



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

# **POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

**VARIACION MORFOMÉTRICA INTRA E  
INTERPOBLACIONAL DE  
*Chaetodipus spinatus* (FAMILIA:  
HETEROMYIDAE) EN LA PENÍNSULA DE  
BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.**

## **T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA ANIMAL)**

## **P R E S E N T A**

**MARÍA TERESA MÉNDEZ CONTRERAS**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. SERGIO TICUL ÁLVAREZ CASTAÑEDA**

**MÉXICO, D. F.**

**MARZO 2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **RECONOCIMIENTOS**

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM por el apoyo otorgado para concluir el programa.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. por las facilidades brindadas en la realización de este trabajo.

A la Coordinación Sectorial de Desarrollo Académico (COSDAC) por la beca otorgada durante el periodo diciembre de 2009 a abril de 2010.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante el periodo septiembre 1997 a agosto de 1999.

Al Centro de Estudios Tecnológicos industrial y de servicios No. 37 por las facilidades brindadas para la culminación de esta tesis.

## AGRADECIMIENTOS

Al Maestro Ticul Álvarez Solórzano † por su ejemplo, disciplina y el haberme dado la oportunidad de acercarme al mundo de la Mastozoología.

Al Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda por su asesoramiento y apoyo en la realización de ésta tesis, pero sobre todo por su amistad y cariño de tantos años.

Al Dr. Fernando A. Cervantes Reza, M. C. Ticul Álvarez Solórzano † y Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, por permitirme revisar el material depositado en las colecciones mastozoológicas a su cargo.

A los miembros del sínodo Dr. Fernando Alfredo Cervantes Reza, Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Dr. Alfredo Ortega Rubio, M. C. Carolina Müdespacher Ziehl y M. C. Julieta Vargas Cuenca, por sus acertados comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

Al equipo de pequeños mamíferos por su apoyo en la colecta y procesamiento de material.

A los amigos que compartieron mi estancia en La Paz y dieron un poco de su tiempo para algo más que trabajo: Jorge, Abraham, Luis, Anahid, Evelyn, Diana, Chayo, Esperanza, Martín, Colado, Paty V., Gaby, Roberto.

A Anahid por su amistad y cariño sin fronteras en espacio y tiempo.

A Ena por compartir su amistad, desvelos, trabajo, tiempo y regaños.

A Mayra De La Paz por su amistad y apoyo.

A Ma. Elena y Luis, mis padres, por darme la vida y el apoyo para hacer lo que me gusta.

A mis hermanos Margarita, Ángel, Carmen y Sandra: TODO MI AMOR.

A TODOS AQUELLOS QUE SE CRUZARON EN MI CAMINO APORTANDO ALGO A MI VIDA..... GRACIAS

## DEDICATORIA

**Diana Guendaiba**

**Gonzalo**

Paña'ca ñapa' ti bele guii ora cusishidxilu' naa,  
ñaapa' guirá' shaibá' lu ti huadxí ndaaní bata nayá

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Resumen .....	1
Introducción .....	3
Subespecies de <i>Chaetodipus spinatus</i> .....	7
Hipótesis .....	17
Objetivos .....	17
Área de estudio .....	18
Materiales y métodos .....	24
Resultados .....	31
Discusión .....	38
Conclusión .....	49
Recomendaciones .....	50
Literatura citada .....	51
Anexos .....	57

## RESUMEN

*Chaetodipus spinatus* es una especie de roedor casi endémica de la Península de Baja California y su distribución abarca 13 Islas del Golfo de California y el Océano Pacífico con 18 subespecies reconocidas. Se realizó un trabajo de análisis morfométrico de 17 subespecies.

Se analizaron 815 ejemplares de museo, tomando 25 medidas craneales y 4 medidas somáticas comunes en estudios taxonómicos. A partir de éstas se analizó la variación intrapoblacional debido a la edad, sexual secundaria e individual y la variación geográfica entre las subespecies. Se encontró que para la población estudiada la variación sexual secundaria morfométrica es mínima, y se pueden distinguir únicamente dos grupos de edades. Para la variación geográfica se analizaron 89 localidades formando 29 grupos considerando la cercanía entre ellas y la presencia de barreras geográficas. Se identificaron 15 unidades diferentes, por lo que se sugiere reorganizar las subespecies de la siguiente manera: *C. s. spinatus*, *C. s. evermanni* (considerado sinónimo con *C. s. guardia*), *C. s. marcosensis*, *C. s. latijugularis*, *C. s. margaritae*, *C. s. oribates*, *C. s. occultus*, *C. s. lambi*, *C. s. prietae* (considerado sinónimo con *C. s. broccus*), *C. s. magdalenae*, *C. s. pullus* (considerando *C. s. seorsus* como sinónimo), *C. s. peninsulae*, *C. s. bryanti*, *C. s. lorenzi*, esta subespecie puede ser considerada diferente en las dos islas en las que se distribuye.

## ABSTRACT

*Chaetodipus spinatus* is quasi endemic specie from the Baja California Peninsula, its distribution comprise thirteen Islands of the Gulf of California and Pacific Ocean with eighteen subspecies recognized.

We analyzed 815 specimens of museum taking 25 cranial measures and four somatic measures which are common in taxonomic studies. Considering this, we analyzed the intrapopulational variation that is, age variation, sexual secondary and individual and the geographic variation among subspecies. We found that in the population studied the morphometric sexual variation is minimum and we can distinguish only two age groups. For to geographic variation, we analyzed 89 localities forming 29 groups of localities considering the proximity between them and the presence of geographic barriers. We identified fifteen different unities, because of we suggest to reorganize the subspecies in *C. s. spinatus*, *C. s. evermanni* (considerate synonymous with *C. s. guardia*), *C. s. marcosensis*, *C. s. latijugularis*, *C. s. margaritae*, *C. s. oribates*, *C. s. occultus*, *C. s. lambi*, *C. s. prietae* (synonymous with *C. s. broccus*), *C. s. magdalenae*, *C. s. pullus* (considerate *C. s. serosus* like synonymous), *C. s. peninsulae*, *C. s. bryanti*, *C. s. lorenzi* and this subspecies can be considerate different in the two islands in which they are distributed.

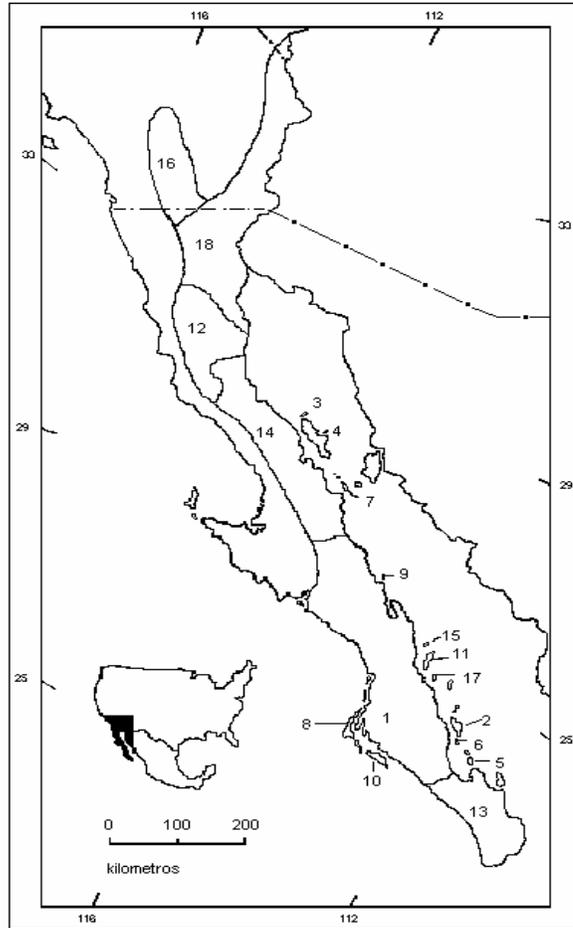
## INTRODUCCIÓN

La superfamilia de roedores Geomyidea es un viejo linaje monofilético, relacionada taxonómicamente por la presencia de abazones (Hafner y Hafner, 1983; Williams *et al.* 1993), la que experimenta una gran diversificación evolutiva del Oligoceno al Plioceno. En la actualidad se reconocen dos grupos: El primer grupo son los geómidos (Familia Geomyidae) que esta representado por las tuzas y donde todos sus miembros son de hábitos fosoriales. El segundo corresponde a los heterómidos (Familia Heteromyidae) especies no fosoriales, adaptadas a las zonas desérticas, aunque un género tiene distribución tropical y otro subtropical. Algunas de las especies de esta familia han tendido al bipedalismo, principalmente en las zonas xéricas. Los heterómidos son endémicos del continente americano y comprenden tres grandes linajes, los cuales divergieron durante el Eoceno (Hafner and Hafner, 1983; Williams *et al.* 1993).

El género *Perognathus* es uno de los más antiguos de Norteamérica, con el primer registro datado en el Mioceno. Originalmente la subfamilia Perognathinae tenía un sólo género, *Perognathus*, pero en la década de los ochentas los dos subgéneros son considerados a nivel de género: *Perognathus* y *Chaetodipus* (Patton, *et al.*, 1981; Hafner, 1993). Hafner y Hafner (1983) proponen elevar a *Chaetodipus* a nivel de género, basados en el análisis de trabajos sobre variaciones del báculo, pene, estructura del pelo y análisis bioquímicos, entre otros. Dentro de éste género se encuentra *Chaetodipus spinatus*.

El ratón espinoso de abazones (*Chaetodipus spinatus*) es una especie presente en México a lo largo de la Península de Baja California y en las islas del Golfo de California y algunas de la costa del Pacífico (Hall, 1981). La especie es prácticamente endémica de la Península de Baja California, a excepción de la subespecie *C. s. spinatus* que se distribuye en el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica. Ocupa hábitats de pedregosos a rocosos, con un grado de pendiente variable; el intervalo altitudinal que se tiene registrado hasta el momento varía de 0 a 1500 msnm (Alden, 1991; Schmidly, *et al.*, 1993). *C. spinatus* es en algunos casos la única especie nativa de mamíferos presente en las islas del Golfo de California (Lawlor, 1983; fig. 1).

1. *C. s. broccus*
2. *C. s. bryantii*
3. *C. s. evermanni*
4. *C. s. guardiae*
5. *C. s. lambi*
6. *C. s. latijugularis*
7. *C. s. lambi*
8. *C. s. magdalenae*
9. *C. s. marcosensis*
10. *C. s. margaritae*
11. *C. s. occultus*
12. *C. s. oribates*
13. *C. s. peninsulae*
14. *C. s. prietae*
15. *C. s. pullus*
16. *C. s. rufuscens*
17. *C. s. seorsus*
18. *C. s. spinatus*



**Figura 1.** Distribución de *Chaetodipus spinatus* (Hall, 1981).

Al comparar la variación fenotípica en y entre distintas poblaciones, es posible determinar cuáles son los límites diferenciales entre individuos que hacen posible la ubicación taxonómica a nivel de subespecies (Mayr, 1963). Las diferencias entre las poblaciones separadas geográficamente, comúnmente son consideradas como indicadores de variación (Willig, *et al.* 1986). Esta variación fenotípica es reconocida como uno de los elementos fundamentales en el proceso evolutivo de los seres vivos (Santos-Moreno y Hortelano, 1997). Mayr (1988) lo reconoce en dos pasos: El primero es que la variación de cada generación pueda servir como material para la selección, y la segunda es que la selección misma no podría ser posible sin una continua

regeneración de la variación, por lo que la variación es un factor importante para comprender la evolución.

Se considera que existen dos grandes clases de variación, la intrapoblacional o también conocida como la no geográfica y que se refiere a las diferencias observadas entre los miembros de una misma población, como son: la variación individual, el dimorfismo sexual secundario, etc., y la variación geográfica, la que comprende diferencias observables entre miembros de distintas poblaciones. Dichas variaciones pueden ser originadas por causas fisiológicas, ambientales (grado de severidad de las condiciones climáticas), ecológicas y la competencia entre especies principalmente (Bowers y Brown, 1982).

La variación ontogénica de los organismos y la variación entre diferentes poblaciones separadas geográficamente son de gran importancia para los taxónomos, según Mayr (1963). Los cambios morfológicos son el resultado de dos tendencias: la diferenciación desde el nacimiento a la madurez y la adaptación en los estadios del ciclo de vida, tienen un amplio significado biológico interpretado como el producto de las interacciones entre la selección y la dotación genética del individuo.

La península de Baja California presenta un ambiente más o menos continuo, ya que a lo largo de ésta no se encuentran formaciones que dividan transversalmente la península, encontramos un conjunto de sierras montañosas conformado al norte por La Sierra de San Pedro Mártir y La Sierra de Juárez y al sur por la sierra de La Laguna además de cerros de gran altitud, mesetas, volcanes, laderas, valles centrales y costeros. Estas características topográficas influyen sobre las condiciones climáticas que tiene la región. Aun cuando la distribución de plantas y animales no suele ser uniforme a través del área que habitan, *C. spinatus* esta presente en todos los tipos de fisiografías incluyendo en sierra (Suárez, 2005).

Para evaluar el efectivo aislamiento de un hábitat insular es necesario conocer como han aparecido las islas, como es su tamaño y posición relativa a tierra firme, así como algunos fenómenos físicos catastróficos ocurridos durante su formación (Gastil, et al. 1983), ya que es probable que el aislamiento de algunos mamíferos como *Chaetodipus spinatus* haya sido consecuencia de la separación de la porción de tierra de la península, como lo sugiere Lawlor (1983). Si el aislamiento geográfico

mencionado ha generado algún tipo de variación entre las poblaciones insulares o peninsulares, se espera que ésta se manifieste en los caracteres craneales analizados.

Muchas de las poblaciones de *C. spinatus* actualmente son consideradas como subespecies, principalmente porque su distribución está en islas, lo que las hace discontinuas de aquellas de la Península de Baja California, razón por la que a principio de siglo fueron determinadas como subespecies disímiles, pero nunca se ha realizado una revisión de todas las poblaciones en conjunto para determinar si estas variaciones son reales, ya que todos los trabajos actuales sobre este grupo están muy relacionados con ecología, distribución y variación entre algunas de ellas (Best, 1993, Patton, *et al.*, 1981; Hoffmeister y Lee, 1967; Williams, 1978).

*Chaetodipus spinatus* cuenta con 18 subespecies, de las cuales 10 son endémicas de diferentes Islas en el Golfo de California. Considerando como características distintivas la variación en color y tamaño entre las diferentes poblaciones (Hall, 1981; Alden, 1991). Mucha de la información al respecto de las mismas es muy escasa e incluso de algunas de ellas toda se centra en la proporcionada en la descripción original (Meriam, 1889; Osgood, 1900). Desafortunadamente, la identificación de las subespecies se dificulta ya que los patrones de coloración varían en ejemplares de una misma localidad, en algunos casos no existen suficientes ejemplares de referencia y los límites geográficos de las subespecies de la península no están marcados por algún tipo de barrera geográfica.

Características como color, medidas craneales, medidas somáticas, etc, han sido empleadas en diversos trabajos para medir la variación y efectuar comparaciones interpopulacionales e interespecíficas que permiten establecer algún grado de similitud fenética y relaciones filogenéticas (Best, 1993, Choate y Williams, 1978; Engstrom, *et al.* 1992).

## **CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESPECIES DE *Chaetodipus spinatus***

A continuación se da una breve descripción de las subespecies a analizar en el presente trabajo, basándose en la información recabada por Patton y Alvarez-Castañeda (1999), Williams *et al.* (1993), Hall (1981), Merriam (1889) y Osgood (1900) entre otros.

### ***Chaetodipus spinatus broccus* (Huey, 1960)**

Localidad tipo. San Ignacio, 27°17'LN, Baja California Sur, México.

Distribución. Ocupa tres cuartas partes al norte de Baja California Sur, generalmente a las orillas de la Sierra de la Giganta.

Descripción. Siguiendo a Huey (1960) son ratones de gran tamaño y cola proporcionalmente larga. El cráneo es aplanado y menos redondeado que en *C. s. prietae*. El carácter más pronunciado es una aguda y bien desarrollada proyección en el lado bajo del arco cigomático donde el jugal se une a la mandíbula. Comparado con *C. s. peninsulae* es pequeño, con cráneo y orejas pequeñas, sin embargo, la proyección sobre el arco zigomático está más desarrollada.

### ***Chaetodipus spinatus bryanti* (Merriam, 1894)**

Localidad tipo. Isla San José, Baja California Sur, México.

Distribución. Solo conocido de la Isla San José, Baja California Sur.

Descripción. Este es uno de los miembros más grandes del grupo *spinatus*, mostrando en la parte media de la espalda pelaje tosco y espinoso. Coloración de las partes bajas gris pardo, llegando a ser castaño en la base del pelaje adulto, mezclado abundantemente con pelos negros; las partes bajas, las patas y los muslos posteriores son blancos; no tienen línea lateral; la cola es bicolor, pardo arriba y blanco abajo. El cráneo es similar al de la especie nominal (*C. spinatus*), pero mucho más largo; el interparietal mucho más del doble de largo que ancho, de forma pentagonal alargado y aplanado. Comparado con *C. s. peninsulae* de la península, el cráneo es ligeramente pequeño, pero las diferencias craneales son pocas. (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999). Es considerado como amenazado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001).

***Chaetodipus spinatus evermanni*** (Nelson and Goldman, 1929)

Localidad tipo. Isla Mejía, cercana a la parte final norte de la Isla Ángel de la Guardia, Golfo de California, Baja California, México.

Distribución. Conocido sólo de la Isla Mejía.

Descripción. Siguiendo a Nelson y Goldman (1929), ésta es una especie pequeña del grupo, pareciendo un típico *spinatus* pero con área de pelaje subyacente plumbosa oscura y definida de pelaje oscuro; estructura delicada del cráneo, los nasales tienen una especial atenuación con un adelgazamiento en la región frontal y parietal distintivo; cerdas presentes en las ancas, cola con una borla terminal elongada como en *spinatus*. El color del tipo tiene la piel de las partes superiores ocre claro, oscurecido por sobreposición de pelos bandeados negros resultando un mate entrecano, en general, un tono café grisáceo; las partes bajas y las patas traseras son blancas, la cola es bicolor, café arriba y blanco abajo. El cráneo es en general similar al de *C. s. spinatus* pero pequeño y relativamente estrecho y de una estructura ligera; la caja craneal es estrecha y proporcionalmente más arqueada arriba, los nasales son muy angostos, más acintados con una terminación posterior excedida por la que ascienden las ramas de la premaxila, la terminación anterior con una profunda emarginación entre ellos; espacio interorbital estrecho, mastoideo y bula auditiva pequeñas.

El hábitat de esta pequeña isla ha sido descrita como rocosa y volcánica, terreno muy abrupto y con cañones rocosos (Nelson y Goldman, 1929). La subespecie está probablemente extinta por la introducción de especies no nativas, sin embargo, está considerada en la categoría de amenazada por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

***Chaetodipus spinatus guardiaae*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Puerto Refugio, norte de la Isla Ángel de la Guardia, 30 ft. Golfo de California, Baja California, México.

Distribución. Conocido solo en la Isla Ángel de la Guardia.

Descripción. De acuerdo con la descripción de Burt (1932), esta es una subespecie pequeña y de color claro del grupo *spinatus*, semejante a *C. s. evermanni* de Isla Mejía en el norte, pero más grande y de coloración más pálida. Éste es el

miembro de coloración más clara del grupo *spinatus* conocido de las islas del Golfo. La línea lateral es menos clara que en *evermanni*; las espinas en las ancas están presentes pero no son conspicuas; el mechón de la cola es el menos prominente de todas las subespecies de *spinatus*. El cráneo es similar al de *evermanni*, pero el espacio interpterigoide es ancho y los pterigoides son anchos menos achatados cuando se les observa ventralmente; interparietal regularmente pequeño. Esta subespecie difiere grandemente de los especímenes tomados de Bahía Concepción en la península en el tamaño pequeño y color pálido. Burt (1932) considera la existencia de una barrera de aislamiento entre las subespecies que habitan las islas Ángel de la Guarda y Mejía. La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

### ***Chaetodipus spinatus lambi*** (Benson, 1930)

Localidad tipo. San Gabriel, Isla Espíritu Santo, Golfo de California, Baja California Sur.

Distribución. Conocido solo de la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur.

Descripción. Benson (1930) menciona que éste es un pequeño ratón que puede ser distinguido de *C. s. peninsulae* y *C. s. bryanti* por el tamaño pequeño de cabeza y cuerpo, el cráneo es más pequeño y estrecho, delicado, además de tener los mastoideos mucho muy pequeños; el color es semejante al de un *peninsulae*; las partes superiores son en general canela; la parte baja, muslos y patas son blancas débilmente teñidas en color crema; la mayoría de los pelos dorsales son bandeados, con una franja subterminal canela y pardo claro en la base; algunos pelos dorsales son largos y carecen de la banda subterminal; éstos y las puntas oscuras de otros pelos producen una línea aparente en el pelaje. Las espinas son blancas. El cráneo comparado con *peninsulae* es pequeño, estrecho y más delicado; el proceso zigomático de la maxila es estrecho y formando un ángulo más agudo con el rostro; rostro delgado; mastoideos mucho menos inflados.

