

**ESTUDIO CRANEOMÉTRICO EN *ABROTHRIX HIRTA* (THOMAS, 1895)  
(RODENTIA: CRICETIDAE): UNA APROXIMACIÓN  
DESDE LA MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA**

Jhoann Canto H.<sup>1</sup> Mónica Saldarriaga<sup>2,3</sup> y José Yáñez V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Área Zoología de Vertebrados, Museo Nacional de Historia Natural;  
jhoann.canto@mnhn.cl, Casilla 787 Santiago, Chile

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias, Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología, Chile;

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Recursos Naturales y Sustentabilidad, Universidad Bernardo O'Higgins,  
Fábrica 1990, Santiago, Chile; monysalda@gmail.com

<sup>4</sup>Área Curatorial, Museo Nacional de Historia Natural;  
jose.yanez@mnhn.cl, Casilla 787 Santiago, Chile

**RESUMEN**

El estudio de 107 cráneos de *Abrothrix hirta* procedentes de las áreas geográficas de Osorno y Aysén mediante la utilización de la morfometría craneal tradicional y la morfometría geométrica, indicó la existencia de diferencias entre los especímenes de ambas localidades. Los contrastes entre ambos grupos para la categoría origen geográfico evidenciaron una diferencia significativa, en que las mayores diferencias en la morfometría craneal están representadas por el tamaño y luego por la forma, las que se localizan en la zona postero medial del cráneo. Mientras que los análisis de diferencias intersexuales no revelaron diferencias significativas.

**Palabras claves:** *Abrothrix hirta*, Aysén, Osorno, morfometría geométrica, morfometría tradicional.

**ABSTRACT**

**Craneometric Study in *Abrothrix hirta* (Thomas, 1895) (Rodentia: Cricetidae): an Approach from the Geometric Morphometry.** The study of 107 skulls of *Abrothrix hirta* from the geographic areas of Osorno and Aysén using traditional cranial morphology and geometric morphometry, showed differences between specimens of both locations. The comparison between the two groups for geographical origin category evidence significant difference, in that the greatest differences in cranial morphology reflected the posterior skull-media area. While the analysis focused on differences between males and females, did not reveal significant differences.

**Keys words:** *Abrothrix hirta*, Aysén, Osorno, geometric morphometric, traditional morphometric.

**INTRODUCCIÓN**

La mayoría de los estudios sobre roedores en Chile, que establecen diferencias entre conjuntos de individuos para evaluar la validez del estatus taxonómico de las poblaciones, se ha sustentado tradicionalmente en los patrones de coloración del pelaje (Osgood 1943; Redford y Eisenberg 1992) y en las diferencias cualitativas y cuantitativas del cráneo, la mandíbula y la forma de las piezas dentarias con énfasis en el plano oclusal (Hershkovitz 1962, Mann 1978).

En el caso particular de los análisis cuantitativos, éstos han seguido metodologías propias de la morfometría lineal (Hershkovitz 1962, Yáñez y Jaksic 1977, Yáñez *et al.* 1979, Gallardo *et al.* 1988, Spottorno *et al.* 1990; Teta y Pardiñas 2014a).

También se han identificado diferencias entre los sexos para algunas especies de roedores (Camar-della *et al.* 1998; Suarez *et al.* 1998; Matějů y Kratochvíl 2013) que han sido interpretadas como dimorfismo sexual. Éste es definido, de acuerdo a Martínez *et al.* (2014), como la presencia de variaciones de cinco tipos: a) dimorfismo de tamaño, b) forma corporal, c) forma y tamaño de los apéndices, d) características tegumentarias y de coloración, y e) diferencias sexuales de comportamiento. En el caso de los roedores, los criterios más utilizados para establecer existencia de dimorfismo sexual son la forma corporal (caracteres

craneales y mandibulares) (Fornel *et al.* 2010) y el tamaño corporal (Fairbairn 1987; Zenuto *et al.* 2002; Pincheira-Donoso 2012).

Sin embargo, no todas las especies de roedores presentan dimorfismo sexual (Guzmán *et al.* 2015) y muchas variaciones en el fenotipo han sido atribuidas al contexto geográfico (García *et al.* 2009; Mora *et al.* 2013). Además, el estatus taxonómico es un aspecto que debe ser bien conocido al momento de evaluar el dimorfismo sexual, ya que es posible extraer conclusiones erróneas, especialmente si se evalúa una especie a la que se le atribuyen subespecies.

El género *Abrothrix* es parte de la Tribu Abrotrichini (Rodentia, Cricetidae). El registro fósil de este grupo, tanto para especies vivientes como extintas, se remonta al Pleistoceno tardío-Holoceno, principalmente de Patagonia, centro y sur de Chile (Teta *et al.* 2014b).

*Abrothrix* Waterhouse, 1837, reúne nueve especies a la fecha (Teta y Pardiñas 2014a; Patton *et al.* 2015). Este género históricamente ha presentado problemas en su organización taxonómica, como se revela en una de sus especies: *Abrothrix longipilis*. Sobre esta última se han realizado varios estudios tendientes a aclarar su situación (D'Elía *et al.* 2007), así como las subespecies asociadas (Yáñez *et al.* 1978, Palma *et al.* 2010). Originalmente Waterhouse (1837) describió la especie con el nombre *Mus longipilis*. Thomas (1895) cambió a *M. longipilis* asignándolo al género *Akodon*, quedando como *Akodon longipilis*. Este mismo autor modificaría el género dejando la especie bajo la forma *Abrothrix longipilis* (Thomas 1916). Posteriormente Ellerman (1941) situaría a *Abrothrix* como subgénero de *Akodon* quedando bajo la forma *Akodon (Abrothrix) longipilis*. La descripción de subespecies para este grupo sería efectuada por Osgood (1943) quien señala tres especies de las cuales *A. longipilis* agruparía ocho subespecies:

*Akodon (Abrothrix) longipilis longipilis* Waterhouse  
*Akodon (Abrothrix) longipilis apta* Osgood, 1943  
*Akodon (Abrothrix) longipilis castaneus* Osgood, 1943  
*Akodon (Abrothrix) longipilis moerens* Thomas, 1919  
*Akodon (Abrothrix) longipilis hirta* Thomas, 1895  
*Akodon (Abrothrix) longipilis suffusa* Thomas, 1903  
*Akodon (Abrothrix) longipilis nubila* Thomas, 1929  
*Akodon (Abrothrix) longipilis francei* Thomas, 1908  
*Akodon (Abrothrix) sanborni* Osgood, 1943  
*Akodon (Abrothrix) lanosus* Thomas, 1897

Posteriormente *Akodon (Abrothrix) longipilis* fue separado de *Akodon*, dejando en el género *Abrothrix* diez especies: *A. andinus*, *A. hershkovitzi*, *A. illutus*, *A. jelskii*, *A. lanosus*, *A. longipilis*, *A. markhami*, *A. olivaceus*, *A. sanborni* y *A. xanthorhinus* (Canto 2015).

Actualmente se indica para Chile que *A. longipilis* reúne a ocho subespecies: *A. l. longipilis*, *A. l. hirta*, *A. l. apta*, *A. l. castaneus*, *A. l. suffusa*, *A. l. moerens*, *A. l. nubila* y *A. l. francei* (Muñoz-Pedrerros y Gil 2009). Es necesario destacar que Teta y Pardiñas (2014a) consideran a *A. l. hirta* como *A. hirta* que es una especie plena dentro del grupo, apoyados por estudios morfométricos y moleculares que otorgan solidez a esta proposición.

Las variaciones fenotípicas en una especie pueden ser producto del entorno geográfico (West-Eberhard 2003) o por dimorfismo entre los sexos (Moriyama 2013).

Para el caso de *Abrothrix* Gallardo *et al.* (1988) señalaron la existencia de dimorfismo sexual en *A. longipilis*. También Teta y Pardiñas (2014a) mencionan diferencias significativas a nivel estadístico entre ambos sexos.

Por lo anteriormente expuesto la morfometría geométrica puede ayudar en el análisis de las diferencias en la forma sin las dificultades propias de las medidas lineales, que no logran capturar la forma de las estructuras analizadas (Shiaffini *et al.* 2013). Esto permite disponer de una nueva aproximación al estudio de la forma y las variaciones de la misma en una especie determinada, posibilitando evaluar si tales diferencias son resultado de la variación geográfica o del dimorfismo sexual.

A partir de la década de 1980 se ha desarrollado ampliamente la morfometría geométrica (MG), cuyo valor reside en obtener una mejor representación de las relaciones morfométricas de los especímenes mediante la exploración y análisis de la forma (Leah *et al.* 2004, Reyment 2010). Este método ha sido usado ampliamente en investigaciones taxonómicas (Zelditch *et al.* 2004; Shiaffini *et al.* 2013), evidenciando avances significativos en el estudio de las variaciones intra e interespecíficas, además de indagar en el desarrollo ontogénico de los ejemplares, así como biología evolutiva, tanto en invertebrados como vertebrados. (Klingenberg 2002; Benítez 2013; Siver *et al.* 2013).

