/07/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	29560	207	131	21	16	12,5	♂	12/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29566	193	11	22	15	13	♂	12/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29570	205	124	22	16	17	♂	07/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29571	200	121	21	18	15	♂	07/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29574	213	124	20	17	18	♂	08/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29576	209	120	21	16	14	♂	09/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29579	202	118	23	17	17	♂	22/03/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29580	204	120	22	15	17	♂	22/03/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29604	191	112	21	16	15	♂	10/09/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29608	192	115	21	16	15	♂	22/03/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

Apéndice 2. Individuos analizados para la región lingual de la mandíbula.

Especie	No. De catalogo	Long. total	Long. cola	Long. pata	Long. oreja	Peso	Sexo	Fecha	Sitio de colecta	Altitud	
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	29531	255	122	30	24	47	♂	19/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29533	249	121	23	17	39	♂	19/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	423	223	123	21	19	41	♂	03/03/2005	Camino a Rancho Tarabundi, La esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	850	240	120	21	15	53	♂	18/12/2006	Rancho el Mameyal, Santiago Comaltepec		C. M. del CIIDIR Oax.
	861	205	80	20	20	35	♂	19/12/2006	Rancho el Mameyal, Santiago Comaltepec		C. M. del CIIDIR Oax.
<i>Oryzomys chapmani</i>	29637	233	130	27	17	28	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29639	232	121	25	17	33	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29641	210	122	23	17	24	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29642	237	123	21	19	36	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29643	241	135	22	17	32	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29647	240	132	28	18	32	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29648	237	135	28	17	25	♂	08/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29650	223	124	24	15	23	♂	09/12/1989	La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	29656	220	115	26	16	24	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	28450	265	141	29	22	34	♂	09/12/1989	A 1 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1525 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28454	248	127	29	21	45	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28455	230	113	23	21	53,5	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

	28461	225	126	26	15	33	♂	16/09/1989	A 6 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28471	231	125	28	21	31	♂	10/11/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28473	265	133	29	21	31	♂	10/11/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28479	240	126	28	22	35	♂	09/12/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1900 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28480	252	125	29	21	41	♂	09/12/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1900 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28481	245	125	28	18	38	♂	09/12/1989	A 8 km de La Esperanza, Santiago Comaltepec	1900 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28601	255	110	28	21	40	♂	12/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
Peromyscus mexicanus											
	28739	255	130	27	20	37	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28745	214	116	29	17	37	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	28747	256	128	29	20	38	♂	20/10/1989	Vista Hermosa, Santiago Comaltepec	1300 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
	771	250	132	30	20	43	♂	07/05/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	772	260	120	26	20	50	♂	08/05/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	777	175	94	23	21	32,5	♂	18/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	778	197	102	26	17	32	♂	18/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	780	212	110	27	22	31	♂	20/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	790	214	116	24	16	32	♂	20/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	791	224	128	27	19	47	♂	20/06/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	792	210	110	25	19	38	♂	19/07/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	797	260	140	26	22	58	♂	20/07/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
	808	234	132	26	22	40	♂	17/08/2006	Camino a Rancho Tarabundi, La Esperanza Santiago Comaltepec	1625 msnm	C. M. del CIIDIR Oax.
Reithrodontomys mexicanus											
	29560	207	131	21	16	12,5	♂	12/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM

Descripción morfométrica del aparato bucal de 5sp. de roedores múridos

29566	193	11	22	15	13	♂	12/11/1989	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29570	205	124	22	16	17	♂	07/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29571	200	121	21	18	15	♂	07/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29574	213	124	20	17	18	♂	08/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29575	195	114	20	14	13	♂	09/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29576	209	120	21	16	14	♂	09/02/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29580	204	120	22	15	17	♂	22/03/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29604	191	112	21	16	15	♂	10/09/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM
29605	200	120	21	14	15	♂	10/09/1990	Camino Nuevo a San Isidro, La Esperanza Santiago Comaltepec	2000 msnm	C. M. del I. de B. de la UNAM