Algunos ejemplares de *C. s. lambi* traslapan características con *C. s. peninsulae*, no obstante, todos exhiben un tinte más café que los especímenes de *peninsulae* y el pelo es menos tosco. Esta subespecie es más oscura que *C. s. occultus*, *C. s. bryanti* y

*C. s. margaritae*. El cráneo es igual de tamaño al de *C. s. spinatus* pero más delgado, más delicado y con mastoideos pequeños. El cráneo es igual de tamaño pero menos inflado que en *ocultus*. Comparado con *magdalenae* y *margaritae*, el cráneo es pequeño (Benson, 1930).

Benson (1930) menciona que todas las subespecies insulares del grupo *spinatus* excepto *bryanti* de Isla San José, están caracterizados por tener mastoideos más pequeños que los ejemplares de tierra firme.

Cortes-Calva y Álvarez-Castañeda (1997) encontraron que la distribución de esta subespecie es en el fondo de cañones de la Isla Espíritu Santo donde la vegetación es más o menos cerrada y en sitios planos con suelo rocoso. La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

### ***Chaetodipus spinatus latijugularis*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla San Francisco, 24°50' LN, 110° 34' LW Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo en la Isla San Francisco, Baja California Sur.

Descripción. Es un ratón de tamaño mediano y coloración oscura con yugales anchos y planos; la línea lateral es indistinguible; cráneo de tamaño mediano, nasales en forma de huso hacia la parte posterior y raramente emarginados; interparietal convexo en el borde anterior pero sin un ángulo distintivo, cresta supraorbital aguda; yugal ancho, corto y aplanado dorsoventralmente; procesos zigomático de maxilar y escamoso pesados y aproximándose uno a otro en el centro del arco; mastoideos y bula auditiva medianos, relativamente del tamaño de *C. s. bryanti* (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999).

Esta subespecie difiere de *C. s. bryanti* en el tamaño pequeño, coloración oscura, la mezcla amarillenta en las partes superiores, nasales no emarginados en la terminación posterior, yugales gruesos e interparietal formando una línea oponiéndose al pentagonal. Esta subespecie difiere de *C. s. lambi* en la longitud del interparietal y en el aguzamiento posterior de los nasales y de *C. s. peninsulae* en la coloración oscura y yugales anchos; esta subespecie se aproxima a *pullus* en la coloración (Patton y

Álvarez-Castañeda, 1999). La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A), por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

***Chaetodipus spinatus lorentzi*** (Banks, 1967)

Localidad tipo. San Lorenzo Sur, 28° 36´LN, 112° 51´LW, Golfo de California, Baja California México.

Distribución. Conocido solo de la Isla San Lorenzo, Baja California Sur.

Descripción. De tamaño similar a *C. s. guardia*, pero de coloración más oscura y con un cráneo más corto y aplanado; color claro y mucho más pequeño que *C. s. prietae* y algo más grande que *C. s. evermanni*, más café que gris en toda la coloración. Se distingue de las demás subespecies por la franja dorsal extremadamente oscura de la cola y por el cráneo corto y aplanado (Banks, 1967). La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

***Chaetodipus spinatus magdalенаe*** (Osgood, 1907)

Localidad tipo. Isla Magdalena, Océano Pacífico, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla Magdalena, Baja California Sur.

Descripción. Siguiendo la descripción de Osgood (1907), el tamaño y color parecido a *C. s. peninsulae*; mastoideos pequeños, rostro delgado y largo; los mastoideos como en *C. s. margaritae*; tamaño pequeño, rostro alargado y ancho. La coloración es muy similar a la de *peninsulae* y *margaritae* pero de color vino oscuro; las partes superiores canela mezcladas con pardo; la línea lateral muy estrecha más parecida a una línea fina, las partes bajas son blanco cremoso; el tamaño del cráneo parecido al de un *peninsulae*, mastoideo pequeño como en *margaritae*, rostro ligeramente alargado. No hay datos ecológicos conocidos. (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999).

***Chaetodipus spinatus marcosensis*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla San Marcos, 27° 13' LN, 112° 05' LW Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla San Marcos, Baja California Sur.

Descripción. Siguiendo la descripción de Burt (1932), es pequeño, de coloración oscura, aproximándose en caracteres externos a los especímenes de Bahía Concepción, pero difieren de éstos en el tamaño pequeño y cola relativamente larga; nasales relativamente largos; interparietales pequeños y coloración pálida; línea lateral presente pero indistinguible; espinas bandeadas negras de tamaño mediano en el cuarto trasero, las laterales solo blancas. Cráneos pequeños; nasales relativamente largos, mastoideos y bula auditiva pequeños. Esta subespecie difiere de *guardiae* en la coloración oscura y cola relativamente larga (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999). La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

***Chaetodipus spinatus margaritae*** (Merriam, 1894)

Localidad tipo. Isla Margarita, Océano Pacífico, Baja California Sur, México.

Distribución. Solo de Isla Margarita, Baja California Sur.

Descripción. La coloración de la parte superior varía de gris pardo a pardo amarillento, esto último debido a una tosca mezcla de pelos negros; las partes bajas y las patas son blancas; cola bicolor, parda arriba y blanca abajo; el cráneo es similar a los de las demás subespecies pero más delgado, más arqueado y relativamente más estrecho en la parte posterior; el interparietal está ensanchado en el centro, en lugar de estarlo anteriormente; lacrimales decididamente grandes (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999). No hay datos ecológicos conocidos. La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

***Chaetodipus spinatus occultus*** (Nelson, 1912)

Localidad tipo. Isla Carmen, Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla Carmen, Baja California Sur.

Descripción. Comparado con *C. s. peninsulae* el color es gris y carece del efecto café parduzco visto en *peninsulae*; en general de tamaño similar, pero la cola es ligeramente más corta que en *bryanti* (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999). No hay datos ecológicos conocidos.

***Chaetodipus spinatus oribates*** (Huey, 1960)

Localidad tipo. Misión San Fernando, 30°LN Baja California, México.

Distribución. Terrenos rocosos de la Sierra San Pedro Mártir y la Sierra San Miguel, al sur colindando con La Ramona y al norte de Santa Catarina, en Baja California.

Descripción. Siguiendo a Huey (1960), esta subespecie se reconoce por ser muy espinosa, pelaje dorsal negruzco, más oscuro que otras subespecies y cuerpo de tamaño pequeño, siendo proporcionalmente más largo; las partes bajas y patas son blancas, con o sin una pequeña mezcla de color en los lados. Comparado con *C. s. rufescens*, *C. s. oribates*, es mucho más oscuro en el color del pelaje dorsal y con un cráneo más ligero. Si se compara con *C. s. prietae*, *oribates* es ligeramente más pardo oscuro, con una cola proporcionalmente larga. El cráneo de *oribates*, cuando se compara con los cráneos de otros de la subespecie, es redondeado; tiene arcos maxilares y nasales pesados; la bula es redondeada y abultada (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999).

Esta subespecie se encuentra asociada a laderas y planos con sustratos arenogravosos, entre cactáceas y matorral espinoso bajo principalmente (Huey, 1960; Ríos, 2000).

***Chaetodipus spinatus peninsulae*** (Merriam, 1894)

Localidad tipo. San José del Cabo, Baja California Sur, México.

Distribución. Ocupa la Región de los Cabos en la Península hasta aproximadamente la Bahía de La Paz, a ambas costas.

Descripción. Más grande que la especie nominal, con orejas muy grandes, espinas bien desarrolladas; la cresta de la cola delgada y escasa. Coloración de las partes superiores pardusca por los pelos bandeados negros, siendo castaño en el

pelaje viejo; las partes bajas y las patas son blancas; cola bicolor, pardo arriba y blanco abajo. Cráneo grande y plano, ángulos del parietal usualmente redondeados. Merriam (1894) considera que esta forma es suficientemente distinta del típico *spinatus* y lo reorganizó como una especie separada. Cortes-Calva y Álvarez-Castañeda (1997) estudiaron la ecología de esta subespecie concluyendo que el tipo de suelo (áreas pedregosas donde la vegetación es más o menos abierta) fue la variable más importante para determinar la presencia de la subespecie en el área de La Paz, coexistiendo en algunas áreas con *C. arenarius*.

***Chaetodipus spinatus prietae*** (Huey, 1930)

Localidad tipo. 25 mi N Punta Prieta, 29° 24'LN, 114° 24'W Baja California, México.

Distribución. Distribuida a través de la parte central de la Península, desde cerca de San Agustín, al sur cerca de la Misión Santa Gertrudis.

Descripción. Más grande en medidas somáticas y craneales que *spinatus* y *oribates*. En color es mucho más oscura, con una muda gris como en *spinatus*, algo entrecano como en *peninsulae*. El cráneo de *prietae* es más parecido al de *peninsulae* en varias características, aunque éste tiene una caja craneal redondeada aproximándose a la de *spinatus* aunque más corta y angosta (Ríos, 2000). Sin embargo, los interparietales son planos como en *peninsulae*. Comparado con *C. s. peninsulae*, *prietae* es más grisáceo que café en la coloración y no entrecano (Huey, 1930). Se le encuentra en zonas de sustrato gravoso y entre roqueríos (Ríos, 2000).

***Chaetodipus spinatus pullus*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla Coronados, 26° 06'LN, 111° 18'W, Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Encontrado solo en Isla Coronados, Baja California Sur.

Descripción. De tamaño mediano, es la subespecie de coloración más oscura del grupo de los *spinatus*. Éste es separado completamente de *C. s. occultus* de Isla Carmen, su vecino más cercano, por su coloración distinta en la parte superior (menos

amarillenta), tamaño un poco grande, cola larga, dentición más ligera, nasales largos y bula auditiva más inflada.

*Chaetodipus spinatus pullus* difiere de *C. s. broccus* de Bahía Concepción en su gran tamaño, coloración un poco pálida sin la línea lateral amarillenta (el blanco de las partes bajas cambia abruptamente a oscuro en el dorso) y un prominente mechón terminal en la cola. *C. s. pullus* es parecido a *C. s. occultus* de la cercana Isla del Carmen en características y en el prominente mechón terminal de la cola (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999). La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

### ***Chaetodipus spinatus serosus* (Burt, 1932)**

Localidad tipo. Isla Danzante, 25°47'LN, 111°, 11'W, Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Aparece solo en Isla Danzante, Baja California Sur.

Descripción. De acuerdo con Burt (1932), es una subespecie de tamaño mediano y coloración oscura, de coloración intermedia entre *C. s. occultus* de Isla del Carmen y *C. s. pullus* de Isla Coronados. Difere de *C. s. occultus* mayormente en la coloración oscura y en una bula más redondeada y pequeños mastoideos; de *C. s. pullus* en una coloración algo más pálida con más de la mezcla amarillenta de la parte superior, y en los nasales cortos y pequeños interparietales; de *C. s. bryanti* en el tamaño pequeño, cola relativamente corta y coloración oscura y de *C. s. peninsulae* en la coloración oscura, cráneo más redondeado y arqueado, con los nasales más profundamente emarginados en la terminación posterior y en los mastoideos pequeños. La subespecie está considerada en la categoría de amenazada (A) por el Gobierno Mexicano (NOM-059-ECOL-2001).

### ***Chaetodipus spinatus spinatus* (Merriam, 1889)**

Localidad tipo. Río Colorado, 25 mi abajo (S) de Needles, San Bernardino Co. California.

Distribución. A lo largo del lado oeste del Río Colorado, desde el extremo sur de Nevada, de sur a sureste de California y noreste de Baja California en la cercanía de San Felipe en el Golfo de California (Hall. 1981; Huey, 1964).

Descripción. Ésta es una subespecie de tamaño mediano a medianamente grande, cola crestada y pequeña oreja pinnada, espinas muy conspicuas en el cuarto trasero y a veces extendiéndose hacia los lados en la región de los hombros, usualmente sin la línea lateral de color ante. El cráneo es comparativamente aplanado en el dorso, más bien angosto, con una pequeña bula, interparietales moderadamente anchos. Las partes superiores son de color café-gris pardo, con los pelos parduscos basalmente, bronceado pálido subterminalmente y muchas veces con una banda negra (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999).

Esta subespecie puede ser simpátrica con *C. arenarius*, *C. baileyi*, *C. fallax*, *C. formosus* y *C. penicillatus* y cercanamente simpátrica con *C. californicus*. La subespecie es fácilmente distinguible de otras por las espinas bien desarrolladas en las ancas y los costados, excepto *californicus* y *fallax*; *C. spinatus* difiere de éstas dos por la carencia de la línea lateral color ante (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999).

Típicamente se encuentra en zonas rocosas, costas desérticas y otros suelos rocosos en comunidades arbustivas de poca altura. Comparte su hábitat con *C. fallax* y *C. formosus* en el noreste de Baja California y zona adyacente de California y puede llegar a traslaparse con *C. baileyi* en suelos pedregosos y duros de las costas bajas, pero es totalmente segregado por los habitantes que ocupan suelos arenosos tales como *C. arenarius* y *C. penicillatus* (Patton y Álvarez-Castañeda, 1999).

## HIPÓTESIS

Al tener la Península de Baja California, un ambiente más o menos continuo norte-sur, se considera que la variación morfológica dentro de la Península presentará un gradiente en las poblaciones por lo que, en ésta área de distribución el número de subespecies de *Chaetodipus spinatus* debería ser menor que la actualmente reconocida. En contraparte, las poblaciones de las islas deberán presentar variación con respecto a las poblaciones cercanas a la región peninsular conservando el número de especies.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variación morfométrica dentro y entre poblaciones de *Chaetodipus spinatus* a lo largo de su distribución en México, con el fin de confirmar o rechazar la validez taxonómica de las subespecies.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la posible existencia de diferencias significativas en las medidas de machos y hembras en un espacio multivariado.
- Determinar la variación morfométrica de *C. spinatus* para confirmar o rechazar la validez de la clasificación subespecífica
- Establecer si el tamaño de los ejemplares exhibe algún patrón de variación geográfica entre las poblaciones de *Chaetodipus spinatus* y si éste se relaciona con un patrón norte sur o entre la península y las islas.

## ÁREA DE ESTUDIO

### PENÍNSULA

La Península de Baja California es una estrecha franja de tierra que se extiende 1300 km al sur de la frontera de California, separada de Sonora, por una pequeña parte del río Colorado y por el Golfo de California. Comprende un área de 143,600 km<sup>2</sup> adicionando 1,500 km<sup>2</sup> de las islas. Comprende dos estados: Baja California, que representa el 3.7% de la superficie del país, colinda al norte con Estados Unidos de América, Sonora y el Golfo de California, al este con el Golfo de California, al sur con Baja California Sur y Océano Pacífico y al oeste con el Océano Pacífico. Sus coordenadas extremas son: al norte 32° 43' LN, al sur 28° 00' LN, al este 112° 47' LW, al oeste 117° 07' LW (INEGI, 1993a) y Baja California Sur, que representa el 3.7% de la superficie del país, colinda al norte con Baja California, al este con el Golfo de California, al sur y oeste con el Océano Pacífico. Sus coordenadas geográficas son: al norte 28° 00' LN, al sur 22° 52' LN, al este 109° 25' LW y al oeste 115° 05' LW (INEGI, 1993b).

**Fisiografía.** La Península de Baja California presenta condiciones muy específicas como son su origen geológico, el efecto de las glaciaciones, el desplazamiento en dirección noroeste y el clima, haciendo de la península una región única.

De acuerdo a Álvarez-Castañeda, *et al.* (1995) la península queda comprendida en la subregión árido seca, dividida en cuatro subprovincias y 11 provincias fisiográficas, de acuerdo a lo descrito por estos autores, la península debe considerarse como una región neártica y dada su anchura presenta características similares a una isla.

Una serie de cadenas montañosas corren a lo largo de la península como la Sierra de Juárez en el norte, continuándose con la Sierra de la Giganta, además de la Sierra de San Pedro Mártir, y la Sierra de La Laguna. Presenta numerosas fallas transversales y diagonales que se suman a la compleja superficie geográfica. La costa y las planicies entre la masa de cadenas montañosas varían considerablemente en anchura y interrupción por arroyos, permitiendo un desarrollo agrícola alrededor de San

Vicente, en el Valle de San Telmo o en las planicies de San Quintín cerca de Socorro (Nieto, 1999).

En la parte central del Desierto del Vizcaíno se extiende un área cubierta por dunas, estas “dunas transversales” ocurren cuando los vientos moderados soplan constantemente en una dirección (Nieto, 1999). La península presenta contrastes muy marcados con respecto al resto del país.

**Hidrografía.** En la Península de Baja California, la escasa e irregular precipitación aunada a las elevadas temperaturas, propician la evaporación de grandes cantidades de agua, lo que da por resultado que los sistemas hidrológicos estén en niveles críticos (Nieto, 1999).

A lo largo de la península se encuentran lagos efímeros y lagunas que se forman en la temporada de lluvias y se secan al terminar ésta, pudiendo durar secos por años, dado que el rango de precipitación va de 0 cm<sup>3</sup> en los desiertos a 140 cm<sup>3</sup> en las montañas (Wiggins, 1980; Roberts, 1989). Las únicas corrientes que escapan a éstas condiciones y que podrían ser clasificadas como ríos son Las Palmas, Guadalupe, San Antonio, San Telmo y El Rosario, los cuales descienden por la vertiente occidental de las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir.

Considerando especialmente la Sierra de La Laguna con una precipitación que va de los 400 mm a los 700 mm en las partes más altas, haciendo de ésta zona la de mayor precipitación en la península (Nieto, 1999).

**Clima.** Según la clasificación de Köppen, modificada por García (1981) los climas predominantes de la región son los del grupo de climas secos o B, dentro de éste, el clima que predomina es de tipo muy árido o seco desértico BW característicos por tener temperaturas medias anuales que oscilan entre los 18 y 22° C y en el mes más frío menor a 18° C. Este tipo de clima se caracteriza por la presencia de lluvias en verano, invierno y lluvias escasas todo el año (menos de 300 mm de precipitación al año). Cubre cerca del 50% de la región y por influencia de factores geográficos se manifiesta como cálido extremoso (BWh') a lo largo de la vertiente occidental de la serranía californiana.

El clima seco adquiere una condición templada (BWk) en las mediaciones de la vertiente oriental de las Sierras Juárez y San Pedro Mártir. En éstas últimas el clima

mediterráneo (Ce) priva en las cimas de las dos sierras, caracterizándose por presentar lluvias en invierno llegando a ser mayor del 36% y la temperatura varía de 12 a 18°C y la del mes más cálido inferior a los 22°C (INEGI, 1988). En las montañas de Baja California predomina la categoría C con la temporada lluviosa en la época fría.

En los meses de invierno, las masas de aire polar invaden a la península y enfría aún más el ambiente durante la noche, por lo cual se producen las heladas en el estado de Baja California Sur; excepto en la franja costera occidental, comprendida desde el paralelo 26 grados norte hasta la Bahía Sebastián Vizcaíno, donde imperan los climas muy secos semicálidos.

En Baja California Sur, las heladas ocurren en un promedio de 7 a 10 al año con una incidencia mayor en los meses de noviembre y diciembre en comparación con Baja California, en las zonas de climas muy secos se presentan heladas en un promedio de 0 a 20 días anuales en altitudes mayores relacionadas con climas secos templadas. El fenómeno se presenta con mayor frecuencia en diciembre y enero (INEGI, 1988).

**Geología.** La evolución geológica se ha interpretado, de acuerdo con la tectónica de placas, como la separación de placas litosféricas móviles, pacífica y continental americana, desde hace aproximadamente unos 2 a 4 millones de años (Mioceno-Plioceno).

El desprendimiento del territorio de Baja California ha ocurrido hasta nuestra época y se manifiesta por la falla de San Andrés, aunado a esto, en la región acontecieron una serie de eventos tectónicos y magnéticos, que así como causaron la separación de la península, dieron origen a que esta entidad se constituyera con una gran variedad de unidades litológicas de los tres tipos fundamentales: rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades de formación abarcan desde la era Mesozoica hasta la Cenozoica (INEGI, 1988).

Algunos autores consideran los ciclos glaciares e interglaciares como el origen de una gran diversidad de mamíferos en la península (Schmidly, *et al.* 1993).

**Vegetación.** La vegetación de la zona no escapa a las diferentes clasificaciones que existen para el país. Rzedowski (1978) da la siguiente clasificación para el noroeste: matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio,

bosque espinoso, bosque de coníferas, Quercus y pastizal, clasificación usada en los mapas de INEGI.

El tipo de vegetación predominante es xerófilo. Se caracteriza por un número considerable de formas biológicas que constituyen aparentemente otros tantos medios de adaptación del mundo vegetal para afrontar la aridez.

Son particularmente notables los diferentes tipos de plantas suculentas, los de hojas arrosetadas o concentradas hacia los extremos de los tallos, los de plantas áfilas, los tipos gregarios o coloniales, los provistos de tomento blanco, etc. La microfilia y la presencia de espinas, son caracteres comunes, al igual que la pérdida de las hojas en épocas desfavorables.