Un ejemplo de la aplicación de MG en roedores ha sido el estudio de las trayectorias y variaciones del fenotipo en los Murinae Illiger, 1811, que analizó la plasticidad de la mandíbula en especies modernas (Renaud y Auffray 2013) o la variación morfométrica del cráneo y la evaluación de relaciones taxonómicas (Fada y Corti 2001, Macholán 2006, Morgan 2009, Bezerra y Oliveira 2010, Lu *et al.* 2014).

El presente trabajo explora un conjunto de cráneos de *Abrothrix hirta* procedentes de dos áreas geográficas de Chile (Aysén y Osorno) (Figura 1), con el objetivo de evaluar la existencia de diferencias a nivel morfométrico y determinar si estas son producto del dimorfismo sexual o debido a su origen geográfico.

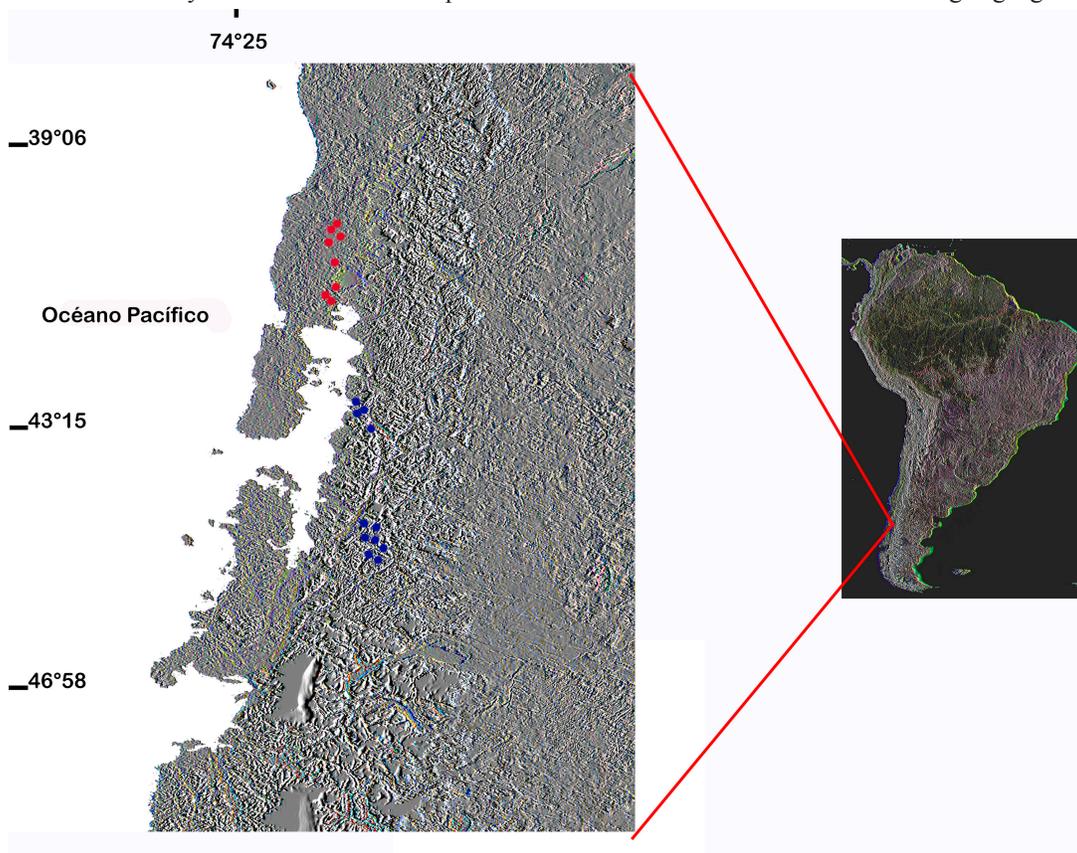


FIGURA 1. Mapa de distribución de los ejemplares de *Abrothrix hirta* revisados en este trabajo

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 107 cráneos asignados a *Abrothrix hirta* depositados en la Colección de Mastozoología del Museo Nacional de Historia Natural (Suplemento 1) los que originalmente fueron determinados como *A. longipilis*. Posteriormente, de acuerdo a la revisión de la diagnosis de la especie y su distribución, se reasignaron a *Abrothrix hirta* (Teta y Pardiñas 2014a). Todos los ejemplares estudiados son adultos y se

adoptaron las categorizaciones de desgaste dental entre edades de tres a seis, de acuerdo a Teta y Pardiñas (2014a). Los ejemplares fueron agrupados en dos categorías de procedencia: Osorno (reúne a ejemplares de Llanquihue, Puerto Octay y Puerto Montt) y Aysén (considera a especímenes de Chaitén, Queulat y Lago Verde). La captura fotográfica, el ingreso de los landmarks y la medición fueron realizadas por un observador único a fin de eliminar el error interobservador. Sólo se analizaron los cráneos que presentaron un estado de conservación que permitiera la obtención de medidas y la asignación de landmark. Las fotografías de los cráneos en vista dorsal, lateral y ventral fueron obtenidas con una máquina Canon EOS Rebel T con una resolución de 12 megapíxeles. Se analizaron en total 59 machos y 43 hembras en vista dorsal, 60 machos y 41 hembras en vista lateral y 60 machos y 38 hembras en vista ventral. Para la digitalización se consideraron los hitos de acuerdo a la definición de Toro *et al.* (2010) del Tipo I (son puntos anatómicos que consideran la intersección de tres estructuras, y/o intersecciones de curvas) y del Tipo II (son puntos ubicados en curvaturas máximas, donde existe aplicación de fuerzas biomecánicas (Molen *et al.* 2007), véase Figuras 2a, b y c. El proceso de digitalización se efectuó con el programa tpsDig2 v. 2.21 64 bits (Rohlf, 2015a). Se generó una matriz de Covarianza para cada vista craneal. Las coordenadas fueron alineadas con el Análisis Generalizado de Procrustes (GPA) con el software tpsRelw v 1.59 64 bits (Rohlf, 2015b), eliminando de esta manera los efectos de la traslación, rotación y escala.

Con la finalidad de evaluar las cantidades relativas de variación entre individuos se aplicó un ANOVA de Procrustes agrupados por categoría. Para determinar si la variación de la forma del conjunto de datos es lo suficientemente pequeña para permitir el tratamiento estadístico de la matriz de medidas no lineales, se utilizó el programa tpsSmall v1.33 64 (Rohlf 2015b). Para evaluar las diferencias entre los individuos se aplicó la función de análisis discriminante (AFD) en base a su agrupación en las categorías

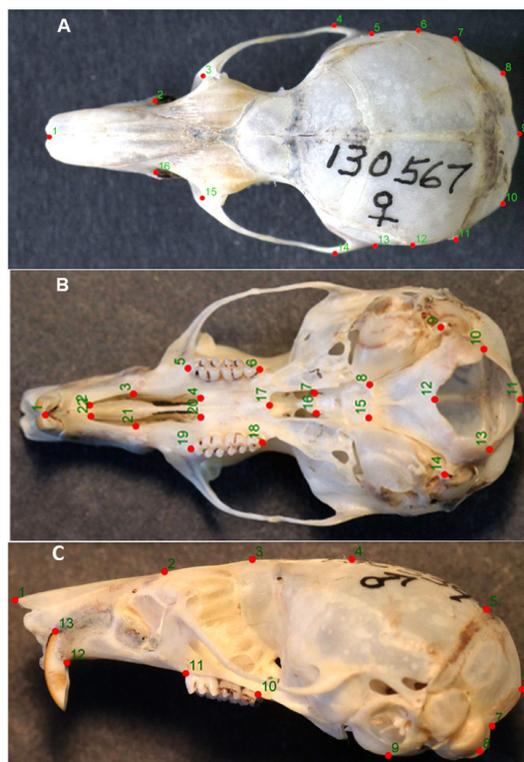


FIGURA 2. Vistas dorsal, lateral y ventral de los puntos landmarks utilizados en *Abrothrix hirta*