La presencia de cactáceas hace de la zona una región de gran riqueza endémica. Rzedowski (1978) clasifica de manera general a este tipo de vegetación como matorral xerófilo, ocupando la mayor parte de la Península de Baja California. Sin embargo, aunque la mayor parte de la vegetación está representada por flora característica de zona áridas y semiáridas (*Larrea tridentata*, *Bursera hindsiana*, *Prosopis* spp., *Stenocereus thurberi*, *Fouquieria columnaris*, *F. diguetii*, *Opuntia* spp. entre otras) existen zonas de bosque de coníferas y Quercus. Este tipo de vegetación se presenta en el extremo norte y sur de Baja California principalmente en la Sierra de Juárez y San Pedro (*Pinus quadrifolia*, *P. jeffreyi*, *P. murrayana*, *P. lambertiana*, *Abies concolor* y *Libocedrus decurrens*). En el extremo sur se localiza la Sierra de la Giganta, la cual está constituida por especies como *Quercus tuberculata*.

## **ISLAS**

El desarrollo de la teoría de La Deriva Continental y más recientemente de la Tectónica de Placas ha revolucionado el entendimiento de la superficie de la Tierra y con ello el entendimiento de la distribución y origen de las islas (Whittaker, 1998).

Gastil *et al.* (1983) sugieren que la creación del Golfo de California no debe verse solo como una intrusión de agua marina, sino como la separación y desgarramiento de la corteza sílica de la tierra, la cual se movió gradualmente en una dirección relativa noroeste-oeste, hasta que el piso del golfo se formó.

Basado en las edades del piso basáltico se hipotetiza (Gastil, *et. al.*, 1983) que el Golfo de California pudo haberse formado hace 4.5 millones de años. El aislamiento de islas por inundación marina o por cualquier otro tipo de aguas pudo haber ocurrido muy tempranamente.

Dada la distribución de la especie, se consideran para este estudio: Isla Ángel de la Guarda, Isla Carmen, Isla Coronados, Isla Danzante, Isla Espíritu Santo, Isla Mejía, Isla San Francisco, Isla San Lorenzo, Isla San Marcos, Isla San José, Isla Magdalena e Isla Margarita . La mayoría de estas islas son de origen volcánico. (Case y Cody, 1983; Nieto, 1999; Moctezuma y Serrato, 1988).

- Ángel de la Guarda. Es la segunda isla más grande del Golfo de California con un área de 895 km<sup>2</sup>. Está ubicada a 33 Km. al nordeste del poblado de Bahía de los Ángeles, B. C. Queda comprendida entre los paralelos 29° 00' y 29° 34'LN y los meridianos 113° 33'y 113° 09' LW. Su origen probable es por expansión del piso marino, con estrato rocoso de origen volcánico del Mioceno y sedimentario marino del Plioceno.

- Carmen. Se localiza a 15 km al este del puerto de Loreto, a 11 km al sureste de Isla Coronado y a seis km de la costa de la península. Se ubica entre los 26° 04'y 25° 48'LN y 111° 05'y 111° 12' LW. Mide aproximadamente 27 km de largo por nueve de ancho, con un área de 151 km<sup>2</sup>. A lo largo la recorre una cordillera de hasta 479 msnm. Su origen es incierto, el estrato rocoso dominante consiste de sedimento marino y volcánico del Reciente.

- Coronados. Se localiza a 11 km al nordeste de Isla del Carmen. Sus coordenadas son 26° 07'LN y 115° 17' LW. Con un área de 8.5 km<sup>2</sup> y una cercanía mínima a la península de 2 km. Su origen es por erupción, erosión y levantamiento, sus estratos rocosos son volcánicos, además de un estrato sedimentario marino y proceden del Mioceno, Plioceno, Pleistoceno y Reciente.

- Danzante. Se encuentra muy cercana a la Península, a 1 km de ésta, con un área de 4.9 km<sup>2</sup>. Su principal tipo de roca es volcánica del Mioceno y su probable origen es por falla geológica y erosión, con una edad probable datada del Pleistoceno.

- Espíritu Santo. Separada 6 km de la península, está ubicada en los 24° 30'LN y los 110° 21' LW. El origen probable de esta isla es por levantamiento de bloque por

falla geológica, con rocas dominantes de origen volcánico del Mioceno y marino del Pleistoceno. Mide 19 km de largo y 5.5 km de ancho y con un área geográfica de 99 km<sup>2</sup> con una altitud máxima de 595 msnm.

- Mejía. Con una superficie de tres kilómetros cuadrados se encuentra a 0.1 km de Ángel de la Guarda, por lo que se le considera una isla satélite. Las principales rocas encontradas son basamento y volcánicas del Mioceno, con un probable origen por levantamiento de bloque.

- San Francisco. Con un área de 2.6 km<sup>2</sup>, se ubica a 8 km de la Península y a 6 km de isla San José. Origen probable por levantamiento de bloque, formada principalmente por rocas volcánicas del Mioceno.

- San Lorenzo Norte (Ánimas). Se encuentra a 20 km de la Península, con área de 7.5 km<sup>2</sup> Se origina probablemente por levantamiento con estrato rocoso sedimentario marino del Plioceno, y San Lorenzo Sur, a 18 km de la península respectivamente y 35 km<sup>2</sup> de superficie, se considera originada por levantamiento con estrato rocoso basáltico y sedimentario del Plioceno, además de volcánico del Mioceno.

- San Marcos. Situada al sur de Santa Rosalía entre los 27° 16' LN y 112° 07' LW. A una distancia 5 km de la península y con una superficie de 32 km<sup>2</sup>. Su probable origen es por levantamiento con estrato rocoso volcánico del Mioceno y sedimentario marino del Plioceno.

- San José. Al norte de Bahía de la Paz a una distancia de 5 km y una superficie de 194 km<sup>2</sup>, se sitúa entre los 24° 52' y 25° 06' LN y 110° 35' LW. Su origen se considera como levantamiento de bloque por falla geológica, el estrato geológico predominante es volcánico del Mioceno y marino del Plioceno y Pleistoceno.

- Magdalena. Ubicada en el Océano Pacífico con coordenadas 24° 33' LN, 112° 02' LW y 25° 16' LN, 112° 17' LW. Se encuentra al norte de la Isla Margarita, mide en el extremo noreste cerca de 600 km y en sureste alcanza los 48 km.

- Margarita. Ubicada en el Océano Pacífico entre los 24° 19' y 24° 32' LN y 111° 02' y 111° 18' LW. Tiene una extensión aproximada de 39 km de largo por una extensión máxima de nueve kilómetros de ancho, con una altura de 566 msnm.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se examinaron 815 ejemplares proceden de las siguientes colecciones: Colección de Pequeños Mamíferos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR); Colección de Vertebrados Terrestres. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN); Colección Nacional de Mamíferos. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (CNMA).

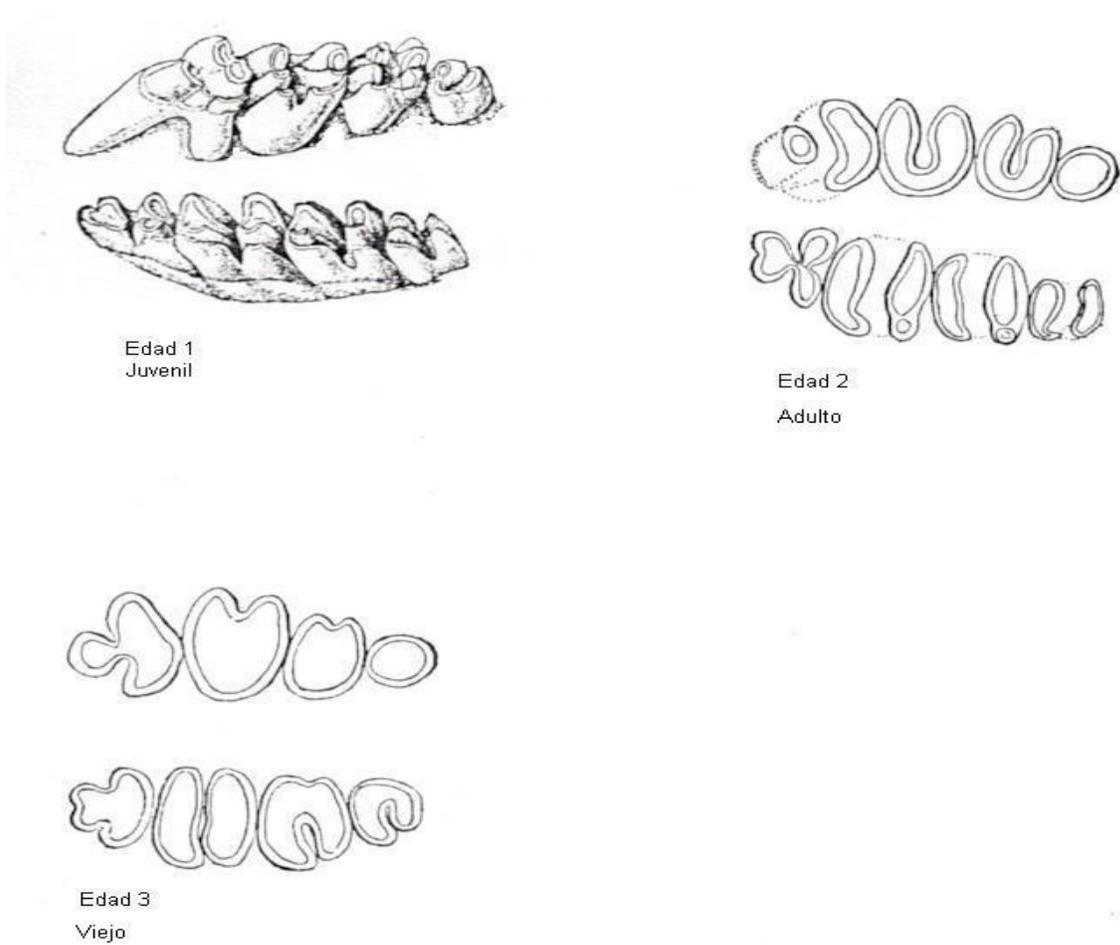
Se procedió a incrementar los registros con muestreos en zonas previamente seleccionadas, es decir, en aquellas islas o regiones de la península en las que el tamaño muestral de los ejemplares era muy pequeño y poco representativo, para lo cual se emplearon trampas tipo Sherman cebadas con hojuelas de avena, las cuales se colocaron a una distancia aproximada de cinco metros cada una, en 3 a 5 transectos de 40 a 50 trampas cada uno, las cuales se revisaron en dos ocasiones: por la noche y en la madrugada. Los ratones capturados se sexaron y se anotaron las condiciones reproductivas y prepararon de la manera convencional (DeBlase y Martin, 1981; Hall, 1981). Todos lo ejemplares capturados fueron depositados en la Colección de Mamíferos del CIBNOR.

Las edades relativas a los ejemplares se asignaron considerando las características craneales, desgaste de los molares y tipo de pelaje (Lidicker, 1960; Robertson, *et al.*, 1992) fig. 2.

Edad 3 (Viejos). Dentición permanente completa; todos los dientes muestran de moderado a gran desgaste; suturas craneales fusionadas; pelaje adulto.

Edad 2 (Adultos). Dentición permanente completa, pero de reciente adquisición por lo que el desgaste de las cúspides es poco o moderado; la mayoría de las suturas craneales completamente fusionadas; pelaje adulto.

Edad 1 (Juveniles). Dentición permanente ausente o incompleta, la mayoría de las suturas craneales no fusionadas; pelaje juvenil o mudando a pelaje adulto



**Figura 2.** Esquema del desgaste de los molares para asignar las edades relativas a los ejemplares analizados (Lidicker, 1960; Robertson, *et al.*, 1992).

Sólo se consideraron los ejemplares adultos (edad 2) y viejos (edad 3) para los análisis de dimorfismo sexual secundario y patrones de variación geográfica, esto es porque se ha establecido que la categoría de “adulto” representa un estado de desarrollo en el cual el crecimiento es lento o ha cesado y por lo tanto las características son menos variables (Best, 1993, Choate y Williams, 1978; Engstrom, *et al.*, 1992; Lidicker, 1960; Robertson *et al.*, 1992).

Existen trabajos (Santos-Moreno, 1994; Lee, 1990) en los cuales no se recomienda el uso de medidas somáticas dado el error generado por las diferencias

entre las medidas tomadas entre los preparadores, por lo cual, en el presente trabajo se considerarán dichas medidas solo como referencia (DeBlase y Martin, 1981; Hall, 1981, Martínez-Coronel, *et al.* 1991). Las medidas somáticas consideradas fueron: longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata y longitud de la oreja.

Las medidas craneales se tomaron con un vernier digital con aproximación de 0.01 mm y fueron las siguientes: (Alden, 1991; Álvarez y Hernández-Chávez, 1993; DeBlase y Martín, 1981; Engstrom *et al.*, 1992; Robertson *et al.*, 1992 y Genoways, 1973). Se anotaron las claves con las cuales serán referidas a lo largo del trabajo.

LCR. Longitud total del cráneo. Desde la parte más anterior del rostro al punto más posterior del cráneo (fig 3A, a-d).

LCB. Longitud condilo-basal. Desde el borde anterior del premaxilar a la proyección más posterior de los condilos occipitales (fig. 3B, a-g)

LPAL. Longitud palatal. Desde el borde anterior del premaxilar al punto más posterior del palatino (fig. 3B, c-g).

LPIN. Longitud del palatino. Desde el borde posterior del alveolo del primer incisivo al borde más posterior del palatino (fig.3B, c-f).

LRO. Longitud rostral. Desde la sutura entre el premaxilar y maxilar hasta la parte más anterior de los nasales (fig. 3A, s-d).

ARO. Altura del rostro. Tomada de la parte superior del rostro a la inferior a nivel de la sutura entre el premaxilar y el maxilar (fig. 3C, f-g).

LNA. Longitud de los nasales. Desde el punto más anterior de los huesos nasales al punto más posterior, tomada a lo largo de la línea media del cráneo (fig. 3A, q-d).

LON. Longitud orbito-nasal. Longitud desde la sutura del jugal y el maxilar hasta el punto más anterior de los huesos nasales (fig.3A, r).

LMA. Longitud de la mandíbula. Longitud máxima de la mandíbula tomada excluyendo los incisivos (fig. 3D, a-d).

LDMX. Longitud de la hilera de dientes maxilares. Longitud desde el punto más anterior del alveolo del primer diente presente en la maxila hasta el borde posterior del alveolo del último diente (fig. 3B, d-e; fig. 2C, b-c).

- LDM. Longitud de la hilera de dientes mandibulares. Longitud desde el punto más anterior del alveolo del primer diente presente en la mandíbula hasta el borde posterior del alveolo del último diente (fig. 3D, b-c).
- ACR. Anchura máxima del cráneo. Anchura máxima de la caja craneal posterior a los arcos cigomáticos (fig. 3A, o).
- AZI. Anchura cigomática. Distancia máxima entre los bordes extremos de los arcos cigomáticos (fig. 3A, j-m).
- AAN. Ancho anterior de los nasales. Anchura máxima anterior de los huesos nasales (fig. 2A, j-m).
- APN. Ancho posterior de los nasales. Anchura mínima posterior de los huesos nasales (fig. 3A, k-l).
- AMIN. Anchura mínima interorbital. Distancia mínima dorsalmente entre las orbitas Fig. 3A, p).
- ABU. Ancho de la bula. Anchura máxima de la bula auditiva (fig. 3B, j).
- AMT. Anchura mastoidea. Anchura máxima del cráneo incluyendo el mastoideo (fig. 3B, j).
- AM1. Anchura de los molares. Anchura máxima del alveolo del molar M1 (fig. 3B, h-i).
- A/M1. Ancho entre los molares. Anchura máxima entre los alvéolos de los molares M1 (fig. 3B, k).
- ALCR. Altura del cráneo. Altura máxima del cráneo desde la bula auditiva hasta la parte más elevada del cráneo (fig. 3C, d-e).
- DIA. Diastema. Desde el margen posterior del incisivo presente hasta el margen anterior del alveolo del primer diente presente (fig. 3C, a-b).
- AIN. Anchura de los interparietales. Anchura máxima del hueso interparietal (fig. 3A, g-h).
- LINP. Longitud de los interparietales. Longitud máxima del hueso interparietal tomada a lo largo de la línea media del cráneo (fig.3A, t-b).

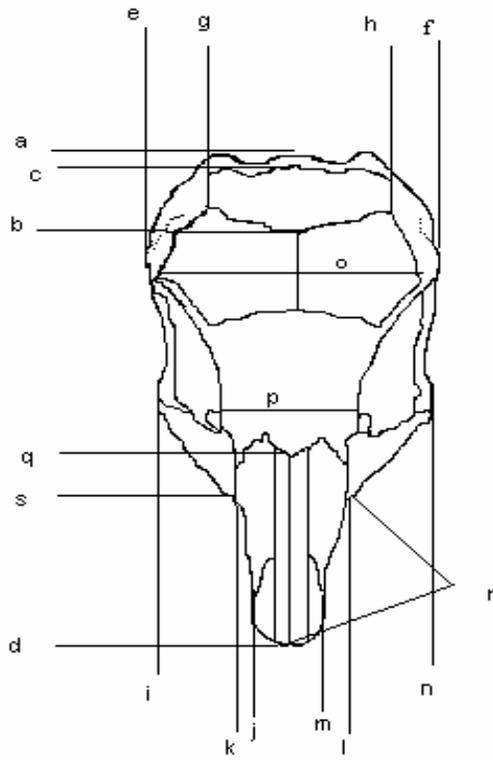


figura A

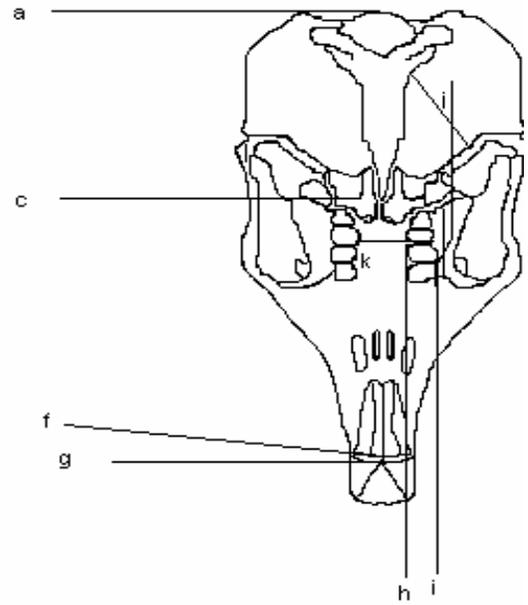


figura B

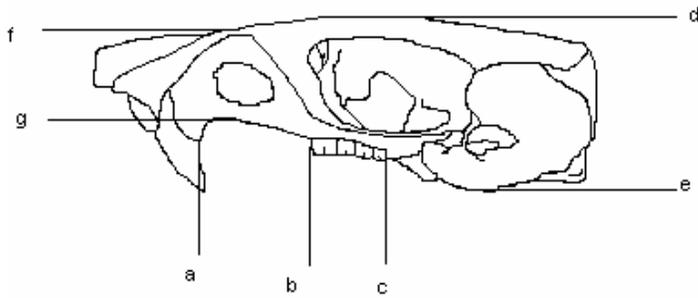


figura C

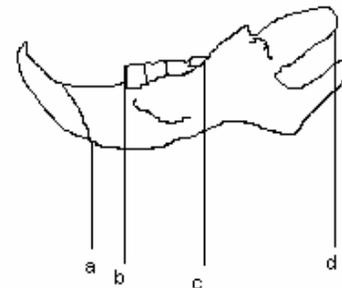


figura D

**Figura 3.** Ilustración de 25 medidas craneales y mandibulares en *Chaetodipus spinatus* de la Península de Baja California, México (DeBlase y Martín, 1981).

## EJEMPLARES EXAMINADOS

Se revisaron un total de 815 ejemplares adultos, subadultos y juveniles: 374 (CIBNOR), 228 (CNMA), 213 (ENCB-IPN) de las siguientes subespecies:

*Chaetodipus spinatus broccus* (110): 59 machos, 51 hembras.

*Chaetodipus spinatus bryanti* (140): 69 machos, 71 hembras.

*Chaetodipus spinatus evermanni* (2): 1 macho, 1 hembra.

*Chaetodipus spinatus guardiaae* (6): 3 machos, 3 hembras.

*Chaetodipus spinatus lambi* (48): 26 machos, 22 hembras.

*Chaetodipus spinatus latijugularis* (129): 66 machos, 63 hembras.

*Chaetodipus spinatus lorentzi* (73): 45 machos, 28 hembras.

*Chaetodipus spinatus magdalenae* (3): 3 machos.

*Chaetodipus spinatus margaritae* (7): 5 machos, 2 hembras.

*Chaetodipus spinatus marcosensis* (28): 18 machos, 10 hembras.

*Chaetodipus spinatus occultus* (27): 17 machos, 10 hembras.

*Chaetodipus spinatus oribates* (5): 3 machos, 2 hembras.

*Chaetodipus spinatus peninsulae* (102): 56 machos y 40 hembras.

*Chaetodipus spinatus prietae* (41): 21 machos, 16 hembras y 4 no se conoce el sexo

*Chaetodipus spinatus pullus* (7): 6 machos, 1 hembra.

*Chaetodipus spinatus seorsus* (43): 22 machos, 21 hembras.

*Chaetodipus spinatus spinatus* (44): 19 machos, 25 hembras.

La variación debida a la edad se determinó por la comparación de adultos de cada sexo con juveniles del mismo sexo. La variación sexual secundaria fué medida por comparación de ejemplares de adultos machos con adultos hembras. La variación individual se estimó por medias del coeficiente de variación de cada variable entre las clases de edad y entre los sexos. (Patton *et al.*, 1981).

La variación en y entre poblaciones se estudió empleando el programa estadístico STATISTICA 5.0 para WINDOWS (Start Soft, 1998) con el que calcularon los estadísticos básicos: media, desviación estándar, error estándar de la media, coeficiente de variación (menores de 20% representan una baja variación individual), se

contempló una prueba de análisis de varianza (prueba F o t-student) para diferencias entre medias para cada carácter medido y se realizaron análisis estadísticos multivariados: análisis de componentes principales, clusters y se establecieron patrones fenéticos de variación morfológica empleando el paquete computacional NTSYS 4.0 (Álvarez y Hernández-Chávez, 1993; Best, 1993; Choate y Williams, 1978; Robertson, *et al.*; 1992; Engstron, *et al.*, 1992; Sokal y Rohlf, 1995).

Los grupos de subespecies y caracteres fueron obtenidos por el método UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) con ayuda del programa STATISTICA 5.0 para WINDOWS (Start Soft, 1998; Best, 1993; Crisi y López, 1983; Sneath y Sokal, 1973).

## **LOCALIDADES**

Los sitios de colecta que comprende el presente estudio se localizan a lo largo de la Península de Baja California e islas donde se distribuye dicha especie. Están arreglados de norte a sur y de este a oeste (apéndice 1).

## RESULTADOS

### **Variación no geográfica**

Se analizaron dos tipos de variación no geográfica: variación con la edad y variación sexual secundaria, para ambos casos fue usada la población con mayor número de individuos (n=140) correspondiente a *Chaetodipus spinatus bryanti* de la Isla San José, además de que puede considerarse una población cerrada (Mayr, 1963). Este tipo de consideración es necesario en estudios de esta clase porque reducen al mínimo o eliminan los efectos cuando se toma en cuenta la variación geográfica.

### **Variación debida a la edad**

Para cada uno de los análisis las cuatro medidas externas y las 25 medidas craneales fueron probadas separadamente para machos y hembras de la población de San José (número de especímenes, media, error estándar de la media, intervalo y coeficiente de variación), con un análisis de ANOVA de una sola vía se determinó si cualquiera de las medias de edad y categorías de edad eran significativamente diferentes  $p < 0.05$ .

La tabla 1 muestra los resultados para los análisis de variación de la edad. Machos y hembras se analizaron separadamente encontrando que 16 de las medidas revelan diferencias significativas entre la edad 1 y 2-3.

En la longitud de la cola, anchura del cráneo, anchura mínima interparietal, anchura del rostro y ancho mínimo interorbital solo son significativamente diferentes para los machos pero no para las hembras en la edad 1. En la longitud del rostro y la hilera de dientes maxilares, la edad 1 es significativamente diferente para las hembras pero no para los machos. La longitud de la hilera de dientes mandibulares, ancho de M1, ancho entre M1, ancho anterior de los nasales y longitud interparietal no son significativamente diferentes entre las edades de ambos sexos. Las hembras presentan diferencias significativas entre las edades 2 y 3 en solo una de las medidas somáticas (longitud de la oreja) y en tres medidas craneales (ancho mínimo interorbital, altura del cráneo y longitud mandibular).

Como resultado del análisis de edades se desprende que en la mayoría de las variables el valor aumenta de tamaño progresivamente con la edad, así las variables de

menor tamaño corresponden a la edad 1 y los valores mayores a las edades 2 y 3, por lo que sólo estas edades se consideraron para los análisis posteriores y se manejaron como un sólo grupo.

### **Variación individual**

La tabla 1 nos muestra la variación en las mediciones externas y craneales, el coeficiente de variación para las hembras de edad 2 ordenadas desde 1.95 de anchura de cráneo a 6.76 de anchura de los nasales, para la edad 3 de 2.15 de anchura de cráneo a 7.56 de anchura anterior de los nasales.

Para los machos de la edad 2 de 1.69 de altura del cráneo a 6.44 de ancho anterior de los nasales, para la edad 3 de 1.83 de anchura del cráneo a 6.89 de ancho entre molares M1.

Las medidas somáticas presentan un coeficiente de variación muy grande en ambos sexos, en la edad 1 y 3 el mayor valor del coeficiente es en la longitud de la oreja, ya que los machos presentan un valor de 7.64 % y 7.64 % y las hembras de 10.39 % y 6.17 %, respectivamente. Estos valores tan altos pueden deberse a la diferencia en escalas con que se tomaron las medidas somáticas o como lo menciona Santos-Moreno (1994) el error puede estar generado por las diferencias entre las medidas tomadas entre los diferentes preparadores así como en la experiencia en la toma de éstas y la escala a la que fueron tomadas.

En el análisis de los ejemplares adultos los machos presentan un coeficiente de variación más grande que las hembras (Tabla 2) en 8 de las 30 medidas analizadas (longitud total del cráneo, longitud condilo basal, longitud de los nasales, anchura zigomática, anchura de la bula, longitud de la hilera de dientes maxilares, anchura/M1 y longitud de la oreja).

### **Variación sexual secundaria**

Sólo los ejemplares adultos (edad 2 y 3) machos y hembras, fueron considerados en el análisis estadístico empleando una ANOVA simple, encontrando que los sexos fueron significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ) en tamaño (Tabla 2). Los machos son más grandes que las hembras en una medida somática (longitud de la

cola) y cuatro craneales (longitud del palatino, longitud palatal, diastema y profundidad del rostro) de las 30 medidas analizadas.

Los machos tienen una media más grande en dos externas (longitud total y longitud de la pata trasera) y 19 del cráneo (ancho anterior de los nasales, anchura de la caja craneal, longitud basal, longitud basilar, anchura de la bula, profundidad craneal, profundidad del rostro, longitud máxima del cráneo, longitud interparietal, anchura interparietal, ancho mastoideo, diastema, longitud mandibular, longitud de la hilera de dientes mandibulares, longitud de los nasales, longitud del rostro, ancho posterior de los nasales, longitud palatal, longitud del palatino) con resultados no significativos. Las hembras tienen medias mayores en una externa (longitud de la oreja) y una craneal (ancho zigomático) con resultados no significativos, y las medias para machos y hembras fueron idénticas en dos variables (anchura del rostro y anchura entre m1).

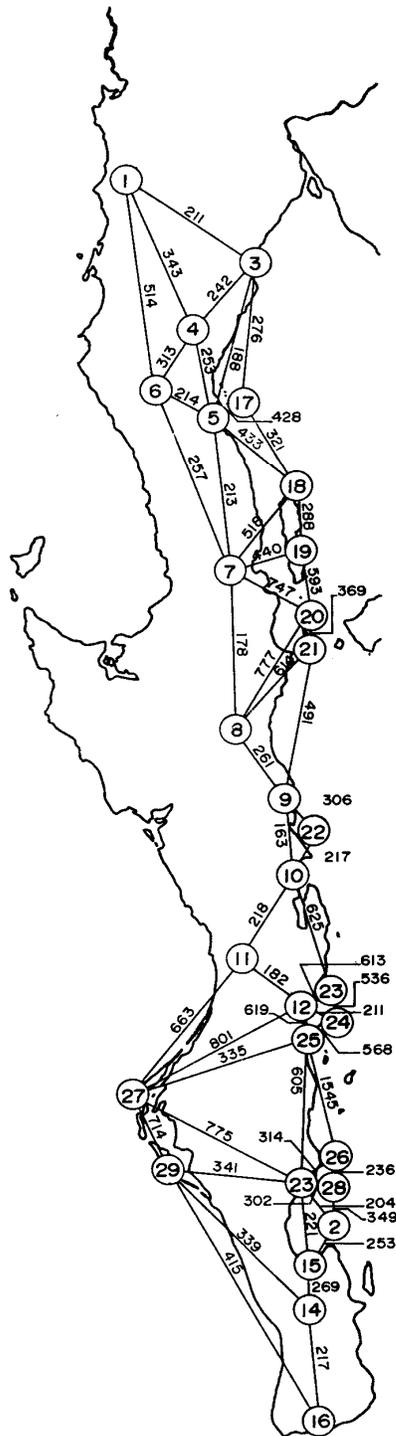
Debido al valor tan alto del coeficiente de variación presentado en las medidas somáticas, éstas no fueron consideradas para análisis posteriores.

Basándose en estos resultados se considera que la especie es poco dimórfica y por ende las subespecies de *Chaetodipus spinatus* (15 restantes) son monomórficas, tomando en cuenta esto en los análisis posteriores.

### **Variación geográfica**

Las 25 medidas craneales del total de ejemplares (Tabla 3) fueron analizadas usando el programa multivariado NT-SYS. Los fenogramas esquematizan las relaciones fenéticas de ambos, machos y hembras y fueron analizados para distancias taxonómicas (Sneath y Sokal, 1973).

El fenograma basado en la matriz de distancia está presentado en la fig. 7. Además un mapa (Fig. 4) muestra los coeficientes de distancia entre los ejemplos conectados, en la mayoría de los casos los coeficientes de distancia han sido dados sólo para ejemplos continuos.



**Figura 4.** Mapa donde se ilustran los coeficientes de distancia entre los grupos conectados.

El fenograma de distancia (fig. 6) muestra a los subgrupos dentro de cuatro grandes grupos. El grupo superior representa ratones de tamaño grande (A) y en el inferior ratones de tamaño pequeño (D).

En el fenograma se observan dos grandes divisiones a una similitud del 67.6%, quedando por un lado los grupos A, B, y C y por el otro el grupo D. El grupo D incluye a dos poblaciones (20 y 21) del Archipiélago de Salsipuedes, con una similitud del 36.1%, ambos considerados actualmente como una sola subespecie.

El grupo A, incluye poblaciones de tres áreas geográficas: La parte norte de la península (1, 17), que se separan del resto a 39.9% del archipiélago de Ángel de la Guarda (18, 19) a 24.6% ambos considerados como subespecies diferentes, y la de Isla San Marcos (22) a 20.1% de la parte central de la península.

El grupo B, incluye todas las poblaciones de la parte central de la península y algunas islas del Mar de Cortés y Océano Pacífico. Se observan cuatro áreas geográficas, la primera se fusiona a 35.4% y agrupa a las Islas de San Francisco (28) en el Mar de Cortés y la Isla Margarita (29) en el Océano Pacífico. El siguiente agrupamiento (29%) sólo está constituido por ejemplares de la Misión San Fernando (6) el cual incluye la población de la parte norte de la península. A 25.3% de similitud se separan dos grupos, el primero constituido por ejemplares de Isla Espíritu Santo (2), Isla del Carmen (24), San Felipe (3), Bahía San Luís Gonzaga (5), Santa Rosalía (9), Mulegé (10) y Loreto (12). En todos estos casos la distribución es continua, por ésta razón todos son considerados la misma subespecie. Mientras que el segundo incluye las poblaciones de la zona montañosa central de la Península, desde Matomí a La Paz, Rancho Matomí (4), Bahía de los Ángeles (7), Guerrero Negro (8), Comondú (11), Punta Coyote (13) y La Paz (15).

El grupo C, está constituido por ejemplares representativos de tres áreas geográficas. El primer subgrupo a 40.8% incluye solamente a Isla Magdalena (27) en el lado del Pacífico. El segundo (29.6%) a las poblaciones de la orilla de la Península San Pedro de la Presa (14), Todos Santos (16) e Isla San José (26), ambas con separación geográfica y el último grupo a Isla Danzante (25) e Isla Coronados (23), ambas en la Bahía de Loreto.

El grupo D está constituido por ejemplares de Las Ánimas (20) e Isla San Lorenzo (21), ambas pertenecientes al mismo archipiélago pero con una separación geográfica de 3.5 km de ancho, tienen una similitud del 36% y actualmente son consideradas como una sola subespecie (*C. s. lorenzi*).

Se realizó una prueba t-student entre las diferentes poblaciones, entre aquellas que se encontraban muy cercanas y que podrían ser una misma población. El número de medidas con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) fueron muy pocas en la mayoría de los casos. Para la Isla Ángel de la Guarda a Isla Mejía (2 de 29), Isla Danzante a Isla Coronados (4 de 29), de Isla del Carmen a Loreto (6 de 29). Otras poblaciones que han sido consideradas como diferentes entre la Península y las Islas son San Lorenzo de Las Ánimas (16 de 20), Isla San Marcos de Santa Rosalía (17 de 29), en tres casos se encontró un número de medidas 19 de 29 en Isla Espíritu Santo de La Paz, Isla San José de San Francisco, Isla San Francisco a Coyote. Para el caso de San José a Coyote fueron 20 de 29 (tabla 3).

### **Componentes principales**

El propósito principal del análisis de componentes principales es el de determinar los factores en orden para explicar la mayor parte del total de la variación de los datos (Dillon y Goldstein, 1984), en este caso, la cantidad de variación fenética representada en los primeros tres componentes principales fue de 51.3 % para el primer componente, 14.2 % para el segundo y 8.1 % para el tercero (tabla 3). Los resultados de un análisis de factor muestran caracteres de longitud influenciando los primeros tres componentes dados (tabla 4). Del análisis de factor, se ha visto que el primer componente es altamente influenciado por el tamaño general. El segundo por el ancho y la longitud del interparietal, anchura mastoidea y ancho de la bula. El tercero por la longitud posterior de los nasales. El examen de los puntos en dos dimensiones y la proyección tridimensional de los ejemplos revela un patrón similar mostrado en el fenograma de distancia.

Los grupos fueron sujetos a una prueba de ANOVA de una vía en cada carácter somático y craneal y se realizó una prueba de rangos múltiples con el propósito de saber si existen diferencias significativas entre las medias de cada medida. Los resultados del ANOVA demuestran la existencia de variación geográfica para todos los caracteres

analizados. Por otra parte la prueba de Newman-Keus revela un patrón de variación geográfica a lo largo de la península e islas con orientación suroeste noreste.

El grupo de Isla Magdalena, el más occidental, está representado en general por individuos de talla grande en medidas somáticas y craneales en comparación con los demás grupos. Los grupos de Las Ánimas y San Lorenzo, están integrados por individuos de talla mediana a pequeña en el transecto. En las medidas somáticas la población de Las Ánimas resultó siempre la que contiene los ejemplares más pequeños del total analizado.

Los resultados del PCA muestran que los tres primeros componentes (49.86%, 13.68%, y 8.40%), que explican el 71.95%. Los eigenvalores para los componentes principales 1, 2 y 3 son 12.96, 3.55, y 2.18 respectivamente (tabla 3).

El primer componente principal corresponde a un factor de tamaño, dado que las variables analizadas muestran correlación positiva con este componente (Wiley, 1981), Las medidas craneales longitud basal, longitud palatal, longitud orbito nasal y longitud del palatino son las que presentan valores más grandes (tabla 4).

El segundo componente principal corresponde a un componente de forma (Wiley, 1981). Las variables muestran una correlación positiva con este componente excepto en las medidas craneales: ancho anterior de los nasales y longitud del rostro. El contraste se presenta principalmente entre variables que cuantifican anchura y profundidad de la caja craneal contra medidas rostrales.

Al obtener los valores de PCA para las localidades, observamos que el CP1 y el CP2 presentan valores positivos y negativos (tabla 5), para el CP1 los valores mayores positivos corresponden a localidades de islas y los valores negativos corresponden a islas más al sur.

En el caso del CP2, los valores positivos mayores se encuentran en las localidades de la península y los valores negativos mayores corresponden a isla situadas al norte en el Golfo de California.

## DISCUSIÓN

### Variación no geográfica

#### Variación individual

La variación individual examinada mediante los coeficientes de variación (CV) indicó que los valores más altos correspondieron a los caracteres somáticos (tabla 1), específicamente en la longitud de la oreja y fueron menores de 10.5%, lo cual concuerda con Best (1993) que menciona que en otros estudios con heterómidos la variabilidad entre los individuos es mínima y puede estar dada por la disponibilidad de alimento. En el caso de los valores altos del coeficiente de variación obtenidos principalmente en las medidas somáticas de machos y hembras puede deberse en gran medida a la diferencias en la toma de las medidas originales por los diferentes preparadores así como la experiencia en la toma de las mismas tal como lo menciona Santos-Moreno (1994).

La variación de los individuos puede producirse por factores ambientales y genéticos, los ambientales pueden dar diferencias por la nutrición, enfermedades así como la densidad de la población, en la población analizada encontramos que en el caso de *C. spinatus* la mayoría de los valores del coeficiente de variación en menor de 6.0 hallándose en el límite de aquellos encontrados para otros roedores heterómidos (Genoways, 1973) lo que nos indica que no presentan variación individual.

En el caso específico de *C. spinatus* la diferencia de talla no fue muy evidente, considerando los sitios en los que habita como son áreas pedregosas y con roqueríos siendo poco extremo en su condición ambiental, sin embargo la disposición de alimento es menor, Mayr (1963) menciona una relación entre la disposición de alimento y el aumento en el tamaño de los organismos. Sin embargo, al analizar todos los ejemplares se encontró que las poblaciones de mayor talla fueron ubicadas en la parte norte de la Península donde predomina el tipo de vegetación desértico con matorral espinoso donde la disposición de alimento es relativamente mayor para este tipo de organismos.

## **Variación debida a la edad**

### **La edad de los organismos**

Los ejemplares de la edad 1 son significativamente diferentes de las edades 2 y 3 y sólo unas pocas medidas son diferentes de manera significativa en las edades 2 y 3 (altura de la caja craneal y longitud mandibular en hembras) (tabla 1). Basados en esta información podemos decir que la edad 1 corresponde a los ejemplares juveniles y las edades 2 y 3 corresponden a ejemplares adultos, dado que esta categoría representa un estado de desarrollo en el cual la velocidad de crecimiento disminuye o ha cesado y por lo tanto las características son menos variables (Best, 1993; Genoways, 1973). Hayes y Jenkins (1997) mencionan que diversos factores tanto intrínsecos como ambientales afectan la velocidad del crecimiento de los individuos, uno de los factores de gran relevancia está en relación directa con las condiciones del hábitat, un hábitat con mayores recursos alimenticios permitirá un mejor y más rápido desarrollo de los individuos que soporta, en comparación con uno empobrecido, por lo que se espera que los organismos sean de talla pequeña. En este caso encontramos que las poblaciones de tamaño mas pequeño corresponde a aquellas provenientes de las islas, principalmente de las del Golfo de California, lo que concuerda con lo mencionado anteriormente ya que los recursos alimenticios en las islas son limitados, de tal manera que la disponibilidad de alimento, refugio, etc. influye directamente en la variación de los organismos de una población.

### **Variación sexual secundaria**

Generalmente los machos y las hembras presentan diferente tamaño corporal, lo que podría ser una estrategia para la utilización de recursos, analizándose como un proceso complejo que involucra la influencia genética de los organismos y las variables ambientales. Los organismos se enfrentan a una gran variedad de ambientes a los cuales responden a través de cambios evolutivos (Shine, 1990; Gadgil, 1972). Un tamaño corporal grande dado en machos es porque los genes confieren a esta característica una ventaja selectiva en los sexos o porque las condiciones ambientales hacen favorables el crecimiento y desarrollo de los machos (Shine, 1990).

Genoways (1973) determinó que los machos son más grandes que las hembras en la mitad de las 13 medidas analizadas en cuatro especies de *Liomys* (género de la misma familia) y para las otras medidas no se encontraron diferencias significativas. La variación geográfica en el dimorfismo sexual es un factor que podría afectar significativamente la detección de diferencias sexuales en heterómidos (Best, 1993). Algunos estudios hechos con *Dipodomys ordii* (Schmidly, 1971; Baumgardner y Schmidly, 1981) y con *D. agilis* (Best, 1983) indican que el dimorfismo sexual varía geográficamente y sugieren que esta variabilidad puede resultar de diferencias genéticas u hormonales, así mismo, Ralls (1977) señala que el dimorfismo sexual secundario en roedores varía de pobre a moderado. Este argumento se ve reforzado por los estudios realizados por Best (1993) donde señala que solo algunos caracteres dimórficos para el género presentan diferencias significativas, indicando que solo cuatro especies del género *Chaetodipus* (*artus*, *goldmani*, *intermedius* y *nelsoni*) presentan dimorfismo sexual importante, en el caso de *C. spinatus* las medidas en las que se encontraron diferencias son insuficientes y poco significativas por lo que la especie puede considerarse con poco o nulo dimorfismo sexual.

### **Variación geográfica**

Mayr (1963) menciona que a la existencia de diferencias entre poblaciones de una especie dada, segregadas en un espacio se denomina variación geográfica. Dicha variación, tanto morfológica como morfométrica de una especie puede ser el resultado de que la frecuencia de los tipos de genotipo no sea homogénea. La variación puede estar dada, también, por factores ambientales y ecológicos y verse reflejada en el tamaño de los organismos.

Para el análisis de la variación geográfica, el fenograma construido de las matrices de correlación y distancias presentado en la Fig. 7 nos muestra dos diferentes grupos, el inferior compuesto sólo de la localidad de la Isla Margarita correspondiente a la subespecie *C. s. margaritae*, dicha isla se encuentra localizada en el Océano Pacífico hacia la parte sur de la península. El grupo superior está dividido en dos subgrupos, uno está constituido sólo por la subespecie *C. s. magdalanae*, de Isla Magdalena situada en el Océano Pacífico.