sexo y origen geográfico (Strauss 1985), dado que este procedimiento es usado regularmente en estudios de diferenciación geográfica y en el análisis de especies (Lessa y Patton 1989; Mora *et al.* 2013). El análisis de variación canónica (AVC) se utilizó para la comparación simultánea de las categorías sexo y origen geográfico para el total de la muestra para cada plano (dorsal, lateral y ventral) de las diferencias entre sexos y el origen geográfico en base a morfometría geométrica. Los análisis se efectuaron con el software MorphoJ v 1.05a (Klingenberg 2011). Para verificar la distribución normal de los datos se aplicó una prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Para las mediciones lineales, propias de la morfometría tradicional, se consideraron sólo 78 ejemplares que permitían la adecuada toma de datos (cráneos completos, sin deformación y/o fragmentación de puntos de medida). Se trabajó con las 14 medidas de acuerdo a Teta y Pardiñas (2014a): longitud total del cráneo (LTC); longitud cóndilobasal (LCB); longitud basal (LB); ancho cigomático (AZ); ancho de la caja craneana (ACC); longitud de los forámenes incisivos (LFI); ancho de la placa cigomática (APZ); longitud del diastema (LD); longitud de la serie molar superior (SMS); ancho de los senos frontales (ASF); ancho de los nasales (AN); ancho del rostro (AR); ancho de los senos orbitarios (AO); ancho interorbitario (AI); longitud de la mandíbula (LM); longitud condilar (LC); altura de los procesos mandibulares (APM); profundidad del ramus (PR), distancia entre el margen labial del primer molar inferior y del borde ventral del dentario, (Figura 3). Todas las medidas fueron transformadas a puntuaciones *Z* (ver Suplemento 3). Para corregir el efecto de la alometría en el tamaño en las mediciones, se adoptó el método de Burnaby (1966). Se efectuó un análisis de componentes principales (ACP) a partir de la matriz de puntuaciones estandarizadas. Se realizó un MANOVA agrupando los especímenes por las categorías sexo ( $n=33$  hembras y 45 machos) y la procedencia geográfica ( $n=67$  Osorno y 11 Aysén) a fin de evaluar si se detectan diferencias significativas. Dada la menor cantidad de ejemplares para la localidad de Aysén ( $n=11$ ) se aplicó un análisis de varianza no paramétrico (PERMANOVA) con 1000 permutaciones para evaluar el dimorfismo sexual de ambas muestras y su procedencia geográfica.

Los análisis estadísticos y representaciones gráficas se realizaron en los programas SPSS 23 y PAST 3.14

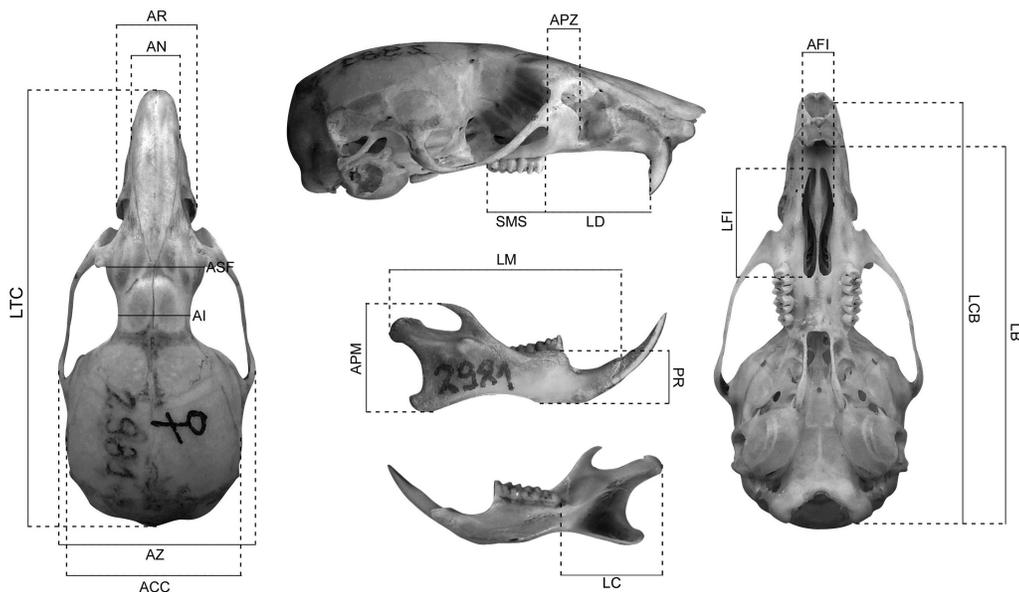


FIGURA 3. Medidas utilizadas para la morfometría tradicional en *Abrothrix hirta*, de acuerdo a Teta y Pardiñas 2014a. Las medidas consideradas son señaladas en el Suplemento 2 y 3

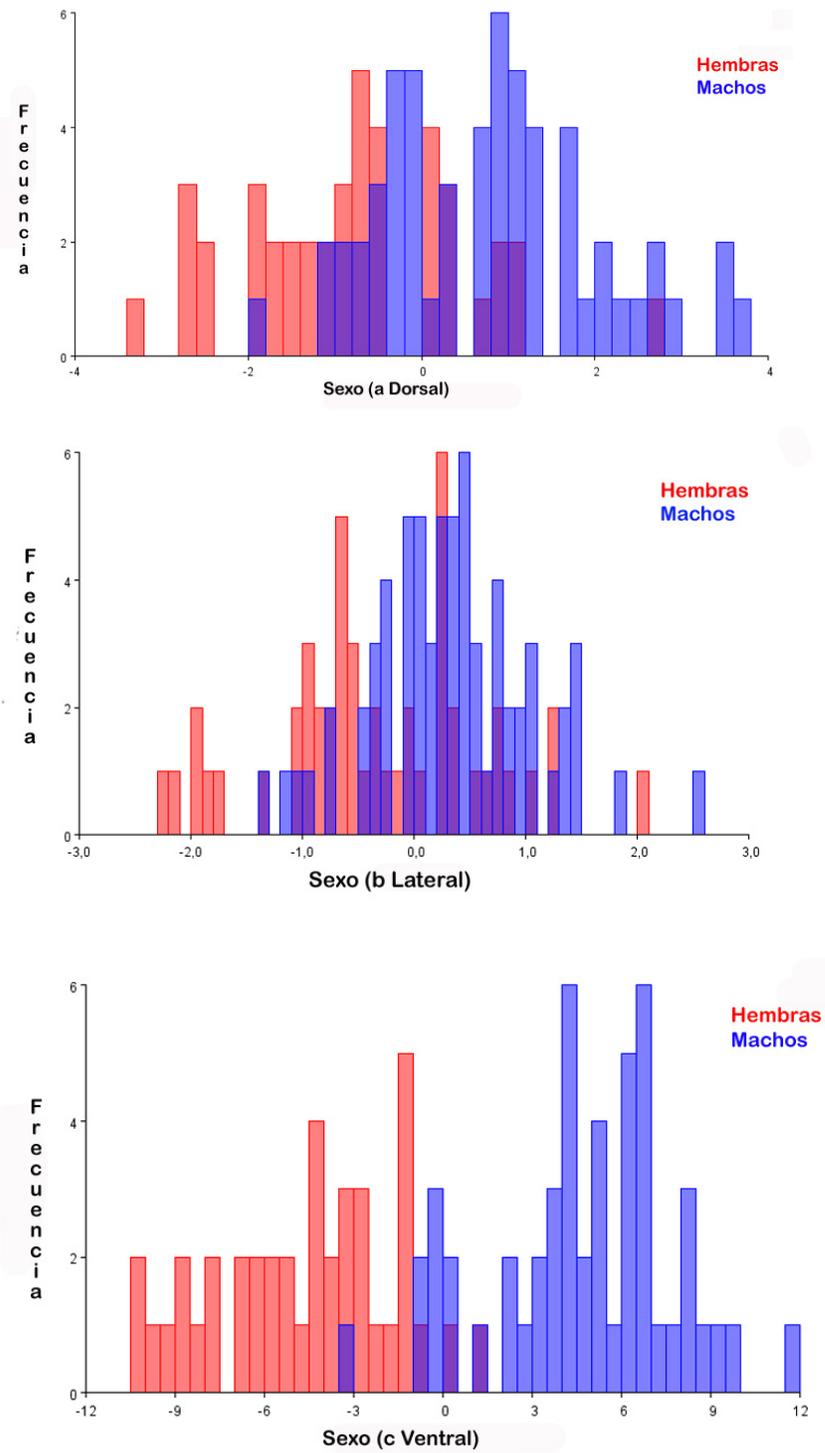


FIGURA 4. Grafico del Análisis de Función Discriminante (AFD) para vista Dorsal (A), Lateral (B) y Ventral (C) para la categoría "sexo"

## RESULTADOS

### Morfometría geométrica

Los ANOVA de Procrustes aplicados a los cráneos de *Abrothrix hirta* evidencian la existencia de diferencias significativas entre los ejemplares categorizados por origen geográfico (Aysén-Osorno) en cada plano: dorsal, lateral y ventral con un  $P < 0,0001$  (Cuadro 1a, b y c). Para la categoría “sexo” no se observan diferencias significativas para el plano dorsal ( $P = 0,9255$ , traza de Pillai 0,20  $P = 0,5024$  Cuadro 2a) y lateral ( $P = 0,9961$  traza de Pillai 0,26  $P = 0,9528$  Cuadro 2b). Sólo el plano ventral en una primera aproximación