La segunda rama consta de las subespecies presentes en la Península y en las islas del Golfo de California.

El fenograma de distancias puede ser interpretado formando tres grandes grupos y subespecies completamente aisladas. El primer grupo contiene las subespecies *C. s. prietae*, *C. s. spinatus* y *C. s. broccus* (de las localidades cercanas a Comondú, Loreto y Mulegé).

El segundo grupo formado por *C. s. lambi* (Isla Espíritu Santo); *C. s. broccus* (Balandra, Comondú viejo); *C. s. peninsulae* (La Paz); *C. s. marcosensis* (Isla San Marcos); *C. s. bryanti* (Isla San José); *C. s. occultus* (Isla Carmen); *C. s. lorenzi* (Isla San Lorenzo). *C. s. latijugularis* (Isla San Francisco) y *C. s. oribates* (Misión San Fernando) se encuentran formando ramas separadas. El tercer grupo está formado por *C. s. evermanni* (Isla Mejía); *C. s. guardiaae* (Isla Ángel de la Guarda); *C. s. pullus* (Isla Coronados); *C. s. serosus* (Isla Danzante).

El argumento tradicional que se esgrime para explicar la evolución de la variación geográfica de las especies, señala que las poblaciones que habitan diferentes localidades están sujetas a diferentes factores de selección climática y ecológica, de manera que tienden a diferenciarse genotípica y fenotípicamente (Mayr, 1963). Las diferencias se mantienen en parte por el reducido flujo genético entre las poblaciones separadas por grandes distancias o bien por barreras fisiográficas, particularmente en el caso de las especies que habitan en las islas ya sean oceánicas o continentales. La variación geográfica de una especie es una consecuencia inevitable de la variación geográfica del medio. Cada población está sometida a una presión de selección continua para la zona en particular en la que se encuentra. Los factores climáticos cambian muy lentamente a lo largo de amplias áreas y esto puede traducirse en una variabilidad expresada en gradientes ambientales, algunos componentes variables del fenotipo como el tamaño general, las proporciones y el color suelen ser adaptativas (Mayr, 1963; Lawlor, 1982).

Las poblaciones de las subespecies de *C. spinatus* presentan escasa variación geográfica en la morfometría. Esta situación sugiere que en el pasado, las poblaciones fueron derivadas y diferenciadas por diversos eventos geológicos como es el surgimiento de las diversas islas que habitan y que junto con las recientes glaciaciones y sus

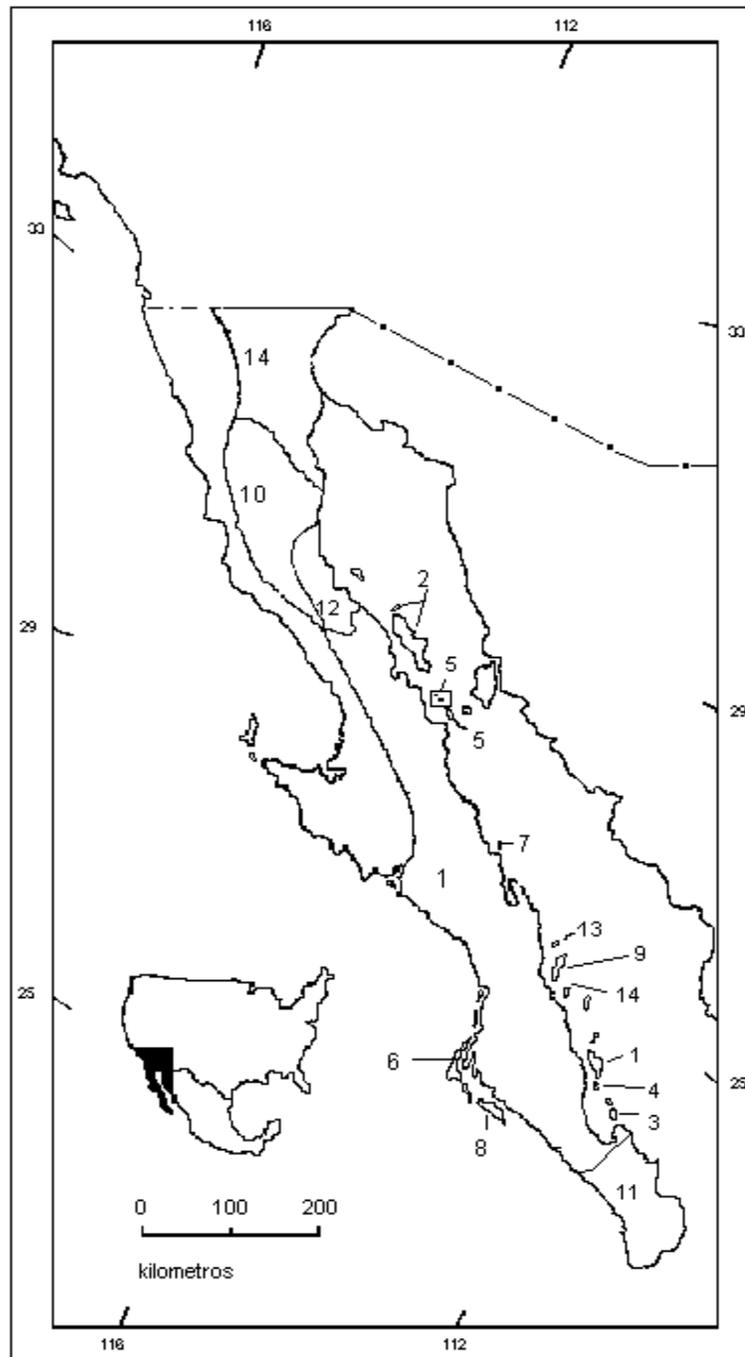
variaciones en la temperatura han creado una situación biológica única tanto en tierra como en mar (Bernardi *et al.* 2003).

Riddle *et al.* (2000) y Grismer (1993) mencionan el efecto de las barreras geográficas como una de las causas principales del aislamiento poblacional que ha dado lugar a la conformación de las diferentes especies de vertebrados terrestres en la Península y con ello efectos de subespeciación como es el ejemplo de *Chaetodipus spinatus*.

Sin embargo tanto los análisis de componentes principales como el de matriz de distancias no solo nos indican que la distribución de las poblaciones no esta dado solo por barreras fisiográficas, sino que también se ve influenciada por los diferentes factores ecofisiográficos o ambientales, Mayr (1963) menciona que la variabilidad geográfica tiene una estricta correlación con el medio. Se debe destacar que las poblaciones insulares han sufrido un aislamiento genético en tiempos históricos comprobables, dando también lugar a procesos de subespeciación.

Al realizar el análisis se identifican 15 unidades separadas, con unidades continuas en estrechas zonas; estas 15 unidades corresponden a las 15 subespecies que se proponen en este estudio. Figura 5.

1. *C. s. bryantii*
2. *C. s. evermanni*
3. *C. s. lambi*
4. *C. s. latijugularis*
5. *C. s. lorenzi*
6. *C. s. magdalenae*
7. *C. s. marcosensis*
8. *C. s. margaritae*
9. *C. s. occultus*
10. *C. s. oribates*
11. *C. s. peninsulae*
12. *C. s. prietae*
13. *C. s. pullus*
14. *C. s. seorsus*
15. *C. s. spinatus*



**Figura 5.** Distribución propuesta de *Chaetodipus spinatus* en la Península de Baja California, México.

Los individuos más pequeños de la especie y probablemente los más distintos fenéticamente, incluyen diferentes poblaciones, una de Isla San Lorenzo y otra de Isla Las Ánimas, conocidas también como Norte de Isla San Lorenzo, ambas fueron conocidas como *C. spinatus lorentzi* (Banks, 1967), pero aquellas de Isla Las Ánimas pueden ser consideradas diferentes de la población de San Lorenzo. Ambas islas se encuentran orientadas paralelamente a la costa de la península y separadas por el canal de Salsipuedes, se ha sugerido que ambas islas representan una misma falla activa y formaron un solo bloque desde hace un millón de años (Carreño y Helenes, 2001).

Los siguientes en tamaño incluyen la población del norte de la península conocida como *C. spinatus spinatus*, la población del Archipiélago de Ángel de la Guarda conocido como *C. s. evermani* (Nelson and Goldman, 1929) y *C. s. guardia* (Burt, 1932), pero ambos pueden ser considerados como *C. s. evermanni* (Nelson and Goldman, 1929), y la población de Isla San Marcos *C. spinatus marcosensis* (Burt, 1932).

Los individuos de tamaño medio pueden ser divididos en cuatro grupos principales. El primer grupo incluye la Isla San Francisco en el Mar de Cortés, como *C. s. latijugularis* (Burt, 1932), Isla Margarita en el Océano Pacífico, como *C. s. margaritae* (Merriam, 1894). La población del área de Misión de San Fernando como *C. s. oribates* (Huey, 1960).

La población de la parte centro norte de la parte costera de la península del lado del Mar de Cortés, y la Isla Carmen, todas éstas son conocidas como *C. s. occultus* (Nelson, 1912). En el caso de la Isla Espíritu Santo la población está en el mismo cluster que los anteriores, pero el análisis estadístico con la población más cercana muestra diferencias significativas en 17 medidas, por lo cual se continúa considerando como *C. s. lambi* (Benson, 1930).

La última de las subespecies de tamaño medio incluye todas las del intervalo montañoso central de la península desde Matomí, como *C. s. prietae* (Huey, 1930) considerando *C. s. broccus* (Huey, 1960) como sinónimo.

Los individuos de gran tamaño pueden ser divididos en tres subespecies, aquellos de Isla Magdalena en el Océano Pacífico como *C. s. magdalenae* (Osgood,

1907), el grupo de Isla Danzante e Isla Coronados en la Bahía de Loreto como *C. s. pullus* (Burt, 1932), considerado *C. s. seorsus* (Burt, 1932) como sinónimo. En la prueba *t*-student sólo el ancho mastoideo y las dos medidas del hueso interparietal fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Las subespecies del sur de la Península como *C. s. peninsulae* (Merriam, 1894) y la población de Isla San José *C. s. bryanti* (Merriam, 1894). Se incluye un mapa (Fig. 6) con la distribución de las subespecies propuestas.

El patrón de variación geográfica a lo largo de la península e islas tiene una orientación noreste suroeste.

Los cambios son graduales en el área, pero existe recurrencia en poblaciones separadas geográficamente a presentar un comportamiento morfométrico similar. En general los ejemplares de la península suelen ser de mayor talla que los procedentes de las islas del Golfo de California. Respecto al análisis de los ejemplares pertenecientes a islas situadas más al sur, se encuentran discontinuidades entre grupos vecinos dentro del patrón de variación observado.

El análisis de las poblaciones a lo largo de la península demuestra que no existe un gradiente en la talla de los ejemplares, sino que se presentan tres grupos claramente definidos, uno en la parte norte, otro en el centro y el último en la zona sur. Estos tres grupos no concuerdan con las diferentes subespecies previamente reconocidas, por lo que se considera que de las seis subespecies que actualmente se tienen para la península de Baja California sólo deben ser consideradas como válidas tres de ellas, las cuales son: *Chaetodipus spinatus oribates*, *C. s. peninsulae* y *C. s. prietae*.

El área de distribución de *C. s. oribates* incluye los terrenos rocosos de la Sierra San Pedro Mártir y la Sierra San Miguel, al sur colindando con La Ramona y al norte de Santa Catarina, en Baja California. En el caso de *C. s. peninsulae* desde la región de los Cabos en el sur de la península hasta aproximadamente la Bahía de La Paz, a ambas costas y *C. s. prietae* la parte central de la península, desde las proximidades de San Agustín, hasta el norte de la Bahía de La Paz en Baja California Sur.

En el caso de las poblaciones de las islas se observa que no están en concordancia morfométrica con las poblaciones peninsulares más cercanas, aunque si se observa que existe una asociación entre las poblaciones de áreas geográficas similares.

Por lo tanto se propone un rearrreglo de la taxonomía:

***Chaetodipus spinatus bryantii*** (Merriam, 1894)

Localidad tipo. Isla San José, Baja California Sur. México.

Distribución. Solo conocido de la Isla San José, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus evermanni*** (Nelson and Goldman, 1929)

1932. *Chaetodipus spinatus guardiaae* Burt, Localidad tipo. Puerto Refugio, norte de la Isla Ángel de la Guardia, 30 ft. Golfo de California, Baja California, México.

Localidad tipo. Isla Mejía, cercana a la parte final norte de la Isla Ángel de la Guardia, Golfo de California, Baja California, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla Mejía e Isla Ángel de la Guardia.

***Chaetodipus spinatus lambi*** (Benson, 1930)

Localidad tipo. San Gabriel, Isla Espíritu Santo, Golfo de California, Baja California Sur.

Distribución. Conocido solo de la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus latijugularis*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla San Francisco, 24°50' LN, 110° 34' LW Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo en la Isla San Francisco, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus lorentzi*** (Banks, 1967)

Localidad tipo. San Lorenzo Sur, 28° 36' LN, 112° 51' LW, Golfo de California, Baja California México.

Distribución. Conocido solo de la Isla San Lorenzo, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus magdalenae*** (Osgood, 1907)

Localidad tipo. Isla Magdalena, Océano Pacífico, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla Magdalena, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus marcosensis*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla San Marcos, 27° 13'LN, 112° 05'W Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla San Marcos, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus margaritae*** (Merriam, 1894)

Localidad tipo. Isla Margarita, Océano Pacífico, Baja California Sur, México.

Distribución. Solo de Isla Margarita, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus occultus*** (Nelson, 1912)

Localidad tipo. Isla Carmen, Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Conocido solo de la Isla Carmen, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus oribates*** (Huey, 1960)

Localidad tipo. Misión San Fernando, 30°LN Baja California, México.

Distribución. Terrenos rocosos de la Sierra San Pedro Mártir y la Sierra San Miguel, al sur colindando con La Ramona y al norte de Santa Catarina, en Baja California.

***Chaetodipus spinatus peninsulae*** (Merriam, 1894)

Localidad tipo. San José del Cabo, Baja California Sur, México.

Distribución. Ocupa la Región de los Cabos en la península hasta aproximadamente la Bahía de La Paz, a ambas costas.

***Chaetodipus spinatus prietae*** (Huey, 1930)

1960 *Chaetodipus spinatus broccus* Huey, Localidad tipo. San Ignacio, 27°17'LN, Baja California Sur, México.

Localidad tipo. 25 mi N Punta Prieta, 29° 24'LN, 114° 24'W Baja California, México.

Distribución. Distribuida a través de la parte central de la península, desde cerca de San Agustín, hasta el centro de Baja California Sur, generalmente a las orillas de la Sierra de la Giganta.

***Chaetodipus spinatus pullus*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla Coronados, 26° 06'LN, 111° 18'W, Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Encontrado solo en Isla Coronados, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus serosus*** (Burt, 1932)

Localidad tipo. Isla Danzante, 25°47'LN, 111° 11'W, Golfo de California, Baja California Sur, México.

Distribución. Aparece solo en Isla Danzante, Baja California Sur.

***Chaetodipus spinatus spinatus*** (Merriam, 1889)

Localidad tipo. Río Colorado, 25 mi abajo (S) de Needles, San Bernardino Co. California.

Distribución. A lo largo del lado oeste del Río Colorado, desde el extremo sur de Nevada, de sur a sureste de California y noreste de Baja California en la cercanía de San Felipe en el Golfo de California (Hall. 1981; Huey, 1964).

## CONCLUSIONES

- Las diferencias de talla entre los sexos prácticamente no existen, debido a que son pocos los caracteres que presentan diferencias significativas.
- En la península e islas, hembras y machos de *Chaetodipus spinatus* presentan un patrón clinal de disminución de tamaño del noroeste al suroeste. La distribución de las subespecies y su variación morfométrica se ve afectada por procesos geológicos ocurridos en la península y por factores ambientales como el tipo de vegetación y el clima.
- A lo largo de la Península se presentan tres grupos claramente definidos por la talla. Esta separación no concuerda con las subespecies previamente reconocidas, por lo que en lugar de reconocer las seis actuales, solamente se deberían reconocerse tres: *C. s. oribates*, la que se distribuye en terrenos rocosos de la Sierra San Pedro Mártir y la Sierra San Miguel. Al sur colindando con La Ramona y al norte de Santa Catarina, en Baja California. *C. s. peninsulae* en la región de los Cabos en la península hasta aproximadamente la Bahía de La Paz, por ambas costas y *C. s. prietae* a través de la parte central de la península, desde cerca de San Agustín, hasta el centro de Baja California Sur, generalmente a las orillas de la Sierra de la Giganta.
- En el caso de las poblaciones de las islas se reconoce que las actuales subespecies tienen elementos para seguir siendo reconocidas, por lo cual no se propone ningún cambio.
- Por lo que se concluye que en la Península de Baja California e islas del Golfo de California ocurren catorce subespecies.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios genéticos y de variación molecular para determinar la relación genética existente entre las subespecies y descartar que se trate de una especie compuesta por poblaciones con distintos patrones de aislamiento geográfico.
- Analizar la abundancia relativa de las poblaciones de cada subespecie para hacer una propuesta de conservación.

## LITERATURA CITADA

- Alden, L. J. 1991, *Chaetodipus spinatus*. Mamm. Species. 385:1-4.
- Álvarez-Castañeda, S. T., C. Salinas-Zavala, F. De Lachica. 1995. Análisis Biogeográfico del Noroeste de México con énfasis en la variación climática y mastozoológica. Acta Zool. Mex. (n. s.) 66:59-86.
- Álvarez, T. y J. J. Hernández-Chavez, 1993. Taxonomía del metorito *Microtus mexicanus* en el centro de México con la descripción de una nueva subespecie. 137-156. *in* Avances en el estudio de los mamíferos de México. Medellín, R. A. y G. Cevallos (eds.). Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología.
- Banks, 1967. A new insular subespecies of spiny pocket mouse (Mammalia: Rodentia). Proceedings of the Biological Society of Washington. 80:101-104.
- Baumgardner, G. D. And D. J. Schmidly. 1981. Systematics of the Southern race of two species of Kangaroo rats (*Dipodomys compactus* and *D. ordii*) Occ. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 73:1-27.
- Benson, S. B. 1930. Two new pocket mice, genus *Perognathus*, from the Californias. University of California Publication Zoology. 32:449-454.
- Bernardi, G., L. Findley y A. Rocha-Olivares. 2003. Vicariance and dispersal across Baja California in disjunct marine fish populations. Evolution. 57(7):1599-1609.
- Best, T. L. 1983. Intraespecific variation in the agile kangaroo rat (*Dipodomys agilis*). J. Mamm. 64(3):426-436.
- Best, T. L. 1993. Paterns of morphologic and morphometric variation in Heteromyd rodents. 197 235 pp. *in* Biology of Heteromyidae (H. H. Genoways and J. H. Brown, eds.) Special Publications. The American Society of Mammalogist. 10:1-719.
- Bowers, M. A., y J. H. Brown. 1982. Body size and coexistence in desert rodents: Chance or community structure. Ecology 63(2):391-400.
- Burt, W. H. 1932. Description of herefore unknown mammals from islad in the Gulf of California, México. San Diego Society of Natural History. 7:163-183.
- Carreño, A. L. y J. Helenes. 2002. Geology and Ages of the Islands. en A new island biogeography of the Sea of Cortés. T. J. Case, M. L. Cody y Exequiel Ezcurra (eds.) Oxford University Press. 14-40. 1-669.
- Case, T. J., y M. L. Cody. 1983. Island Biogeography in the Mar de Cortez. T, J. Case and M. L. Cody (eds.) University of California Press.

- Cervantes, F. A., M. Martínez C. y Y. Hortelano, M. 1993. Variación morfométrica e intrapoblacional de *Peromyscus melanocarpus* (Rodentia: Muridae) de Oaxaca, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Zool.* (n.s.) 64(2):153-168.
- CETENAL. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1975. Sistema de Clasificación de suelos FAO/UNESCO 1968, modificado por CETENAL en 1970. Secretaría de la Presidencia. México.
- Choate, J. R., y S. L. Williams. 1978. Biogeographic interpretation of variation within and among population of prairie vole, *Microtus ochrogaster*. *Occas. Papers Mus. Texas Tech Univ.* 49:1-25.
- Crisi, J. V., y M. F. López. A 1983. Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Washington, D. C. 133 pp.
- Cortés-Calva, P., y S. T. Álvarez-Castañeda. 1997. Diversidad de roedores en zonas de la Bahía de La Paz, B. C. S. *in* La Bahía de La Paz, investigación y conservación (Urbano, R. J. Y M. Ramírez, Eds.). Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- DeBlase, A. F. y R. E. Martin. 1981. A manual of Mammalogy with keys to Families of the World. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 436 pp.
- Dillon, W. R. y M. Goldstein. 1984. Multivariate analysis. Methods and applications. John Wiley & Sons. USA. 587 pp.
- Engstrom, M. D., O. Sánchez-Herrera, y G. Urbano-Vidales. 1992. Distribution, geographic variation, and systematic relationships within *Nelsonia* (Rodentia: Sigmodontinae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 105(4): 867-881.
- Gadgil, M. 1972. Male dimorphism as a consequence of sexual selection. *Am. Nat.* 106 (951):574-580.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª. Ed. Enriqueta García de Miranda, México, D. F.
- Gastil, G., J. Minch, y R. P. Phillips. 1983. The Geology and ages of the island. 13-25 in *Island Biogeography in the Mar de Cortez*. T, J. Case and M. L. Cody (eds.) University of California Press.
- Genoways, H. H. 1973. Systematics and Evolutionary Relationships of spiny pocket mice, Genus *Liomys*. *Spec. Publ. Mus. Tex. Tech Univ.* 5:1-368 pp.
- Grismer, L. L. 1993. Ecogeography of the peninsular herpetofauna of Baja California, Mexico and its utility in historical biogeography. *En Herpetology of the north American deserts.* (J. W. Wrigth, ed.) Southwestern Herpetological Society, Van Nuys, California. 89-125.