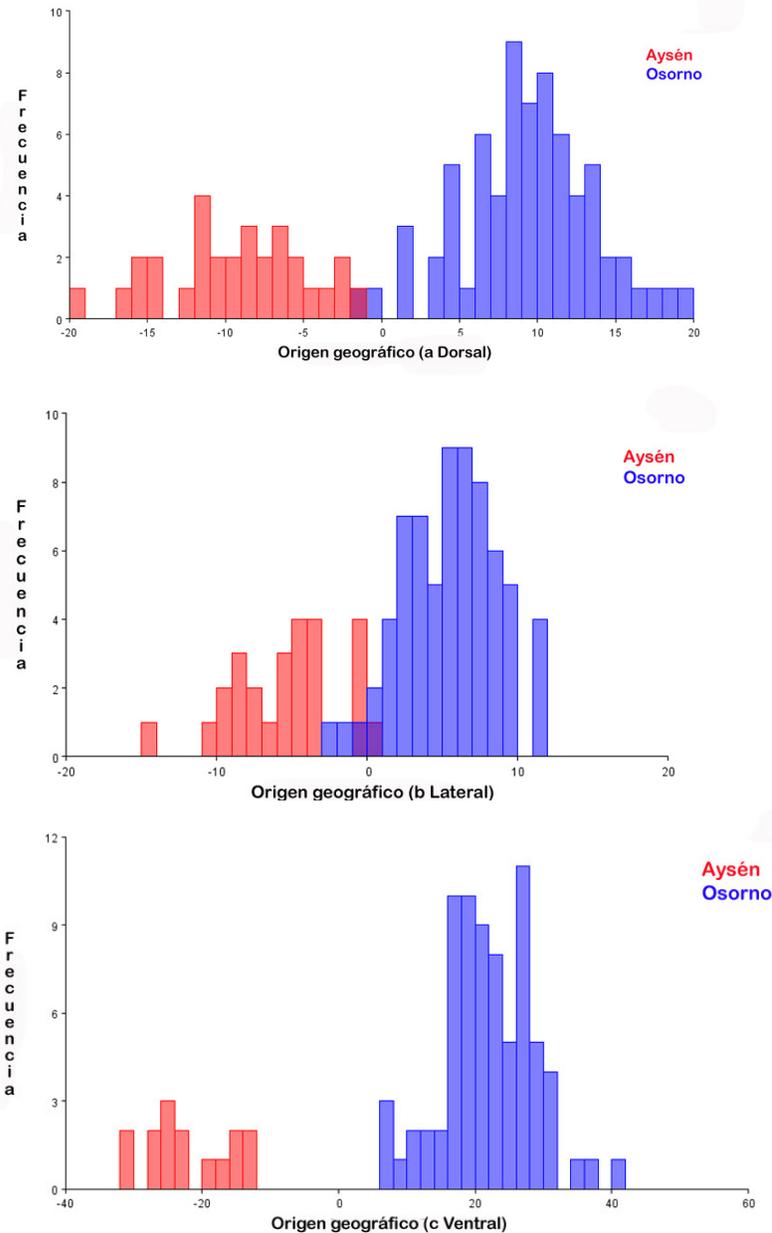


FIGURA 5. Grafico del Análisis de Función Discriminante (AFD) para vista Dorsal (A), Lateral (B) y Ventral (C) para la categoría “origen geográfico”

indicó diferencia significativa ( $P=0,00008$ , traza de Pillai  $0,70$   $P=0,1536$  Cuadro 2c), pero el valor de la traza de Pillai indica la ausencia de diferencias significativas. Este contraste presenta mayor robustez como criterio de contrastación de significación, ya que valoran todas las posibles fuentes de diferencia entre los grupos (Hair *et al.* 2004). La función de análisis discriminante (AFD) señala que no existen diferencias significativas entre machos y hembra en el cráneo para cada una de las vistas analizadas: dorsal ( $P=0,5024$ , Cuadro 3a, Figura 4a); lateral ( $P=0,0803$ , Cuadro 3b, Figura 4b) y ventral ( $P=0,1536$ , Cuadro 3c, Figura 4c). En el caso del AFD para los ejemplares en base a su procedencia geográfica, se encontraron diferencias significativas en cada una de las vistas: dorsal ( $P<0,0001$   $D^2=4,3194$  Cuadro 4a, Figura 5a); lateral ( $P<0,0001$   $D^2=7,2006$ , Cuadro 4b, Figura 5b) y ventral ( $P<0,0001$   $D^2=6,6117$  Cuadro 4c, Figura 5c). Los tratamientos conjuntos de sexo y origen geográfico mediante el análisis de variación canónica (AVC) separan claramente a los machos y hembras de Osorno y Aysén en cuatro grupos distribuidos en dos conjuntos para el plano dorsal ( $P<0,001$  Figura 6 Cuadro 5), lateral ( $P<0,001$  Figura 6 Cuadro 5) y ventral ( $P<0,001$  Figura 6 Cuadro 5).

Las principales diferencias morfológicas resultantes del AVC reflejados en coeficientes canónicos (Cuadro 5) y que se presentan gráficamente como variables canónicas (VC) permiten visualizar que estos se concentran, para el plano dorsal principalmente en los landmarks 4-14, 5-13, 6-12 y 7-11 y en menor grado en el hito 1 (Figura 6a). En la vista lateral las variaciones se destacan en las marcas 3, 4, 5, 6 que implica la altura del cráneo y el 12 y 13 con los incisivos (Figura 6b); mientras en la vista ventral (Figura 6c) los principales cambios los muestran las marcas 10, 11, 12 y 13 que representan el ancho general de la zona posterior del cráneo

### Morfometría tradicional

Las medidas lineales de cada cráneo se presentan en el material Suplementario 2 y 3. El análisis de componentes principales (ACP) indica que los dos primeros componentes explican el 65,1% de la varianza total observada (Cuadro 6 y 7, material Suplementario 4). Esto indica que las muestras agrupadas por sexo evidencian una superposición entre los ejemplares (Figura 7), mientras que el ACP por origen geográfico los agrupa con menor superposición, concentrándose los ejemplares de Aysén en el eje del Componente 2 y los de Osorno en el Componente 1 (Figura 8). Sin embargo, los MANOVA en cada categorización permitieron distinguir diferencias. Para el origen geográfico se encontraron diferencias significativas entre los ejemplares de Aysén versus Osorno ( $P=0,0001892$  Cuadro 8), mientras que en la agrupación por sexo no se evidenciaron diferencias ( $P=0,09901$ ). El PERMANOVA confirmó la existencia de diferencias significativas en el origen geográfico de los especímenes ( $P=0,0005$  Cuadro 9), mientras que por sexo no hay diferencias ( $P=0,4347$  Cuadro 10).

## DISCUSIÓN

La distribución histórica de la especie *Abrothrix hirta*, que originalmente era mencionada como *A. longipilis*, señala su máxima distribución austral hasta Tierra del Fuego (Chile) con la subespecie *Abrothrix longipilis nubila*. Tradicionalmente para Aysén se indicaba la distribución de *Abrothrix longipilis suffusa* y *A. l. apta*, mientras *A. l. apta* para el área de Osorno (Osgood 1943; Muñoz-Pedrerros y Gil 2009). Sin embargo la nueva propuesta de Teta y Pardiñas (2014a) plantea a *Abrothrix hirta* como la especie presente entre los 35° Sur hasta Tierra del Fuego para Chile, sinonimizando a *A. l. apta*, *A. l. suffusa* y *A. l. nubila*. Sin embargo estos estudios previos para las subespecies consignadas en *A. longipilis* entre la zona sur (Osorno-Puerto Montt) y la austral (Aysén) ya hacían mención a diferencias en la coloración así como variables morfométricas (Mann 1978). Según Osgood (1943) los ejemplares presentes en el área geográfica de Osorno y Aysén muestran que los primeros serían levemente más grandes y los segundos más pequeños, condición presente en los especímenes analizados en este trabajo (Cuadro 1 por ejemplo LTC y LB).