- Hafner, J.C. 1993. "Heteromyid Rodents: Heterochrony and Adaptation in Phylogeny" pp. 290-302. in Genoways, H.H., J.H. Brown, eds. 1993. Biology of the Heteromyidae. Special Publication No. 10. American Society of Mammalogists.
- Hafner, J. C., y M. S. Hafner. 1983. Evolutionary relationships of heteromyid rodents. Great Basin Nat. Memoirs 7:3-29.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York. XV+1181+90 pp., 2 vols.
- Hayes, J. P. y S. H. Jenkins. 1997. Individual Variation in Mammals. J. Mamm. 78(2):274-291.
- Hoffmeister, D. F., y M. R. Lee. 1967. Revision of the pocket mice, *Perognathus penicillatus*. J. Mamm. 48:361-380.
- Huey, L. M. 1930. Two new pocket mice of the *spinatus* group and one of the *logimembris* group. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 6:231-234.
- Huey, L. M. 1960. Two new races of *Perognathus spinatus* from Baja California, Mexico. Transactions of the San Diego Society of Natural History, 12:409-412.
- Huey, L. M. 1964. The mammals of Baja California. México. Transactions of the San Diego Society of Natural History, 13:85-168.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1988. Atlas Nacional del Medio Físico. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993a. Anuario estadístico del Estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado. 288 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993b. Anuario estadístico del Estado de Baja California Sur. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado. 288 pp.
- Lackey, A. J. 1991, *Chaetodipus spinatus*. Mamm. Species. 385:1-4.
- Lawlor, T. E. 1982. The evolution of body size in mammals: evidence from insular populations in Mexico. The American Naturalist 119 (1):54-72.
- Lawlor, T. 1983. The Mammals. in Island Biogeography in the Mar de Cortez. (T, J. Case and M. L. Cody eds.) University of California Press, Berkeley, 508 pp.
- Lee, J. C. 1990. Sources of extraneous variation of size and of interobserver variability. Syst. Zool. 39:31-39.

- Lidicker, W. Z., Jr. 1960. The baculum of *Dipodomys ornatus* and its implication for superspecific groupings of kangaroo rat. *J. Mamm.* 41:495-499.
- Martínez-Coronel, M., J. Ramírez-Pulido, J. Y T. Álvarez S. 1991. Variación intrapoblacional e interpoblacional de *Peromyscus melanotis* (Rodentia: Muridae) en el Eje Volcánico Transverso, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 47:1-51
- Matson, J. O. 1982. Numerical Analysis of rodent distributional patterns in Zacatecas, Mexico. *J. Mamm.* 63(1):73-84.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Belknap Press of Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts.
- Mayr, E. 1988. *Toward a new phylosophy of biology. Observations of an evolucionist*. Harvard Univ. Press.
- Merriam, C. H. 1889. Revision of North American pocket mice. *N. Amer. Fauna* 1:1-29.
- Merriam, C. H. 1894. Descriptions of four new pocket mice from Lower California, collected by Walter E. Bryant. *Proceeding of the California Academy of Science*, series 2, 4:457-462.
- Moctezuma, B y M Serrato (Eds.). 1988. *Islas del Golfo de California*. Secretaría de Gobernación y Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 250 pp.
- Nelson, E. W. 1912. A correction of two recent names for mammals. *Proceeding of the Biological Society of Washington*. 25:116.
- Nelson, E. W., y E. A. Goldman. 1929. Six new pocket mice from lower California and notes in the status of several described species. *Proceeding of the Biological Society of Washington*. 42:103-112.
- Nieto, G. A. 1999. Características generales del Noroeste de México. 13-28. en *Mamíferos del Noroeste de México* (S. T. Alvarez-Castañeda y J. L. Patton eds.) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. México. 583 pp.
- Norma Oficial Mexicana. 2001. NOM-059-ECOL-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Nación*. 25 de enero 2001.1-30.
- Osgood, W. F. 1900. Revision of the pocket mice of the genus *Perognathus*. *N. Amer. Fauna* 18:1-63.

- Osgood, W. F. 1907. Four new pocket mice. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 20:19-22.
- Patton, J. L. y S. T. Alvarez-Castañeda. 1999. Familia Heteromyidae. 351-442. En *Mamíferos del Noroeste de México* (S. T. Alvarez-Castañeda y J. L. Patton eds.) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. México. 583 pp.
- Patton, J. L., S. W. Sherwood y S. Y. Yang. 1981. Biochemical systematic of chaetodipine pocket mice, genus *Perognathus*. *J. Mamm.* 62(3): 477-492.
- Ralls, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *Amer. Nat.*, 11:971-938.
- Riddle, B. R., P. J. Hafner, L. F. Alexander and J. R. Jaeger. 2000. Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsular Desert Biota. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 97(26):14438-14443.
- Ríos, M. E. P. 2000. Mamíferos del Valle de los Cirios, Baja California, México. Tesis. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Campus Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Roberts, N. C. 1989. Baja California Plant field guide. Natural History Publishing Company. La Jolla, California. 309 pp.
- Robertson, R. N., R. R. Hollander, y J. K. Jones, Jr. 1992. Secondary sexual dimorphism and geographic variation in Ord's kangaroo rat, *Dipodomys ordii*, on the Llano Estancado and in adjacent areas of Texas. *Occas. Papers. Mus. Texas Tech Univ.* 150:1-22.
- Rodríguez, M. A., 2006. Tendencias poblacionales de *Chaetodipus spinatus pullus* en isla Coronados: Riesgos de extinción por efectos estocásticos, determinísticos y actividad humana. Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 134 pp.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. México. 432pp.
- Santos-Moreno, J. A. 1994. Evaluación del uso de las medidas externas estándar en los análisis morfométricos de mamíferos. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 65(2):275-285.
- Santos-Moreno, J. A. y Y. Hortelano. 1997. La variación en mamíferos: Una revisión de los enfoques metodológicos actuales. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 70:13-34.
- Schmidly, J. D., 1971 population variation in *Dipodomys ordii* from western Texas. *J. Mamm.* 52:108-120.

- Schmidly, J. D., K. T. Wilkins y J. N. Derr. 1993. Biogeography. 319-356 pp. *in* Biology of Heteromyidae (H. H. Genoways and J. H. Brown, eds.) Special Publications. The American Society of Mammalogist. 10:1-719.
- Shine, R. 1990. Proximate determinants of sexual differences in adult body size. *Amm. Nat.* 135:278-283.
- Sneath, P. H. y R. R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman and Company. San Francisco. USA. 573 pp.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. Biometry. The principles an practice of statistics in biological research. 3<sup>a</sup>. Ed. W. H. Freeman and Company. Ney York. 887 pp.
- StartSoft, Inc. 1998. STATISTICA for Windows (Computer program manual). Tulsa, OK: StatSoft, Inc. 2300 East 14<sup>th</sup> Street, Tulsa, OK, USA.
- Wiggins, I. L. 1980 Flora of Baja California. Stanford University Press. California. 1325 pp.
- Whittaker, R. J. 1998. Island Biogeography. Ecology, Evolution and Conservation. Oxford University Press. New York. 285 pp.
- Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics. The Theory and Practice of Phylogenetics Systematics. John Wiley & Sons, Inc. New York. 439 pp.
- Williams, D. F. 1978. Karyological affinities of the species groups of silky pocket mice (Rodentia: Heteromyidae). *J. Mamm.*, 59:599-612.
- Williams, D. F., H. H. Genoways y J. K. Braun. 1993. Taxonomy. 38-196 pp. *in* Biology of Heteromyidae (H. H. Genoways and J. H. Brown, eds.) Special Publications. The American Society of Mammalogist. 10:1-719.
- Willig, M. R., R. O. Owen y R. L. Colbert. 1986. Assesment of morphometric variation in natural populations: the inadequacy of the univariate approach. *Syst. Zool.* 35:195-203.

## ANEXO 1

Lista de localidades ordenadas de norte a sur, de los ejemplares examinados de *Chaetodipus spinatus*.

### Baja California

- 17.5 km S, 19 km W La Ventana
- 20 km S, 22 km W La Ventana
- 34 km SW La Ventana, 480 m
- 2.7 km E, 0.6 km N Rancho Arroyo Grande
- 18 km N, 45 km E Colonet, 1480 m
- 10 km W San Felipe, 175 m
- 1 km W San Felipe
- Rancho Matomí, 730 m
- 23 km N, 21 km W Bahía San Luis Gonzaga,
- Papá Fernández, Bahía San Luis Gonzaga;
- Isla San Luis Gonzaga
- "La Ramona", 7 km N, 37 km W Cataviña
- Sta. Catarina, 40 km W Cataviña
- Isla Mejía
- 53 km N, 58 km W Bahía de los Angeles
- Isla Angel de la Guarda
- Puerto Refugio, Angel de la Guardia
- Bahía de los Angeles
- 7 km W Bahía de los Angeles
- Isla San Lorenzo Norte, Lado E
- Las Animas, Isla San Lorenzo Norte
- Norte de Isla San Lorenzo
- Isla San Lorenzo Sur, Lado NW
- Isla San Lorenzo
- Isla San Lorenzo Sur
- San Lorenzo Sur, Punta Sur
- Isla San Lorenzo Sur, Lado Sur
- 4 km N, 82 km E Guerrero Negro
- San Francisco de la Sierra, 1000 m
- 0.7 mi E Santa Marta
- Rancho Santa Ana, 36 km E El Vizcaíno
- Valle de las Flores, BC
- 3 km S, 8 km W Punta San Francisquito
- El Barril
- 5 km N "El Arco"

### Baja California Sur

- 1 km S, 1 km W Cataviña
- El Progreso
- 10 km N, 14 km W Santa Rosalía
- Isla San Marcos
- 25 km S, 7 km E Santa Rosalía
- 31 km S, 30 km W Mulegé
- Isla Coronados
- Isla Carmen, Puerto La Lancha (Punta N)
- Isla del Carmen, Puerto Balandra
- San Miguel de Comondú
- Comondú Viejo
- 1 mi SW San Miguel de Comondú

- Isla del Carmen
- 10 km SW Loreto
- El Juncalito, 15 km S Loreto
- Isla Danzante, 20 msnm
- 50 km E Villa Insurgentes
- Isla San José, Punta N, lado W
- Zona norte, Isla San José, 15 m
- Isla San José
- Zona O, Isla San José, 5 m
- Zona Suroeste, Isla San José, 5m
- Isla San José, lado SW cerca de la salina
- Isla San José, Bahía Amortajada
- Isla San José, Bahía Amortajada, Punta Salinas
- Isla San José, punta SW
- Punta Norte, Isla Magdalena
- Isla Magdalena
- Isla San Francisco
- Isla Margarita
- Punta Coyote, 73 km NNW La Paz, 50 m
- Zona norte, Isla Espiritu Santo
- NE Isla Espiritu Santo
- Isla Espiritu Santo, lado W, frente a Isla Ballena
- Ensenada de la Ballena. Isla Espiritu Santo, 10 m
- Isla Espiritu Santo
- Isla Espiritu Santo, El Candelero
- SE Isla Espiritu Santo, 15 m
- Zona sur, Isla Espiritu Santo, 5 m
- San Pedro de la Presa
- Balandra, 12 km NE La Paz, 50 m
- 19 km NE La Paz
- Tecolote, 16 km NE La Paz
- 12 km N Centenario
- El Comitán, 25 km W La Paz
- 10 km N Centenario
- 30 km W La Paz, 200 m
- El Comitán, 27.5 km W La Paz
- El Comitán, 17.5 km W La Paz
- 5 km N Centenario
- 22 km S La Paz
- San Pedro, 20 km S La Paz
- 30 km N Todos Santos
- San Bartolo
- 15km S Todos Santos

## **ANEXO 2.**

Localidades por grupos

**Grupo 1.** La ventana (La Ventana Rancho Arroyo Grande; Colonet)

**Grupo 2.** Isla Espíritu Santo

**Grupo 3.** San Felipe

**Grupo 4.** Rancho Matomí

**Grupo 5.** Bahía San Luis Gonzaga

**Grupo 6.** Misión San Fernando ("La Ramona", Cataviña; Sta. Catarina, Misión San Fernando)

**Grupo 7.** Bahía de los Angeles (Bahía de los Angeles; Punta San Francisquito; El Barril; Valle Las Flores).

**Grupo 8.** San Francisco de la Sierra ("El Arco"; Guerrero Negro; El Vizcaíno).

**Grupo 9.** Santa Rosalía

**Grupo 10.** Mulegé

**Grupo 11.** Comondú (Comondú Viejo; San Miguel de Comondú)

**Grupo 12.** Sierra Loreto (Loreto; Villa Insurgentes; Juncalito)

**Grupo 13.** Punta Coyote (N La Paz; Punta Coyote)

**Grupo 14.** Sur de La Paz (San Pedro de la Presa; Sur de La Paz).

**Grupo 15.** La Paz (Centenario; Tecolote; Balandra)

**Grupo 16.** Los Cabos (El Triunfo; Todos Santos; San Bartolo)

**Grupo 17.** Isla San Luis Gonzaga.

**Grupo 18.** Isla Mejía.

**Grupo 19.** Isla Ángel de la Guarda

**Grupo 20.** Las Ánimas

**Grupo 21.** Isla San Lorenzo

**Grupo 22.** Isla San Marcos

**Grupo 23.** Isla Coronados

**Grupo 24.** Isla Carmen

**Grupo 25.** Isla Danzante

**Grupo 26.** Isla San José

**Grupo 27.** Isla Magdalena

**Grupo 28.** Isla San Francisco

**Grupo 29.** Isla Margarita

### Anexo 3.

Lista de ejemplares examinados

#### ***C. s. bryanti***

**Grupo 26** (140). Isla San José; Isla San José, parte Norte; Isla San Jose, Bahía Amortajada; Isla San José, lado SW cerca de la salina; Isla San José, Punta Norte lado W; Isla San José, punta SW; Isla San José. lado SW. cerca de la salina; Zona Norte, Isla San José, 15 m; Zona Oeste Isla San José, 5 m.; Zona Suroeste, Isla San José, 5 m.

#### ***C. s. evermanni***

**Grupo 18** (2). Isla Mejía

**Grupo 19** (6). Isla Ángel de la Guardia; Puerto Refugio; Ángel de la Guardia.

#### ***C. s. lambi***

**Grupo 2** (45). Isla Espiritu Santo; Ensenada de la Ballena, Isla Espiritu Santo, 10 m; Isla Espiritu Santo frente a Isla Ballena; El Candelerero, Isla Espiritu Santo; Lado W frente a Isla Ballena, Isla Espiritu Santo; Lado NE, Isla Espiritu Santo, 20 m; Lado SE, Isla Espiritu Santo, 15 m; Zona Norte, Isla Espiritu Santo, 5 m; Zona sur, Isla Espiritu Santo, 10 m.

#### ***C. s. latijugularis***

**Grupo 28** (128). Isla San Francisco

#### ***C. s. lorenzi***

**Grupo 21** (33). Isla San Lorenzo; Isla San Lorenzo Sur; Isla San Lorenzo Sur; lado NW, Isla San Lorenzo Sur; lado S, Isla San Lorenzo Sur; Punta Sur, Norte de Isla San Lorenzo

#### ***C. s. marcosensis***

**Grupo 22** (28). Isla San Marcos

#### ***C. s. magdalenae***

**Grupo 27** (3). Isla Magdalena; Punta Norte, Isla Magdalena

#### ***C. s. margaritae***

**Grupo 29** (3). Isla Margarita

#### ***C. s. occultus***

**Grupo 5** (10). 23 km N, 21 km W Bahía San Luis Gonzaga; Papá Fernández, Bahía San Luis Gonzaga

**Grupo 9** (18). 25 km S, 7 km E Sta. Rosalía; 10 km N, 14 km W Santa Rosalía

**Grupo 10** (21). 31 km S, 30 km W Mulegé

**Grupo 12** (12). 10 km SW Loreto; 50 km E Villa Insurgentes; E Juncalito, 15 km S Loreto

**Grupo 15** (72). 30 km W La Paz, 200 m; 10 km N Centenario; 30 km W La Paz, 200 m; 5 km N Centenario; El Comitán, 17.5 km W La Paz; El Comitán, 25 km W La Paz; El Comitán, 27.5 km W La Paz; Tecolote, 16 km NE La Paz; Balandra, 12 km NE La Paz, 50 m; 19 km NE La Paz; 19 km NE La Paz.

**Grupo 24** (26). Isla del Carmen; Puerto Balandra, Isla del Carmen; Pto. La Lancha, Isla del Carmen; Punta Norte, Isla del Carmen.

***C. s. oribates***

**Grupo 6** (6). 2 km N Cataviña; Santa Catarina, 40 km W Cataviña; La Ramona, 7 km N; 13 km W Cataviña; 1 km W Misión San Fernando.

***C. s. peninsulae***

**Grupo 16** (9). 15 km S Todos Santos; 30 km N Todos Santos; San Bartolo; 10 km N El Triunfo

**Grupo 14** (9). San Pedro de la Presa; 22 km S La Paz; San Pedro, 20 km S La Paz

***C. s. prietae***

**Grupo 3** (19). 1 km W San Felipe; 10 km W San Felipe, 175 m

**Grupo 4** (4). Rancho Matomí; 730 m

**Grupo 7** (11). 53 km N, 58 km W Bahía de los Ángeles; 7 km W Bahía de los Angeles; Bahía de los Ángeles; 3 km S, 8 km W Punta San Francisquito; El Barril; Valle Las Flores.

**Grupo 8** (7). 4 km N, 82 km E Guerrero Negro; 5 km N El Arco; Rancho Santa Ana, 36 km E El Vizcaino; San Francisco de la Sierra; 1000 m.

**Grupo 11** (19). Comondú Viejo; San Miguel de Comondú; 1.3 mi SW San Miguel de Comondú; 13 mi SW San Miguel de Comondú.

**Grupo 13** (35). Punta Coyote, 73 km NNW La Paz, 50 m

***C. s. pullus***

**Grupo 25** (23). Isla Danzante

**Grupo 23** (7). Isla Coronados

***C. s. spinatus***

**Grupo 1** (21). 17.5 km S, 19 km W La Ventana; 24 km S, 22 km W La Ventana; 2.7 km E, 0.6 km N Rancho Arroyo Grande; 18 km N, 45 km E Colonet, 1480 m; 34 km SW La Ventana. 480 m

**Grupo 17** (15). Isla San Luis Gonzaga

***C. s. lorenzi***

**Grupo 20** (42). Isla San Lorenzo Norte (Las Ánimas); Isla San Lorenzo Norte; lado E, Las Ánimas. Isla San Lorenzo Norte

**Tabla 1.** Variación de medidas craneales y somáticas con respecto a la edad de *Chaetodipus spinatus* de la población de Isla San José en el Mar de Cortés. Los estadísticos muestran número de ejemplares (n), media, error estándar de la media (sd), intervalo, coeficiente de variación (c.v.) y F. Los grupos de medias fueron encontrados no significativos cuando son diferentes a  $P < 0.05$ . Fueron probados con el estadístico de suma de cuadrados simultáneos encontrándose que no son significativos.

	No	Media	Sd	intervalo	c.v.	F	SS-STP
<b>Longitud total</b>							
Machos	6	173.50	12.29	(192.0 - 160.0)	7.08	30.38	
	18	195.22	4.86	(204.0 - 187.0)	2.49		
	19	196.58	5.59	(205.0 - 185.0)	2.84		
Hembras	8	173.13	8.10	(185.0-160.0)	4.68	37.8	
	8	193.50	7.01	(202.0-184.0)	3.62		
	23	194.43	4.97	(202.0-187.0)	2.56		
<b>Longitud de la cola</b>							
Machos	6	100.67	5.79	(108.0-94.0)	5.75	17.94	
	21	113.71	4.51	(119.0-103.0)	3.96		
	22	110.95	4.60	(119.0-100.0)	4.15		
Hembras	7	104.00	8.89	(112.0-92.0)	8.55	2.34	
	17	109.29	6.43	(119.0-100.0)	5.88		
	24	109.42	4.74	(120.0-100.0)	4.33		
<b>Longitud de la pata</b>							
Machos	6	22.50	1.52	(24.0-20.0)	6.74	15.72	
	27	24.70	0.67	(26.0-23.0)	2.71		
	28	24.57	0.92	(26.0-23.0)	3.74		
Hembras	7	21.86	1.68	(24.0-20.0)	7.67	23.75	
	18	24.28	0.67	(25.0-23.0)	2.76		
	42	24.67	0.98	(26.0-23.0)	3.97		
<b>Longitud de la oreja</b>							
Machos	6	8.33	0.82	(9.0-7.0)	9.80	10.17	
	26	9.77	0.65	(11.0-9.0)	6.67		
	29	9.59	0.73	(11.0-9.0)	7.64		
Hembras	7	7.57	0.79	(9.0-7.0)	10.39	44.23	
	15	9.33	0.49	(10.0-9.0)	5.23		
	35	9.91	0.61	(11.0-9.0)	6.17		
<b>Longitud total del cráneo</b>							
Machos	8	23.91	0.74	(24.9-22.9)	3.08	12.50	
	29	25.77	0.81	(27.3-24.2)	3.16		
	32	25.71	1.14	(27.1-23.2)	4.44		
Hembras	11	23.95	0.59	(25.0-23.1)	2.47	11.48	
	17	25.01	1.15	(27.0-23.5)	4.61		
	43	25.42	0.87	(27.3-23.6)	3.44		
<b>Longitud condilobasal</b>							
Machos	8	19.89	0.55	(20.8-19.0)	2.77	25.48	
	25	21.42	0.50	(22.6-20.4)	2.33		
	30	21.70	0.75	(22.6-20.3)	3.47		
Hembras	12	19.83	0.57	(20.6-19.1)	2.86	32.24	
	12	21.31	0.65	(22.4-20.4)	3.03		

	No	Media	Sd	intervalo	c.v.	F	SS-STP
	38	21.48	0.55	(22.4-20.4)	2.54		
<b>Longitud del palatino</b>							
Machos	7	9.29	0.51	(10.2-8.7)	5.50	17.63	
	27	10.21	0.34	(10.8-9.6)	3.32		
	28	10.30	0.44	(10.8-9.3)	4.31		
Hembras	11	9.44	0.36	(10.0-8.9)	3.83	15.66	
	18	9.70	0.42	(10.6-9.2)	4.34		
	39	10.12	0.39	(10.8-9.4)	3.84		
<b>Longitud orbitonasal</b>							
Machos	7	10.11	0.70	(11.1-9.3)	6.97	15.06	
	26	11.15	0.40	(11.9-10.3)	3.57		
	22	11.23	0.50	(11.8-10.3)	4.48		
Hembras	11	10.34	0.46	(11.2-9.7)	4.40	9.16	
	13	10.86	0.58	(11.8-10.1)	5.37		
	38	11.08	0.49	(11.9-10.1)	4.39		
<b>Longitud nasal</b>							
Machos	8	8.76	0.69	(9.8-7.7)	7.87	30.83	
	23	10.20	0.39	(10.7-9.5)	3.83		
	28	10.18	0.48	(11.0-9.5)	4.67		
Hembras	11	8.85	0.46	(9.4-8.1)	5.23	43.68	
	9	10.15	0.46	(10.8-9.4)	4.58		
	29	10.03	0.31	(10.9-9.6)	3.13		
<b>Ancho anterior nasal</b>							
Machos	8	2.37	0.15	(2.6-2.2)	6.42	1.94	
	29	2.45	0.16	(2.8-2.1)	6.44		
	33	2.47	0.12	(2.7-2.2)	4.85		
Hembras	10	2.37	0.13	(2.6-2.2)	5.58	0.59	
	17	2.43	0.16	(2.7-2.2)	6.76		
	42	2.44	0.18	(2.8-2.2)	7.56		
<b>Ancho posterior nasal</b>							
Machos	6	1.89	0.08	(2.0-1.8)	4.49	11.43	
	22	2.13	0.14	(2.4-1.9)	6.42		
	30	2.11	0.09	(2.3-1.9)	4.34		
Hembras	8	2.00	0.14	(2.2-1.8)	6.95	4.88	
	15	2.16	0.13	(2.3-2.0)	5.84		
	33	2.08	0.12	(2.3-1.9)	5.69		
<b>Ancho zigomático</b>							
Machos	4	11.17	0.59	(11.8-10.5)	5.25	4.63	
	13	11.84	0.37	(12.6-11.4)	3.11		
	20	11.94	0.50	(12.7-11.2)	4.16		
Hembras	4	10.97	0.37	(11.3-10.4)	3.34	12.32	
	8	11.74	0.52	(12.8-11.2)	4.42		
	23	12.08	0.39	(12.7-11.3)	3.27		
<b>Ancho de la caja craneal</b>							
Machos	8	10.36	0.32	(10.9-9.8)	3.14	6.23	
	23	10.67	0.19	(11.0-10.3)	1.79		

	No	Media	Sd	intervalo	c.v.	F	SS-STP
Hembras	31	10.58	0.19	(10.9-10.3)	1.83		
	12	10.54	0.32	(11.0-10.0)	3.06	0.42	
	17	10.56	0.21	(10.9-10.2)	1.95		
	34	10.54	0.23	(11.0-10.2)	2.15		
<b>Ancho mínimo interorbital</b>							
Machos	5	6.18	0.39	(6.9-5.9)	6.35	5.15	
	26	6.57	0.23	(7.0-6.1)	3.45		
	31	6.58	0.27	(7.0-6.1)	4.15		
Hembras							
	10	6.23	0.31	(6.8-5.9)	5.06	11.33	
	18	6.32	0.26	(6.9-6.0)	4.04		
	42	6.56	0.27	(7.0-6.0)	4.07		
<b>Ancho mastoideo</b>							
Machos	8	11.25	0.53	(11.9-10.3)	4.72	10.98	
	27	11.94	0.35	(12.5-11.2)	2.90		
	34	11.97	0.41	(12.6-11.2)	3.41		
Hembras							
	12	11.25	0.41	(11.7-10.6)	3.62	11.33	
	16	11.76	0.41	(12.5-11.2)	3.46		
	43	11.87	0.39	(12.6-11.1)	3.32		
<b>Altura de la caja craneal</b>							
Machos	8	8.41	0.21	(8.8-8.2)	2.55	16.68	
	28	8.75	0.15	(9.1-8.5)	1.69		
	31	8.77	0.16	(9.1-8.5)	1.84		
Hembras							
	12	8.48	0.24	(8.8-8.0)	2.88	8.71	
	18	8.52	0.18	(8.9-8.3)	2.14		
	42	8.71	0.20	(9.1-8.3)	2.34		
<b>Ancho de la bula</b>							
Machos	8	3.57	0.11	(3.8-3.5)	3.13	17.84	
	27	3.90	0.14	(4.2-3.5)	3.72		
	34	3.93	0.17	(4.2-3.6)	4.42		
Hembras							
	12	3.55	0.15	(3.8-3.3)	4.10	25.34	
	17	3.81	0.15	(4.1-3.5)	3.90		
	40	3.90	0.15	(4.2-3.6)	3.82		
<b>Longitud del rostro</b>							
Machos	5	6.87	0.45	(7.5-6.4)	6.60	2.32	
	27	7.26	0.29	(7.7-6.6)	3.95		
	29	7.16	0.42	(7.8-6.4)	5.86		
Hembras							
	8	6.89	0.46	(7.7-6.4)	6.68	1.74	
	15	7.14	0.48	(7.8-6.5)	6.68		
	35	7.17	0.32	(7.8-6.5)	4.40		
<b>Longitud mandibular</b>							
Machos	3	10.28	0.18	(10.4-10.1)	1.77	3.56	
	29	10.96	0.47	(11.9-9.9)	4.29		
	34	11.00	0.44	(11.9-10.1)	3.98		
Hembras							
	11	10.36	0.58	(11.0-9.7)	5.59	17.88	
	17	10.44	0.42	(11.4-9.9)	4.01		
	41	11.07	0.42	(11.9-9.9)	3.84		

	No	Media	Sd	intervalo	c.v.	F	SS-STP
<b>Long. hilera dientes mandibulares</b>							
Machos	8	3.14	0.08	(3.3-3.1)	2.53	0.66	
	26	3.20	0.14	(3.4-2.9)	4.45		
	33	3.19	0.12	(3.4-2.9)	3.85		
Hembras	12	3.22	0.11	(3.4-3.1)	3.29	1.45	
	19	3.21	0.15	(3.5-2.9)	4.68		
	41	3.16	0.14	(3.4-3.0)	4.41		
<b>Long. hilera dientes maxilares</b>							
Machos	8	3.36	0.11	(3.6-3.2)	3.32	2.13	
	26	3.45	0.14	(3.8-3.2)	4.02		
	34	3.48	0.16	(3.8-3.2)	4.64		
Hembras	11	3.34	0.16	(3.6-3.0)	4.80	4.84	
	19	3.41	0.10	(3.6-3.3)	3.04		
	43	3.47	0.14	(3.8-3.2)	4.01		
<b>Ancho del primer molar M1</b>							
Machos	7	1.07	0.03	(1.1-1.0)	3.12	0.51	
	27	1.09	0.04	(1.2-1.0)	3.77		
	34	1.09	0.04	(1.2-1.0)	3.98		
Hembras	12	1.07	0.03	(1.1-1.0)	3.02	1.98	
	16	1.07	0.04	(1.2-1.0)	3.30		
	42	1.09	0.05	(1.2-1.0)	4.53		
<b>Ancho del rostro a través del primer</b>							
Machos	6	1.88	0.12	(2.1-1.7)	6.59	3.11	
	26	2.02	0.13	(2.2-1.7)	6.38		
	32	1.97	0.14	(2.2-1.7)	6.89		
Hembras	7	1.92	0.18	(2.2-1.7)	9.13	0.60	
	16	1.98	0.11	(2.2-1.7)	5.69		
	43	1.96	0.11	(2.2-1.8)	5.79		
<b>Longitud palatal</b>							
Machos	7	11.30	0.55	(12.1-10.5)	4.90	15.31	
	26	12.32	0.46	(13.0-11.5)	3.74		
	26	12.45	0.51	(13.2-11.4)	4.09		
Hembras	11	11.24	0.37	(11.7-10.7)	3.27	18.43	
	15	12.00	0.55	(13.1-11.4)	4.62		
	39	12.24	0.48	(13.2-11.4)	3.93		
<b>Longitud de la diastema</b>							
Machos	8	5.46	0.30	(5.8-5.0)	5.51	24.48	
	29	6.12	0.23	(6.5-5.8)	3.70		
	30	6.22	0.29	(6.6-5.6)	4.63		
Hembras	12	5.50	0.14	(5.8-5.3)	2.59	23.70	
	15	6.04	0.26	(6.5-5.7)	4.35		
	41	6.07	0.28	(6.5-5.5)	4.67		
<b>Longitud basal</b>							
Machos	8	17.87	0.68	(19.0-16.8)	3.79	18.63	
	26	19.23	0.49	(20.2-17.8)	2.57		
	29	19.46	0.77	(20.3-17.9)	3.94		
Hembras	12	17.74	0.49	(18.4-17.0)	2.78	23.89	

	No	Media	Sd	intervalo	c.v.	F	SS-STP
	16	18.88	0.81	(20.1-17.7)	4.28		
	38	19.28	0.66	(20.4-17.9)	3.42		
<b>Altura del rostro</b>							
Machos	8	4.56	0.36	(5.2-4.2)	7.80	10.86	
	29	4.87	0.16	(5.2-4.6)	3.39		
	30	4.92	0.17	(5.2-4.6)	3.43		
Hembras							
	12	4.54	0.17	(4.8-4.2)	3.64	12.07	
	16	4.79	0.17	(5.1-4.5)	3.63		
	42	4.80	0.16	(5.2-4.6)	3.36		
<b>Ancho del rostro</b>							
Machos	8	4.13	0.31	(4.7-3.8)	7.57	3.23	
	26	4.29	0.23	(4.7-4.0)	5.33		
	30	4.38	0.27	(4.8-4.0)	6.11		
Hembras							
	11	4.22	0.21	(4.5-3.8)	5.05	2.10	
	18	4.29	0.20	(4.8-4.0)	4.72		
	39	4.35	0.19	(4.7-3.9)	4.33		
<b>Ancho interparietal</b>							
Machos	8	7.18	0.39	(7.9-6.7)	5.37	4.38	
	27	7.47	0.24	(7.9-7.0)	3.15		
	34	7.41	0.21	(7.9-7.0)	2.78		
Hembras							
	12	7.35	0.31	(7.7-6.7)	4.22	0.45	
	17	7.43	0.24	(7.9-7.1)	3.23		
	38	7.41	0.22	(7.8-7.0)	2.92		
<b>Longitud interparietal</b>							
Machos	8	3.45	0.18	(3.8-3.2)	5.25	1.37	
	23	3.53	0.17	(3.9-3.2)	4.85		
	31	3.57	0.20	(3.9-3.2)	5.58		
Hembras							
	10	3.47	0.10	(3.7-3.4)	2.87	1.63	
	20	3.59	0.23	(3.9-3.2)	6.40		
	39	3.50	0.20	(3.9-3.1)	5.61		

**Tabla 2.** Variación sexual secundaria en medidas externas y craneales en *Chaetodipus spinatus*. Los estadísticos dan la media, número de ejemplares (N), desviación estándar (ds), intervalo, coeficiente de variación (c.v.) y probabilidad (P). Aquellos que no son significativamente diferentes están marcados como ns. Las medias que son significativamente diferentes en machos y hembras a P<0.05 están marcadas con un asterisco.

	Machos			Hembras			P
	N	media-ds	c.v. intervalo	N	media-ds	c.v. intervalo	
Longitud total	50	25.29 ± 0.96	(27.3 - 23.4)	56	25.74 ± 0.99	(27.3 - 23.2)	.906 ns
Longitud condilobasal	50	21.42 ± 0.56	(22.4 - 20.3)	55	21.57 ± 0.66	(22.6 - 20.2)	.293 ns
Longitud basal	54	19.16 ± 0.72	(20.4 - 17.7)	55	19.35 ± 0.66	(20.3 - 17.8)	.154 ns
Longitud palatal	57	9.98 ± 0.43	(10.8 - 9.2)	55	10.26 ± 0.40	(10.8 - 9.2)	.009 *
Longitud orbitonasal	51	11.01 ± 0.52	(11.8 - 10.1)	48	11.18 ± 0.45	(11.8 - 10.3)	.098 ns
Longitud nasal	38	10.03 ± 0.33	(10.8 - 9.4)	51	10.19 ± 0.43	(10.9 - 9.4)	.135 ns
Anchura anterior nasales	59	2.43 ± 0.18	(2.7 - 2.1)	62	2.46 ± 0.14	(2.7 - 2.1)	.345 ns
Anchura posterior nasales	48	2.10 ± 0.13	(2.3 - 1.9)	58	2.12 ± 0.11	(2.3 - 1.9)	.594 ns
Anchura zigomática	31	12.00 ± 0.45	(12.7 - 11.2)	33	11.90 ± 0.45	(12.7 - 11.2)	.407 ns
Anchura craneal	51	10.54 ± 0.22	(10.9 - 10.2)	54	10.61 ± 0.20	(10.9 - 10.2)	.078 ns
Ancho mínimo introrbital	60	6.49 ± 0.29	(7.0 - 6.0)	57	6.57 ± 0.25	(7.0 - 6.0)	.090 ns
Anchura mastoidea	59	11.84 ± 0.40	(12.5 - 11.1)	61	11.96 ± 0.38	(12.6 - 11.2)	.099 ns
Altura del cráneo	60	8.65 ± 0.21	(9.0 - 8.3)	59	8.76 ± 0.15	(9.0 - 8.4)	.001 ns
Anchura bula	61	3.87 ± 0.15	(4.1 - 3.5)	63	3.92 ± 0.16	(4.2 - 3.5)	.108 ns
Longitud rostro	50	7.16 ± 0.37	(7.8 - 6.4)	56	7.21 ± 0.36	(7.7 - 6.4)	.524 ns
Longitud mandíbula	58	10.88 ± 0.51	(11.8 - 9.8)	64	10.99 ± 0.46	(11.9 - 9.9)	.211 ns
Longitud dientes mandibulares	60	3.18 ± 0.14	(3.4 - 2.9)	59	3.19 ± 0.13	(3.4 - 2.9)	.393 ns
Longitud dientes maxilares	62	3.45 ± 0.13	(3.7 - 3.2)	60	3.47 ± 0.15	(3.7 - 3.2)	.577 ns
Anchura del primer molar	64	1.09 ± 0.05	(1.1 - 0.9)	64	1.09 ± 0.04	(1.1 - 0.9)	.645 ns
Anchura del rostro altura molar	59	1.97 ± 0.11	(2.2 - 1.7)	58	1.99 ± 0.13	(2.2 - 1.7)	.312 ns
Longitud palatino	54	12.16 ± 0.50	(13.1 - 11.3)	52	12.38 ± 0.49	(13.1 - 11.3)	.031 *
Longitud de la distema	56	6.06 ± 0.27	(6.5 - 5.5)	59	6.17 ± 0.26	(6.6 - 5.5)	.044 *
Altura del rostro	58	4.80 ± 0.16	(5.1 - 4.5)	59	4.89 ± 0.17	(5.1 - 4.5)	.003 *
Anchura del rostro	57	4.34 ± 0.19	(4.7 - 3.9)	56	4.34 ± 0.25	(4.7 - 3.9)	.606 ns
Anchura interparietal	55	7.42 ± 0.22	(7.8 - 6.9)	61	7.44 ± 0.22	(7.9 - 7.0)	.606 ns
Longitud interparietal	59	3.53 ± 0.21	(3.8 - 3.1)	54	3.55 ± 0.19	(3.8 - 3.1)	.612 ns
Longitud total	59	194.19 ± 5.46	(202.0 - 184.0)	53	195.92 ± 5.22	(205.0 - 185.0)	.188 ns
Longitud de la cola	51	109.35 ± 5.49	(120.0 - 100.0)	43	112.30 ± 4.71	(119.0 - 100.0)	.009 *
Longitud de la pata	60	24.53 ± 0.90	(26.0 - 23.0)	55	24.64 ± 0.80	(26.0 - 23.0)	.591 ns
Longitud de la oreja	50	9.74 ± 0.63	(11.0 - 9.0)	55	9.67 ± 0.70	(11.0 - 9.0)	.606 ns

**Tabla 3.** Promedios de medidas de hembras y machos adultos de las subespecies de *Chaetodipus spinatus*

<b>Subespecie</b>	<b>Ltotal</b>	<b>Lconbas</b>	<b>Lpal</b>	<b>Lorbnas</b>	<b>Lnas</b>	<b>Aantnas</b>	<b>Aposnas</b>	<b>Azigo</b>	<b>Acran</b>	<b>Aminter</b>
<i>broccus</i> (h)	24.70	20.61	9.77	10.60	9.43	2.41	2.04	11.52	10.37	6.33
(m)	24.97	20.89	10.02	10.50	9.41	2.44	2.05	11.47	10.42	6.29
<i>bryanti</i> (h)	25.48	21.32	10.09	11.07	9.82	2.46	2.09	11.83	10.62	6.52
(m)	25.45	21.09	10.12	11.07	9.77	2.41	2.04	11.84	10.65	6.44
<i>evermanni</i> (h)	23.67	19.68	9.05	10.81	9.07	2.53	1.77	11.04	10.20	5.47
(m)	24.18	19.96	10.27	11.06	9.29	2.59	1.77	11.06	10.20	5.78
<i>lambi</i> (h)	24.97	20.30	9.71	10.61	9.50	2.40	2.14	11.56	10.24	6.50
(m)	25.04	20.75	9.94	10.95	9.86	2.46	2.10	11.67	10.29	6.64
<i>latijugularis</i> (h)	24.94	20.66	10.03	11.09	9.60	2.49	1.91	11.62	10.84	6.75
(m)	25.38	21.09	10.23	11.30	9.79	2.53	1.93	11.86	11.02	6.85
<i>lorenzi</i> (h)	22.88	19.23	9.30	9.85	8.60	2.42	2.12	10.49	9.68	6.16
(m)	23.53	19.75	9.53	10.17	8.97	2.43	2.16	10.92	9.79	6.33
<i>marcosensis</i> (h)	24.02	19.89	9.56	10.60	9.34	2.33	1.89	10.68	10.04	6.23
(m)	24.48	20.30	9.83	10.84	9.60	2.32	1.87	11.36	10.31	6.19
<i>magdalena</i> (m)	26.70	22.21	10.64	11.62	10.64	2.68	1.99	12.15	10.94	7.00
<i>margarita</i> (h)	25.31	20.88	10.17	11.40	9.98	2.58	1.97	11.45	9.89	6.56
(m)	24.78	20.70	10.10	11.15	9.80	2.56	2.01	11.20	10.07	6.60
<i>oribates</i> (h)	25.38	21.21	10.18	10.51	9.23	2.45	2.07	10.74	10.40	6.16
(m)	24.46	20.60	10.10	10.25	9.12	2.29	1.92	11.54	10.73	6.11
<i>occultus</i> (h)	24.10	20.00	9.85	10.48	9.09	2.33	1.92	11.22	10.45	6.20
(m)	24.83	20.69	10.19	11.00	9.50	2.46	2.09	11.51	10.45	6.52
<i>peninsulae</i> (h)	25.27	21.41	10.22	10.91	9.64	2.55	2.03	11.92	10.42	6.36
(m)	25.45	21.17	10.13	10.91	9.62	2.61	2.04	11.70	10.64	6.50
<i>prietae</i> (h)	24.43	20.41	9.68	10.42	9.09	2.41	2.10	11.42	10.43	6.31
(m)	24.52	20.54	9.81	10.56	9.14	2.39	2.06	11.69	10.45	6.23
<i>pullus</i> (h)	25.86	21.85	10.76	11.41	9.78	2.54	2.12	12.66	10.46	6.56
(m)	25.27	21.60	10.40	11.23	9.57	2.55	2.20	12.20	10.51	6.46
<i>seorsus</i> (h)	25.80	22.06	10.49	11.38	9.55	2.62	2.24	12.23	10.47	6.69
(m)	25.83	22.12	10.52	11.43	9.53	2.63	2.31	12.22	10.48	6.66
<i>spinatus</i> (h)	24.31	20.25	9.57	10.33	9.26	2.39	1.96	11.11	10.44	6.17
(m)	24.21	20.18	9.53	10.27	9.09	2.36	1.97	11.09	10.31	6.10