De la exploración de los datos a través de la morfometría geométrica se determinó una diferencia significativa entre los especímenes de *A. hirta* de Aysén y Osorno de acuerdo a la función de análisis discriminante (AFD) y los análisis de variación canónica (AVC). Para el caso de las variables métricas, los resultados de los MANOVA y PERMANOVA también fueron consistentes en las diferencias entre las

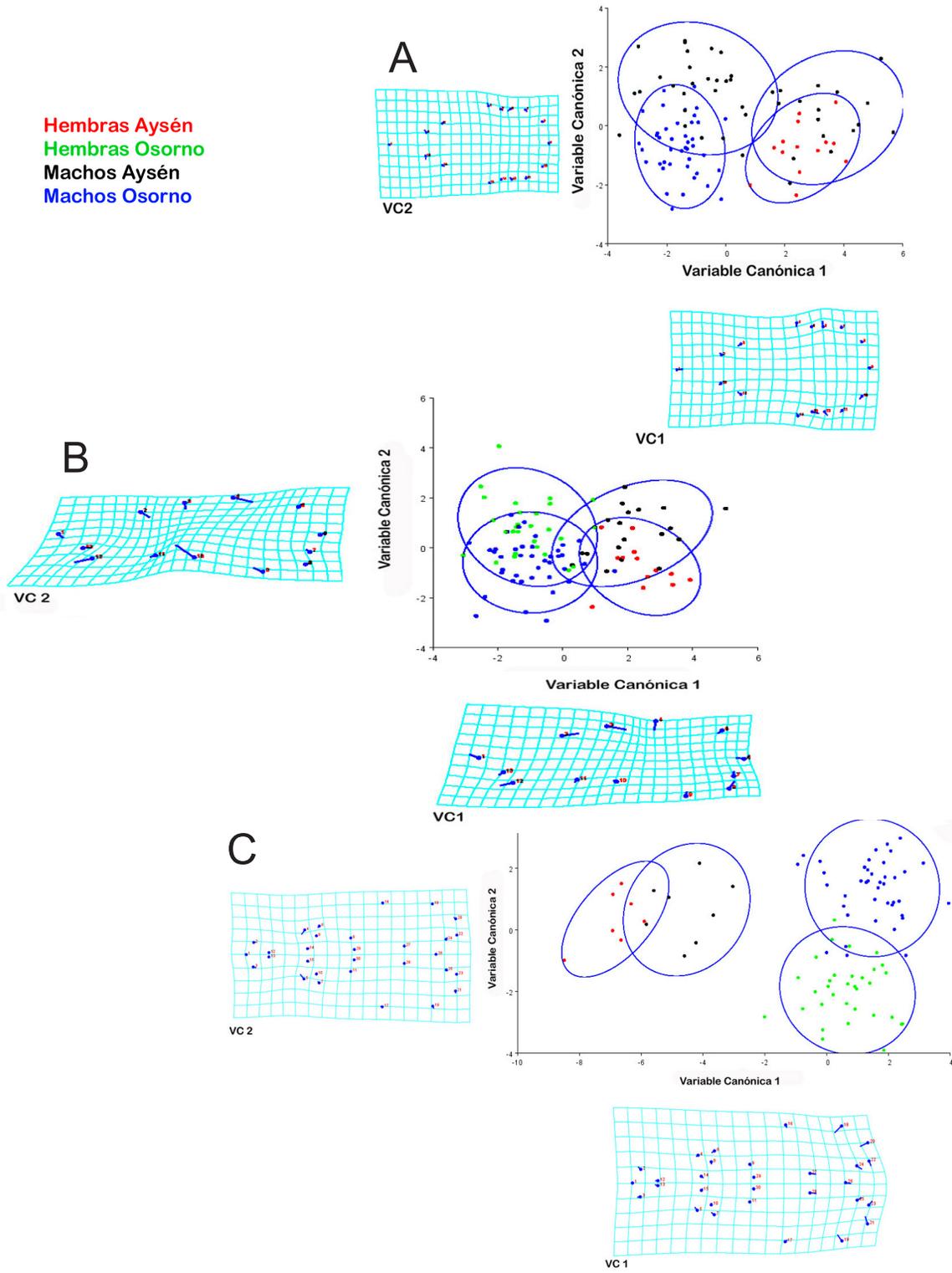


FIGURA 6. Grafico del Análisis de Variación Canónica (AVC) para vista Dorsal (A), Lateral (B) y Ventral (C).

localidades, así como la ausencia de diferencias significativas a nivel de sexo. El análisis de Componentes Principales revela que en la categoría “sexo”, la superposición de los datos contenidos en los Componentes 1 y 2 no hay diferencias en los tamaños de los machos y las hembras, lo que interpretamos como ausencia de dimorfismo sexual en base al tamaño en ambas localidades (Figura 7), mientras que en la categoría por origen geográfico se observa que existe una leve tendencia a la segregación de dos conjuntos de puntos con cierta sobreposición, que este caso deberían ser atribuidas al tamaño de acuerdo al origen geográfico (Figura 8). Estas diferencias de alguna manera se corresponderían con las ya señaladas por Osgood (1943) y Mann (1978), en esta especie con la nomenclatura taxonómica anterior.

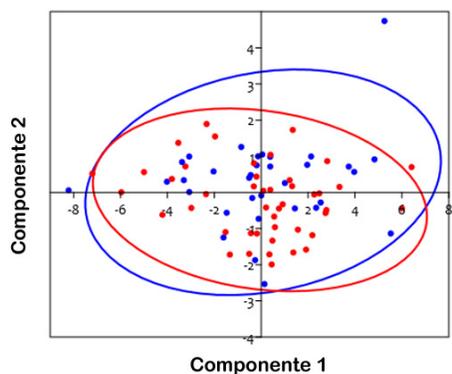


FIGURA 7. Gráfico del Análisis de Componentes Principales (ACP), Componente 1 y Componente 2 de los especímenes de *Abrothrix hirta* agrupados por la categoría “sexo”. Puntos rojos: hembras; azules: machos

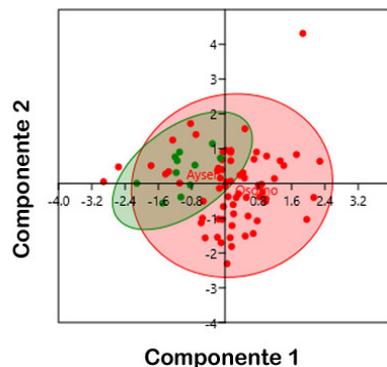


FIGURA 8. Gráfico del Análisis de Componentes Principales (ACP), Componente 1 y Componente 2 de los especímenes de *Abrothrix hirta* agrupados por la categoría “origen geográfico”. Puntos verdes: Aysén; rojos: machos

La principal diferencia entre los grupos de origen geográfico distinto es atribuida al tamaño, condición que se refleja en las variables métricas de longitudes (Suplemento 2) y las contribuciones de los Componentes 1 y 2 del ACP (Cuadros 6 y 7). La variable LB es la de mayor importancia seguida por LTC (Cuadro 7). Éstas pueden ser interpretadas como la presencia de heterocronías en el desarrollo del cráneo, como ya había sido anticipado por Spotorno *et al.* (1990). Además es necesario considerar que el tamaño corporal tiene un efecto en la variación de la mandíbulas en los roedores (Atchley 1993), lo que da sustento a las diferencias observadas en el tamaño como dimensión de variación (Suplemento 4).

Las diferencias anteriores son evidenciadas en las variables canónicas de los AVC (Figura 6, a b y c) dadas principalmente en una variación en la zona postero-medio del cráneo (frontal y parietal), a nivel del interparietal en vista lateral y del mastoideo y el petrosal en vista dorsal. Dichas estructuras señaladas

se relacionan en su conjunto con la biomecánica implicada en la masticación y la fuerza ejercida a nivel del cuello (Cox *et al.* 2012), lo que se podría explicar por diferencias en la dieta de *A. hirta* entre ambas áreas geográficas, caracterizadas por presentar distintas formaciones vegetacionales. De hecho, en la zona de Aysén predominan los bosques siempreverdes templado interior de *Notofagus betuloides*, *Desfontainia spinosa*; bosque caducifolio templado andino de *Notofagus pumilio*, *Ribes cucullatum* y matorral caducifolio templado andino de *Notofagus antarctica* y *Empetrum rubrum*. Mientras que en el área de Osorno la predominancia está representada por bosque caducifolio templado de *Notofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens* y en menor grado bosque laurifolio templado interior de *Notofagus dombeyi* y *Eucryphia cordifolia* (Luebert y Pliscoff 2006).

Este estudio nos indica que no hay dimorfismo sexual como lo menciona la literatura (Gallardo *et al.* 1988), más bien las diferencias halladas entre los especímenes se enmarcarían en relación a su origen geográfico.

Estas diferencias craneales están dadas por el tamaño en ambos grupos geográficos, tanto en machos y hembras, con leves variaciones en la forma (Figura 6 a, b y c). Pueden ser producto de la acción mecánica de la mordida debido a ambientes de alimentación diferentes, que en la práctica impactan en la hipsodontia que es considerada un indicador de adaptación a condiciones más abrasivas en la dieta (Verzi 2002), lo que se traduce en una organización morfofuncional del cráneo diferencial para cada grupo geográfico. Esto último puede servir como una hipótesis de trabajo que permita orientar explicaciones de tales diferencias entre los especímenes de Osorno y Aysén.

#### AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a Herman Núñez del Museo Nacional de Historia Natural por la discusión de los alcances de los análisis estadísticos. A Guillermo D'Elia de la Universidad Austral y Pablo Teta del Centro Nacional Patagónico por su detallada revisión y aporte con comentarios que ayudaron a mejorar significativamente este manuscrito. Igualmente nuestra gratitud a los dos árbitros que contribuyeron y profundizar este trabajo. Francisca Bardí realizó las fotografías que permitieron desarrollar este trabajo. Pablo Teta nos facilitó la lámina original utilizada en la Figura 3.