Subespecie	Amast	Altcran	Abula	Lrostro	Lmandib	Ldiemand	Ldienmax	AM1	A/M1	Lpalatal
<i>broccus</i> (h)	11.67	8.55	3.79	6.92	10.82	3.15	3.40	1.13	1.92	11.57
(m)	11.71	8.60	3.81	6.97	10.67	3.20	3.49	1.10	1.89	11.79
<i>bryanti</i> (h)	11.84	8.73	3.87	7.16	10.63	3.20	3.47	1.10	1.96	12.19
(m)	11.78	8.77	3.85	7.16	10.93	3.20	3.44	1.22	2.02	12.14
<i>evermanni</i> (h)	10.95	8.36	3.36	6.70	10.28	3.12	3.20	1.15	2.00	11.05
(m)	11.14	8.38	3.41	6.88	10.45	3.07	3.52	1.20	1.73	12.03
<i>lambi</i> (h)	11.45	8.51	3.65	6.81	10.28	3.03	3.33	1.03	2.07	11.53
(m)	11.38	8.57	3.67	6.92	10.44	3.04	3.41	1.06	2.02	11.97
<i>latijugularis</i> (h)	11.60	8.65	3.63	7.36	11.24	3.29	3.53	1.10	2.29	11.96
(m)	11.78	8.77	3.72	7.40	11.71	3.30	3.53	1.10	2.27	12.14
<i>lorenzi</i> (h)	11.02	8.15	3.35	6.45	10.04	3.09	3.32	1.10	1.89	11.15
(m)	11.25	8.32	3.35	6.72	10.27	3.12	3.48	1.10	2.04	11.41
<i>marcosensis</i> (h)	11.19	8.22	3.56	6.96	10.23	3.18	3.46	1.08	1.93	11.38
(m)	11.41	8.37	3.60	6.95	10.74	3.20	3.42	1.08	2.05	11.57
<i>magdalena</i> (m)	12.29	8.93	3.93	7.10	10.65	3.37	3.63	1.17	2.19	12.74
<i>margarita</i> (h)	11.16	8.45	3.41	7.56	11.02	3.33	3.49	1.09	1.87	12.34
(m)	10.94	8.38	3.56	7.32	10.78	3.32	3.65	1.11	1.91	12.21
<i>oribates</i> (h)	11.80	8.65	3.96	6.61	10.44	3.33	3.53	1.21	1.82	11.89
(m)	11.99	8.42	3.75	6.28	10.03	3.25	3.61	1.15	1.74	11.95
<i>occultus</i> (h)	11.56	8.54	3.43	6.91	10.60	3.34	3.48	1.14	1.84	11.70
(m)	11.46	8.71	3.41	7.11	10.70	3.28	3.52	1.14	2.01	12.03
<i>peninsulae</i> (h)	11.90	8.80	3.99	7.03	10.76	3.31	3.51	1.12	1.97	11.90
(m)	11.99	8.84	4.00	7.10	10.66	3.20	3.55	1.11	2.00	11.96
<i>prietae</i> (h)	11.91	8.49	3.76	6.68	10.17	3.22	3.48	1.12	1.89	11.38
(m)	11.87	8.43	3.80	6.82	10.26	3.17	3.51	1.13	1.91	11.46
<i>pullus</i> (h)	11.57	8.82	3.66	7.38	10.79	3.26	3.54	1.14	1.82	12.88
(m)	11.83	8.63	3.54	7.34	11.02	3.53	3.50	1.15	1.75	12.49
<i>serosus</i> (h)	12.14	8.86	3.65	6.92	11.07	3.28	3.65	1.12	2.09	12.60
(m)	12.17	8.89	3.67	6.89	11.09	3.32	3.69	1.11	2.10	12.63
<i>spinatus</i> (h)	11.71	8.43	3.73	6.87	10.68	3.18	3.46	1.11	1.79	11.36
(m)	11.76	8.41	3.69	6.70	10.37	3.15	3.45	1.11	1.81	11.35

Subespecie	Diast	Lbasal	Altrostro	Arostro	Aninparie	Linparie	LT	LC	LP	LO
<i>broccus</i> (h)	5.81	18.61	4.66	4.26	7.32	3.42	173.26	96.64	21.95	8.29
(m)	5.89	18.83	4.69	4.22	7.37	3.52	183.08	102.03	22.19	8.72
<i>bryanti</i> (h)	6.05	19.24	4.82	4.34	7.41	3.56	188.38	107.92	24.56	9.38
(m)	6.07	19.13	4.80	4.33	7.39	3.55	187.22	110.63	24.28	9.43
<i>evermanni</i> (h)	6.21	18.33	4.54	3.86	7.07	3.44	147.00	76.00	20.00	9.00
(m)	6.11	18.01	4.60	4.34	6.93	3.40	159.00	86.00	20.00	8.00
<i>lambi</i> (h)	5.85	18.35	4.61	4.37	7.18	3.42	180.95	107.10	22.19	8.33
(m)	6.05	18.81	4.75	4.49	7.17	3.37	189.13	107.78	23.04	8.87
<i>latijugularis</i> (h)	5.74	18.38	4.87	4.42	7.33	3.56	178.24	106.56	21.98	8.02
(m)	5.85	18.88	4.96	4.46	7.45	3.61	176.65	109.57	22.20	8.28
<i>lorenzi</i> (h)	5.43	17.39	5.71	4.11	6.89	3.02	141.50	79.32	19.92	7.04
(m)	5.59	17.84	4.46	4.19	7.00	3.09	144.19	77.41	20.02	7.22
<i>marcosensis</i> (h)	5.68	18.00	4.47	4.21	6.94	3.36	169.60	91.70	21.70	7.80
(m)	5.93	18.25	4.58	4.13	7.18	3.48	168.35	93.53	21.76	7.47
<i>magdalena</i> (m)	6.43	19.96	4.90	4.62	7.26	3.51	165.00	101.67	21.67	8.67
<i>margarita</i> (h)	4.59	18.93	4.77	4.45	6.90	3.40	172.00	95.50	20.50	7.50
(m)	5.97	18.85	4.80	4.34	7.06	3.34	175.80	99.40	21.00	8.20
<i>oribates</i> (h)	6.02	18.50	4.70	4.44	7.25	3.91	181.33	105.33	76.67	16.67
(m)	5.79	18.59	4.51	4.12	7.42	3.60	188.00	145.00	63.50	16.50
<i>occultus</i> (h)	5.81	17.89	4.76	4.20	7.62	3.44	170.67	93.67	22.17	7.67
(m)	6.08	18.58	4.75	4.39	7.45	3.58	175.93	99.67	22.56	8.75
<i>peninsulae</i> (h)	5.99	19.18	4.65	4.30	7.34	3.39	183.58	102.58	22.90	8.77
(m)	5.93	19.11	4.71	4.44	7.32	3.58	181.11	100.68	23.05	8.50
<i>prietae</i> (h)	5.74	18.39	4.57	4.33	7.45	3.58	175.22	98.44	20.89	7.92
(m)	5.74	18.50	4.60	4.35	7.41	3.57	177.50	100.54	21.54	8.44
<i>pullus</i> (h)	6.37	19.78	5.11	4.99	7.59	3.69	172.67	87.00	23.67	9.33
(m)	6.15	19.41	4.81	4.65	7.19	3.52	183.00	96.00	24.00	10.00
<i>serosus</i> (h)	6.43	19.92	5.01	4.78	7.29	3.32	176.57	102.42	23.43	8.87
(m)	6.45	19.91	5.06	4.80	7.32	3.33	176.64	102.68	23.56	8.86
<i>spinatus</i> (h)	5.72	18.10	4.58	4.29	7.36	3.45	171.33	102.00	20.58	7.33
(m)	5.67	18.06	4.53	4.11	7.27	3.59	178.85	100.62	21.31	7.92

**Tabla 3.** Eigenvalores y porcentaje de varianza total del análisis de componentes principales de 25 caracteres de *Chaetodipus spinatus*

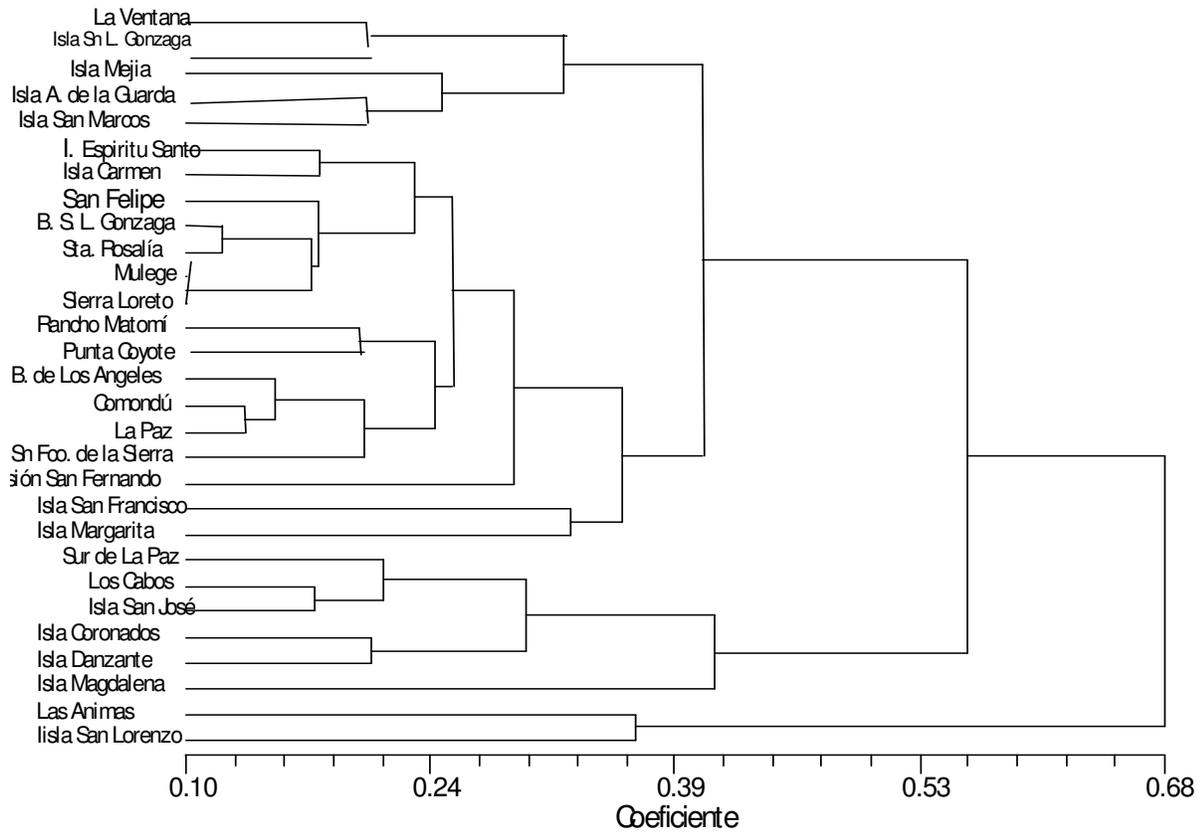
Caracter	Eigenvalores	Varianza	Eig. acum.	Var. Tot.
1	12.84	51.37	12.84	49.86
2	3.55	14.20	16.59	63.54
3	2.03	8.11	18.70	71.95
4	1.32	5.29	20.08	77.25
5	1.08	4.33	21.17	81.42
6	1.04	4.03	22.21	85.45
7	0.82	3.16	23.03	88.61
8	0.62	2.40	23.66	91.01
9	0.47	1.83	24.14	92.85
10	0.37	1.43	24.51	94.28
11	0.32	1.25	24.84	95.54
12	0.30	1.15	25.14	96.69
13	0.18	0.70	25.32	97.40
14	0.17	0.67	25.49	98.07
15	0.13	0.51	25.63	98.59
16	0.08	0.34	25.72	98.93
17	0.07	0.29	25.79	99.22
18	0.06	0.24	25.86	99.46
19	0.05	0.21	25.91	99.67
20	0.03	0.14	25.95	99.82
21	0.02	0.08	25.97	99.90
22	0.01	0.04	25.98	99.95
23	0.006	0.02	25.99	99.98
24	0.002	0.01	25.99	99.99
25	0.001	0.004	26	100

**Tabla 4.** Factor resultantes de la matriz de correlación entre 25 caracteres de *Chaetodipus spinatus*

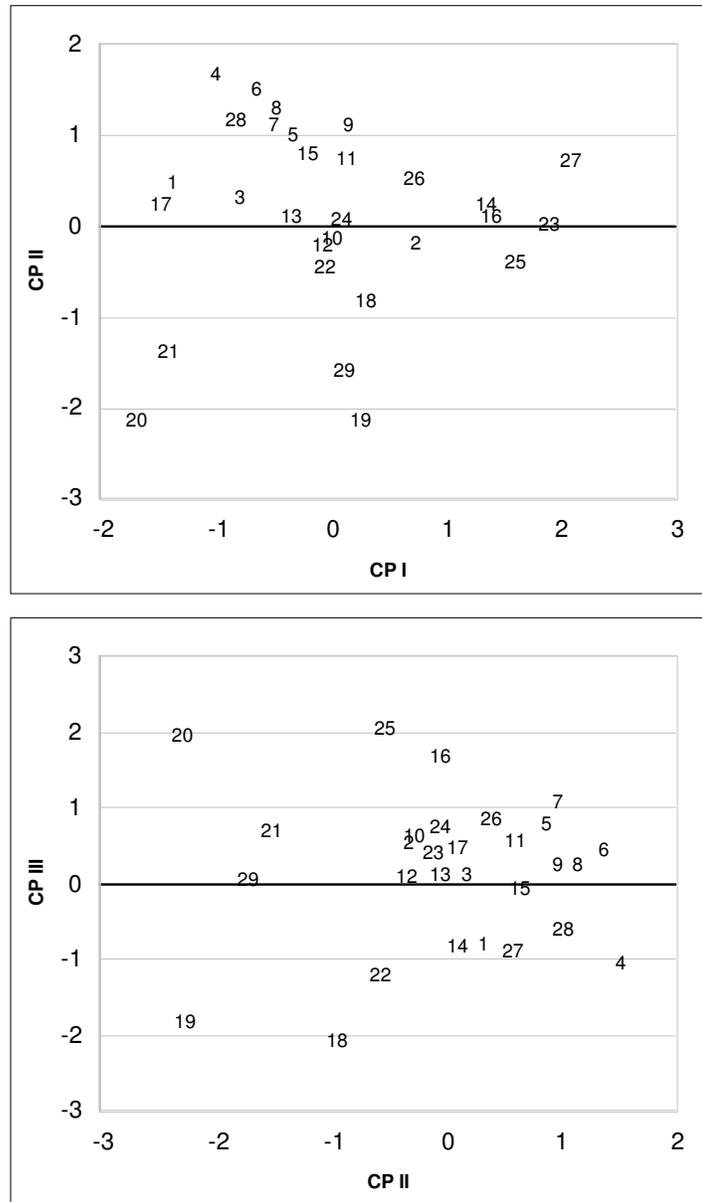
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Longitud total del cráneo	0.790	0.470	0.078
Longitud condilobasal	0.789	0.441	0.169
Longitud palatal	0.840	0.192	0.107
Longitud orbitonasal	0.810	0.032	-0.178
Longitud nasal	0.726	0.156	-0.227
Ancho anterior de nasales	0.613	-0.145	0.077
Ancho posterior de los nasales	0.115	0.120	0.932
Ancho zigomático	0.760	0.279	0.073
Ancho de la caja craneal	0.341	0.855	-0.104
Ancho mínimo interorbital	0.427	0.093	0.340
Ancho mastoideo	0.193	0.817	0.210
Altura de la caja craneal	0.649	0.539	0.196
Ancho de la bula	0.266	0.775	0.057
Longitud del rostro	0.549	-0.029	-0.159
Longitud mandibular	0.315	0.214	-0.118
Long. hilera de dientes mand.	0.368	0.128	-0.059
Long. hilera de dientes max.	0.269	0.294	0.055
Ancho del rostro en 1er molar	0.188	-0.084	-0.084
Longitud palatino	0.819	0.165	0.191
Diastema	0.859	0.170	-0.059
Longitud basal	0.867	0.287	0.161
Profundidad del rostro	0.208	-0.053	0.176
Ancho del rostro	0.580	0.218	0.305
Ancho interparietal	0.116	0.849	0.286
Longitud interparietal	0.167	0.873	-0.147
Varianza explicada	8.22	4.75	1.61

**Tabla 5.** Factores resultantes de la matriz de correlación entre los 29 grupos de localidades de *Chaetodipus spinatus*

<b>Grupo</b>	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>
1	-1.150	0.197	-0.556
2	0.369	-0.316	0.652
3	-0.839	0.321	0.159
4	-0.818	1.592	-1.782
5	-0.633	0.628	0.862
6	-0.826	1.389	0.425
7	-0.391	1.083	0.242
8	-0.430	1.243	0.580
9	-0.664	0.822	0.933
10	-0.292	-0.376	0.259
11	0.158	0.509	-0.125
12	-0.350	-0.112	-0.006
13	-0.013	0.458	-0.785
14	0.772	0.339	-0.680
15	0.352	0.636	-0.048
16	1.436	0.153	0.445
17	-1.303	-0.243	0.408
18	0.622	-1.467	-1.701
19	0.127	-1.972	-2.156
20	-1.290	-2.105	1.046
21	-1.686	-1.680	2.055
22	-0.583	-0.477	-1.305
23	2.335	-0.081	1.078
24	0.119	-0.144	-0.061
25	1.759	-0.309	1.737
26	0.698	0.769	-0.214
27	1.949	0.321	0.142
28	-0.131	0.686	-1.154
29	0.676	-1.864	-0.452



**Figura 6.** Fenograma realizado con el índice de distancia taxonómica, construido con el método de UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) de las localidades de las poblaciones de: Grupo 1. La Ventana, Grupo 2 Isla Espiritu Santo, Grupo 3. San Felipe, Grupo 4. Rancho Matomí, Grupo 5. Bahía San Luís Gonzaga, Grupo 6. Misión San Fernando, Grupo 7. Bahía de los Ángeles, Grupo 8. San Francisco de la Sierra, Grupo 9. Santa Rosalía, Grupo 10. Mulegé, Grupo 11. Comondú, Grupo 12. Sierra Loreto, Grupo 13. Punta Coyote, Grupo 14. Sur de La Paz, Grupo 15. La Paz, Grupo 16. Los Cabos, Grupo 17. Isla San Luís Gonzaga, Grupo 18. Isla Mejía, Grupo 19. Isla Ángel de la Guarda, Grupo 20. Las Ánimas, Grupo 21. Isla San Lorenzo, Grupo 22. Isla San Marcos, Grupo 23. Isla Coronados, Grupo 24. Isla Carmen, Grupo 25. Isla Danzante, Grupo 26. Isla San José, Grupo 27. Isla Magdalena, Grupo 28. Isla San Francisco, Grupo 29. Isla Margarita.



**Figura. 7.** Análisis de componentes principales de las localidades de las poblaciones de: Grupo 1. La Ventana, Grupo 2 Isla Espíritu Santo, Grupo 3. San Felipe, Grupo 4. Rancho Matomí, Grupo 5. Bahía San Luís Gonzaga, Grupo 6. Misión San Fernando, Grupo 7. Bahía de los Ángeles, Grupo 8. San Francisco de la Sierra, Grupo 9. Santa Rosalía, Grupo 10. Mulegé, Grupo 11. Comondú, Grupo 12. Sierra Loreto, Grupo 13. Punta Coyote, Grupo 14. Sur de La Paz, Grupo 15. La Paz, Grupo 16. Los Cabos, Grupo 17. Isla San Luís Gonzaga, Grupo 18. Isla Mejía, Grupo 19. Isla Ángel de la Guarda, Grupo 20. Las Ánimas, Grupo 21. Isla San Lorenzo, Grupo 22. Isla San Marcos, Grupo 23. Isla Coronados, Grupo 24. Isla Carmen, Grupo 25. Isla Danzante, Grupo 26. Isla San José, Grupo 27. Isla Magdalena, Grupo 28. Isla San Francisco, Grupo 29. Isla Margarita.