Esta investigación es parte de la iniciativa del Área de Zoología de Vertebrados del Museo Nacional de Historia Natural, destinada a promover el estudio de la colección de mamíferos, a través del Fondo de Asistencia Curatorial (FAC).

#### REFERENCIAS

- ATCHLEY, W.R.  
1993 Genetic and development aspects of variability in the mammalian mandible pp 207-247. En: The skull Vol.1 Development (editado por Hanken y Hall). The University of Chicago Press, 587 p.
- BENÍTEZ, H.A.  
2013 Sexual dimorphism using geometric morphometric approach. In, H. Moriyama (ed.), Sexual Dimorphism. In-Tech, DOI:10.5772/55195.
- BEZERRA, A.M.R. y J.A. OLIVEIRA  
2010 Taxonomic implications of cranial morphometric variation in the genus *Clyomys* Thomas 1916 (Rodentia: Echimyidae). Journal of Mammalogy 91: 260-272.
- CAMARDELLA, A.R., L.M. PESSÔA y J.A. OLIVEIRA  
1998. Sexual dimorphism and age variability in cranial characters of *Oryzomys subflavus* (Wagner, 1842) (Rodentia: Sigmodontinae) from northeastern Brazil. Bonner zoologische Beiträge Bd. 48 (H1): 9-18.
- CANTO, J.  
2015 Revisión del estatus taxonómico de la laucha de pelo largo *Abrothrix longipilis castaneus* de isla Mocha. Informe proyecto FAIP 2015, Centro de investigaciones Diego Barros Arana, pags: 49-64.
- COX, P.G., E.J. RAYFIELD, M. J. FAGAN, A. HERREL, T.C. PATAKY y N. JEFFERY  
2012 Functional evolution of the feeding system in rodents. Plos One Vol 7 (4): e36299. Doi 10.1371/journal.pone.0036299.
- D'ELÍA, G., U.F.J. PARDIÑAS, P. TETA, J.L. PATTON  
2007 Definition and diagnosis of new tribe of Sigmodontine Rodents (Cricetidae: Sigmodontinae) and a revised classification of the Subfamily. Gayana 71(2): 187-194.

- FADA, C. y M. CORTI  
2001 Three-dimensional geometric morphometrics of *Arvicantis*: implications for systematics and taxonomy. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 39: 235–245. doi:10.1046/j.1439-0469.2001.00169.x.
- FAIRBAIRN, D.J.  
1987 Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 659-687.
- FORNEL, R., P. CORDEIRO-ESTRELA y T.R.O. DE FREITAS  
2010 Skull shape and size variation in *Ctenomys minutus* (Rodentia: Ctenomyidae) in geographical, chromosomal polymorphism, and environmental contexts. *Biological Journal of Linnean Society* 101: 705-720.
- GALLARDO M., G. AGUILAR y O. GOICOECHEA  
1988 Systematics of sympatric cricetid *Akodon (Abrothrix)* rodents and their taxonomic implications. *Medio Ambiente* 9(2): 65-74.
- GARCÍA, C.M., G. J.M. MOREIRA, E.R. JUSTO y L.J.M DE SANTIS  
2009 Análisis de la variabilidad craneométrica en *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae). *Mastozoología Neotropical* 16(1):69-81.
- GUZMÁN, J., J.C. ORTIZ y C. CAÑÓN.  
2015 Variación morfológica de *Oligoryzomys longicaudatus magellanicus* (Rodentia: Sigmodontinae) al oeste de los campos de hielos patagónico sur en Chile. *Mastozoología Neotropical* 22 (2): 375-384.
- HAIR, J.F., R.E. ANDERSON, R.L. TATHEM y W.C. BLACK  
2004. Análisis Multivariado. Pearson Prentice Hall 5ta edición. España 797 pp.
- HERSHKOVITZ, P.  
1962 Evolution of neotropical Cricetine rodents (Muridae) with special reference to the Phyllotine group. Chicago Natural History Museum, Fieldiana: Zoology Vol 46: 1-624.
- KLINGENBERG, C. P. 2002 Morphometrics and the role of the phenotype in studies of the evolution of developmental mechanisms. *Gene* 287:3-10.
- KLINGENBERG, C. P.  
2011 MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11: 353-357. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x.
- LEAH, M.Z., D.L. SWIDERSKI, H. D. SHEETS y W. L. FINK  
2004 Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier, Academic Press. 443 p.
- LUEBERT F. y P. PLISCOFF  
2006 Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, 316 p.
- LU, X., D. GE, L. XIA, C. HUANG y Q. YANG  
2014 Geometric morphometric study of the skull shape diversification in Sciuridae (Mammalia, Rodentia). *Integrative Zoology* Vol 9(3): 231-245 DOI 10.1111/1749-4877.12035.
- MACHOLÁN, M.  
2006 A geometric morphometric analysis of the shape of the first upper molar in mice of the genus *Mus* (Muridae, Rodentia) *Journal of Zoology*, 270: 672–681. doi:10.1111/j.1469-7998.2006.00156.x.
- MANN, G.  
1978 Los pequeños mamíferos de Chile: marsupiales, quirópteros, edentados y roedores. *Gayana, Zoología* 40: 1-342.
- MARTÍNEZ, P.A., T.F. AMADO y C.J. BIDAU  
2014 Una aproximación filogenética al estudio del dimorfismo sexual de tamaño en Felidae y la evaluación de la regla de Rensch. *Ecosistemas* 23(1): 27-36. Doi.:10.7818/ecos.2014.23-1.05
- MATĚJŮ, J. y L. KRATOCHVÍL  
2013 Sexual size dimorphism in ground squirrels (Rodentia: Sciuridae: Marmotini) does not correlate with body size and sociality. *Frontiers in Zoology* 2013:10-27.
- MOLEN, S., N. MARTÍNEZ y R. GONZÁLEZ-JOSÉ  
2007 Introducción a la morfometría geométrica. Curso Teórico – Práctico. CENPAT – CONICET 82 pág.
- MORA, M.S., M.J. KITTLEIN, A.I. VASALLO y F. J. MAPELLI  
2013 Diferenciación geográfica en caracteres de la morfología craneana en el roedor subterráneo *Ctenomys australis* (Rodentia: Ctenomyidae). *Mastozoología Neotropical* 20(1): 75-96.
- MORGAN, C.  
2009 Geometric morphometrics of the scapula of South American caviomorph rodents (Rodentia: Hystricognathi): Form, function and phylogeny. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* Vol 74(6): 497-506.

- MORIYAMA, H.  
2013 The relationship between sexually dimorphic peripheral nerves and diseases, sexual dimorphism, H. Moriyama (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/56080. Available from: <https://www.intechopen.com/books/sexual-dimorphism/the-relationship-between-sexually-dimorphic-peripheral-nerves-and-diseases>
- MUÑOZ-PEDREROS A. y C. GIL  
2009 Roedores, pp 93-157. En: Mamíferos de Chile, ediciones CEA, 571 p.
- OSGOOD, W.H.  
1943 The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 30: 1-268.
- PALMA, E., R.A. CANCINO y E. RODRÍGUEZ-SERRANO  
2010 Molecular systematic of *Abrothrix longipilis* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in Chile. Journal of Mammalogy 91(5): 1102-1111.
- PATTON, J.L., U.F.J. PARDIÑAS y G. D'ELIA  
2015 Mammals of South America. Volume 2 Rodents. The University Chicago Press. 1336 p.
- PINCHEIRA-DONOSO, D.  
2012 Selección y evolución adaptativa. Fundamentos teóricos y empíricos desde la perspectiva de los lagartos. Ediciones Universidad Católica –University of Exeter. 445 p.
- REDFORD, K. H. y J.F. EISENBERG  
1992 Mammals of the Neotropics: the Southern Cone Vol 2. Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press, 430 p.
- RENAUD, S. y J.C. AUFRAY  
2013 The direction of main phenotypic variance as a channel to evolution: cases in murine rodents. Article invite: Special Issue on virtual morphology and evolutionary morphometrics. Hystrix - Italian Journal of Mammalogy 24(1): 85-93.
- REYMENT, R.A.  
2010 Morphometrics: An Historical Essay. – In: Elewa, A.M.T. (Ed.): Morphometrics for Nonmorphometricians (Lecture Notes in Earth Sciences). 1st. Edition: 9-24, Springer, Berlin, 367 p.
- ROHLF, F.J.  
2015a tpsDig2 v. 2.21. Department of Ecology and Evolution and Department of Anthropology, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794-4364.
- ROHLF, F.J.  
2015b tpsRelw v. 1.59. Department of Ecology and Evolution and Department of Anthropology, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794-4364.
- SHIAFFINI, M.I., M. GABRIELLI, F.J. PREVOSTI, Y.P. CARDOSO, D. CASTILLO, R. BO, E. CASANAVE y M. LISARRALDE  
2013 Taxonomic status of southern South American *Conepatus* (Carnivora: Mephitidae). Zoological Journal of the Linnean Society 167: 327-344.
- SIVER, P.A., A.P. WOLFE, F.J. ROHLF, W. SHIN y B.Y. JO.  
2013 Combining geometric morphometrics, molecular phylogeny, and micropaleontology to assess evolutionary patterns in Mallomonas (Synurophyceae: Heterokontophyta). Geobiology 11:127-138.
- SPOTORNO, A., C. ZULETA y A. CORTES  
1990 Evolutionary systematic and heterochrony in *Abrothrix* species (Rodentia, Cricetidae). Evolución Biológica 4: 37-62.
- STRAUSS, R.E.  
1985 Evolutionary allometry and variation in body form in South American catfish genus *Corydoras* (Callichthyidae). Systematic Zoology 34(4): 381-396.
- SUAREZ, O.V., G.R. CUETO, F.O. KRAVETZ  
1998 Sexual dimorphism according to age in *Oxymycterus rutilans* (Rodentia, Muridae) Mastozoología Neotropical 5(2): 129-136.
- TETA, P. y U.F.J. PARDIÑAS  
2014a Variación morfológica cualitativa y cuantitativa en *Abrothrix longipilis* (Cricetidae, Sigmodontinae) Mastozoología Neotropical 21(2):291-309.
- TETA, P. y U.F.J. PARDIÑAS  
2014b Posición sistemática de *Akodon (Abrothrix) kermacki* y *A. (Ab.) magnus* (Rodentia, Cricetidae) del Plio-Pleistoceno del sudeste de Buenos Aires, Argentina. Revista Brasileira de Paleontología 17(3): 405-416.

- TORO, I.M., G. MARTÍNEZ y I. SUAZO  
2010 Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology* 28(4): 977-990.
- VERZI, D.H.  
2002 Patrones de evolución morfológica en Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae). *Mastozoología Neotropical* 9(2): 309-328.
- WEST-EBERHARD, M.J.  
2003 *Developmental plasticity and evolution*. Oxford University Press 794 p.
- YÁÑEZ, J. y F. JAKSIC  
1977 Variación con la edad en algunos caracteres morfológicos de tres poblaciones de *Akodon olivaceus* (Rodentia, Cricetidae). *Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 35: 113-120.
- ZELDITCH, M.L., SWIDERSKI, D.L., SHEETS, H.D., FINK, W.L.  
2004 *Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer*. Elsevier Academic Press, San Diego.
- ZENUTO, R, A. VASSALLO. y C. BUSCH  
2002 Comportamiento social y reproductivo del roedor subterráneo solitario *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae) en condiciones de semicautiverio. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 165-177..

## SUPLEMENTOS

Suplemento 1 Listado de especímenes: [http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458\\_archivo\\_02.pdf?binary\\_rand=4890](http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458_archivo_02.pdf?binary_rand=4890)

Suplemento 2 Valores lineales 2017\_marzo: [http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458\\_archivo\\_03.pdf?binary\\_rand=4890](http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458_archivo_03.pdf?binary_rand=4890)

Suplemento 3\_Medidas Lineales Estandarizadas\_O\_geografico\_Sexo: [http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458\\_archivo\\_04.pdf?binary\\_rand=4890](http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458_archivo_04.pdf?binary_rand=4890)

Suplemento 4 Valores del ACP medidas lineales Z 2017: [http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458\\_archivo\\_05.pdf?binary\\_rand=4890](http://engine.dibam.cl/static/cache/binaries/articles-75458_archivo_05.pdf?binary_rand=4890)

CUADRO 1a . ANOVA de Procrustes por categoría origen geográfico (vista dorsal).  
 SS, Suma de los Cuadrados Procrustes; MS, Cuadrados Medios de Procrustes; df, Grados de Libertad; *F*, Estadístico  
 F de Goodall; *P* es Probabilidad; Pillai tr, Traza de Pillai

Tamaño del Centroide (CS)						
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>	
Individual	6101,981293	6101,981293	1	0,01	0,9073	
Residual	43833418,506618	447279,780680	98			

Shape Procrustes ANOVA							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>	Pillai tr	<i>P</i>
Individual	0,01204052	0,0004300184	28	10,35	<0,0001	0,80	<0,0001
Residual	0,11401533	0,0000415508	2744				

CUADRO 1b. ANOVA de Procrustes por categoría origen geográfico (vista Lateral). Siglas como en Cuadro 1a.

Tamaño del Centroide (CS):					
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>
Individual	405046,315478	405046,315478	1	1,11	0,2940
Residual	36035265,379689	363992,579593	99		

Shape Procrustes ANOVA							
Efecto	SS	MS	Df	<i>F</i>	<i>P</i>	Pillai tr	<i>P</i>
Individual	0,02549398	0,0011588173	22	14,00	<0,0001	0,71	<0,0001
Residual	0,18023799	0,0000827539	2178				

CUADRO 1c. ANOVA de Procrustes por categoría origen geográfico (vista Ventral). Siglas como en Cuadro 1a.

Tamaño del Centroide (CS):					
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>
Individual	812361,821470	812361,821470	1	1,03	0,3128
Residual	69379201,064352	788400,012095	88		

Shape Procrustes ANOVA							
Efecto	SS	MS	Df	<i>F</i>	<i>P</i>	Pillai tr	<i>P</i>
Individual	0,01497546	0,0002674189	56	11,89	<0,0001	0,81	<0,0001
Residual	0,11078948	0,0000224816	4928				

CUADRO 2a. ANOVA de Procrustes por categoría sexo (vista dorsal). Siglas como en Cuadro 1a

Tamaño del Centroide (CS)							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>		
Individual	54082,596600	54082,596600	1	0,12	0,7286		
Residual	43785437,891311	446790,182564	98				
Shape Procrustes ANOVA							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>	Pillai tr	<i>P</i>
Individual	0,00082155	0,0000293410	28	0,64	0,9255	0,28	0,5024
Residual	0,12523430	0,0000456393	2744				

CUADRO 2b. ANOVA de Procrustes por categoría sexo (vista lateral). Siglas como en Cuadro 1a

Tamaño del Centroide (CS):							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>		
Individual	243297,555198	121648,777599	2	0,36	0,6998		
Residual	38727164,966650	339711,973392	114				
Shape Procrustes ANOVA							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>	Pillai tr	<i>P</i>
Individual	0,00204777	0,0000465402	44	0,52	0,9961	0,50	0,9528
Residual	0,22370195	0,0000891954	2508				

CUADRO 2c. ANOVA de Procrustes por categoría sexo (vista ventral). Siglas como en Cuadro 1a

Tamaño del Centroide (CS):							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>		
Individual	845,006326	845,006326	1	0,00	0,9141		
Residual	70190717,879496	797621,794085	88				
Shape Procrustes ANOVA							
Efecto	SS	MS	df	<i>F</i>	<i>P</i>	Pillai tr	<i>P</i>
Individual	0,00240586	0,0000429617	56	1,72	0,0008	0,70	0,1536
Residual	0,12335908	0,0000250323	4928				

## CUADRO 3a. Análisis Función Discriminante por categoría sexo (vista dorsal)

## Análisis de Función Discriminante (AFD) Comparación: Hembra - Macho

## Diferencia entre promedios:

Distancia Procrustes: 0,00580735  
 Distancia de Mahalanobis: 1,2492  
 $T^2$ : 38,0153;  $P$  (paramétrico): 0,5024  
 Valor  $P$  para test de permutaciones (1000):  
 Distancia Procrustes: 0,7260  
 $T^2$ : 0,4990

## Cuadro de clasificación / clasificación errónea

Grupo 1: Hembra

Grupo 2: Macho

A partir de la función discriminante: correctamente asignados

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	29	13	42
Grupo 2	20	38	58

A partir de la validación cruzada: correctamente asignados

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	20	22	42
Grupo 2	24	34	58

## CUADRO 3b. Análisis Función Discriminante por categoría sexo (vista lateral)

## Análisis de Función Discriminante (AFD) Comparación: Hembra - Macho

## Diferencia entre promedios:

Distancia Procrustes: 0,0000891954  
 Distancia de Mahalanobis: 0,9638  
 $T^2$ : 18,754222;  $P$  (paramétrico): 0,7043  
 Valor  $P$  para test de permutaciones (1000):  
 Distancia Procrustes: 0,4030  
 $T^2$ : 0,6970

## Cuadro de clasificación / clasificación errónea

Grupo 1: Hembra

Grupo 2: Macho

A partir de la función discriminante: correctamente asignados

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	27	14	41
Grupo 2	16	44	60

A partir de la validación cruzada: correctamente asignados

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	21	20	41
Grupo 2	31	29	60

## CUADRO 3c. Análisis Función Discriminante por categoría sexo (vista ventral)

## Análisis de Función Discriminante (AFD) Comparación: Hembra - Macho

## Diferencia entre promedios:

Distancia Procrustes: 0,01040498

Distancia de Mahalanobis: 3,0611

T<sup>2</sup>: 208,2269; *P* (paramétrico): 0,1536Valor *P* para test de permutaciones (1000):

Distancia Procrustes: 0,1140

T<sup>2</sup>: 0,1550

## Cuadro de clasificación / clasificación errónea

Grupo 1: Hembra

Grupo 2: Macho

A partir de la función discriminante: correctamente asignados

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	38	2	40
Grupo 2	6	44	50

A partir de la validación cruzada: correctamente asignados

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	22	18	40
Grupo 2	220	30	50

## CUADRO 4a. Análisis Función Discriminante por categoría origen geográfico (vista dorsal)

## Análisis de Función Discriminante (AFD) Comparación: Aysén - Osorno

## Diferencia entre promedios:

Distancia Procrustes: 0,02394489

Distancia de Mahalanobis: 4,3194

T<sup>2</sup>: 391,8059; *P* (paramétrico): <0,0001Valor *P* para test de permutaciones (1000):

Distancia Procrustes: &lt;0,0001

T<sup>2</sup>: <0,0001

## Cuadro de clasificación / clasificación errónea

Grupo 1: Aysén

Grupo 2: Osorno

A partir de la función discriminante: correctamente asignados

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	30	0	30
Grupo 2	2	68	70

A partir de la validación cruzada: correctamente asignados

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	27	3	30
Grupo 2	5	65	70

CUADRO 4b. Análisis Función Discriminante por categoría origen geográfico (vista lateral)  
Análisis de Función Discriminante (AFD) Comparación: Aysén - Osorno

Diferencia entre promedios:

Distancia Procrustes: 0,03425027  
Distancia de Mahalanobis: 3,3241  
 $T^2$ : 242,6587;  $P$  (paramétrico): <0,0001  
Valor  $P$  para test de permutaciones (1000):  
Distancia Procrustes: <0,0001  
 $T^2$ : <0,0001

Cuadro de clasificación / clasificación errónea

Grupo 1: Aysén

Grupo 2: Osorno

A partir de la función discriminante: correctamente asignados

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	31	1	32
Grupo 2	4	66	70
A partir de la validación cruzada: correctamente asignados			
Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	27	5	32
Grupo 2	7	63	70

CUADRO 4c. Análisis Función Discriminante por categoría origen geográfico (vista ventral)

Análisis de Función Discriminante (AFD) Comparación: Aysén - Osorno

Diferencia entre promedios:

Distancia Procrustes: 0,03461267  
Distancia de Mahalanobis: 6,6117  
 $T^2$ : 546,4329;  $P$  (paramétrico): <0,0001  
Valor  $P$  para test de permutaciones (1000):  
Distancia Procrustes: <0,0001  
 $T^2$ : <0,0001

Cuadro de clasificación / clasificación errónea

Grupo 1: Aysén

Grupo 2: Osorno

A partir de la función discriminante: correctamente asignados

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	15	0	15
Grupo 2	0	75	75
A partir de la validación cruzada: correctamente asignados			
Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Total
Grupo 1	10	5	15
Grupo 2	9	66	75

CUADRO 5. Análisis de Variación Canónica (AVC) entre Sexo y Origen Geográfico

## Grupo de observaciones

1.	Hembra, Aysén	14
2.	Hembra, Osorno	28
3.	Macho, Aysén	16
4.	Macho, Osorno	42

## Variación entre grupos, escalada por la inversa de la variación dentro del grupo

	Eigenvalues	% Varianza	% Acumulativo
1.	4,30755533	80,995	80,995
2.	0,77803087	14,629	95,624
3.	0,23270862	4,376	100,000

## Distancia entre grupo Mahalanobis:

	Hembra, Aysén	Hembra, Osorno	Macho, Aysén
Hembra, Osorno	4,1488		
Macho, Aysén	2,1026	4,5984	
Macho, Osorno	4,3133	2,0970	5,1371

Valores  $P$  para test de permutaciones (10000 rondas de permutación) para las distancias de Mahalanobis entre grupos:

El cuerpo del Cuadro muestra los valores de probabilidad.

	Hembra, Aysén	Hembra, Osorno	Macho, Aysén
Hembra, Osorno	<0,0001		
Macho, Aysén	0,2091	<0,0001	
Macho, Osorno	<0,0001	<0,0001	<0,0001

## Distancias de Procrustes entre grupos:

	Hembra, Aysén	Hembra, Osorno	Macho, Aysén
Hembra, Osorno	0,0234		
Macho, Aysén	0,0100	0,0253	
Macho, Osorno	0,0238	0,0071	0,0258

Valores  $P$  para el test de permutaciones (rondas de 10000 permutaciones) para las distancias de Procrustes entre grupos:

	Hembra, Aysén	Hembra, Osorno	Macho, Aysén
Hembra, Osorno	0,0017		
Macho, Aysén	0,7754	0,0004	
Macho, Osorno	0,0002	0,5793	<0,0001

CUADRO 5 (cont.). Coeficientes Canónicos

	VC1	VC2	VC3
x1	55,8842	23,5118	46,862
y1	12,7626	172,3888	-42,1677
x2	-74,6918	-62,9272	-29,323
y2	191,1876	-39,5202	-70,8981
x3	-27,5302	-13,6875	-84,3475
y3	-71,2542	95,2	143,3811
x4	-34,0839	-36,8538	48,3219
y4	-140,9109	108,918	106,0174
x5	11,3779	44,7214	-61,1143
y5	17,8694	-49,6766	-123,7053
x6	3,139	-51,7675	28,6702
y6	94,3738	1,8344	3,4121
x7	-12,3906	41,6532	-30,1118
y7	-97,0696	-95,3869	-85,3649
x8	-33,1618	8,5484	-89,2022
y8	-24,3551	27,7898	-57,7549
x9	93,2206	80,6897	51,0202
y9	53,6997	-7,2681	52,7536
x10	-47,2431	-85,7702	84,0305
y10	20,7648	51,867	-47,9996
x11	20,8371	-78,3773	45,225
y11	-63,7123	86,6244	54,5208
x12	18,1208	-5,9888	-39,8399
y12	11,0854	-44,55	33,1908
x13	59,7747	16,4959	78,9351
y13	-1,5077	-55,3327	-195,4054
x14	6,324	24,8451	-49,242
y14	82,2282	10,6041	167,8664
x15	-41,0345	130,9602	33,2323
y15	-15,9933	67,6147	55,5047
x16	1,4576	-36,0535	-33,1165
y16	-69,1682	-331,1066	6,6491

CUADRO 6. Eigenvalue y Varianza de los Componentes Principales extraídos de las medidas lineales de *Abrothrix hirta*

PC	Eigenvalue	% Varianza
1	7,917760	56,5550
2	1,206810	8,6201
3	0,962337	6,8738
4	0,860840	6,1489
5	0,694982	4,9642
6	0,658151	4,7011
7	0,530638	3,7903
8	0,332766	2,3769
9	0,299639	2,1403
10	0,217510	1,5536
11	0,148086	1,0578
12	0,094995	0,6785
13	0,051181	0,3656
14	0,024309	0,1736

CUADRO 7. Importancia de la variable para *Abrothrix hirta* de Osorno y Aysén en base a los 3 Componentes Principales.

Medida	Nº de variable	Potencia	Importancia
LB	5	0,917063	1
LTC	3	0,908952	2
LCB	4	0,906907	3
AZ	6	0,873530	4
AI	16	0,811133	5
ASF	15	0,743973	6
LD	10	0,740372	7
ACC	7	0,693935	8
LFI	8	0,693888	9
AR	14	0,653443	10
AN	13	0,643651	11
AFI	9	0,555618	12
SMS	11	0,515986	13
APZ	12	0,428116	14

CUADRO 8. MANOVA por Origen Geográfico y Sexo

MANOVA Origen Geográfico			
Wilks' lambda:	0,5514	Pillai trace:	0,4486
df1:	14	df1:	14
df2:	63	df2:	63
F:	3,661	F:	3,661
<i>p</i> (same):	0,0001892	<i>p</i> (same):	0,0001892

MANOVA Sexo			
Wilks' lambda:	0,7356	Pillai trace:	0,2644
df1:	14	df1:	14
df2:	63	df2:	63
F:	1,617	F:	1,617
<i>p</i> (same):	0,09901	<i>p</i> (same):	0,09901

CUADRO 9. PERMANOVA por Origen Geográfico y Sexo. SC es suma de cuadrados; df, grados de libertad; CM, cuadrados medios

PERMANOVA con 9999 permutaciones					
Fuente	SC	df	CM	F	<i>p</i>
Origen geográfico	117,72	1	117,72	5,4887	0,0005
Sexo	11,062	1	11,062	0,5158	0,4347
Interacción	-637,98	1	-637,98	-29,7450	0,8159
Residual	1587,2	74	21,449		
Total	1078	77			