

Análisis morfométrico de la variación osteológica del Pingüino de
Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en las colonias de Caleta
Valdés y Punta Tombo

Evelina Cejuela

Director: Dr. Mario A. Cozzuol

Tesis de seminario para acceder al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas

Facultad de Ciencias Naturales.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO. SEDE PUERTO MADRYN

400282



61060

A mis viejos Ana María y Juan José

A Daniel por que sin él nada de esto hubiera tenido el mismo sentido

Análisis morfométrico de la variación osteológica del Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en las colonias de Caleta Valdés y Punta Tombo

1. - INTRODUCCIÓN

Todos los pingüinos están agrupados dentro del orden Sphenisciformes que comprende una única familia (Spheniscidae) con 18 especies actuales y varias especies fósiles (Simpson 1946; Stonehouse 1975; Livezey 1989). Este orden junto a los Procelariformes, Pelecaniformes y Charadriformes constituyen un grupo especial dentro de las aves. Este grupo denominado Aves Marinas se diferencia del resto, principalmente por lo característico de sus estrategias de historia de vida. Se incluyen en el grupo todas aquellas especies que obtienen al menos parte de su alimento del mar, no solo como lo hacen las aves costeras sino que además viajando algunos kilómetros mar adentro y que reproducen en islas y áreas costeras (Furness y Monaghan 1987).

Su historia, exclusivamente austral, se extiende desde el Eoceno tardío y posiblemente hasta el Paleoceno tardío, de 45 a 55 M.a., era Cenozoica (Fordyce y Jones, 1990). En la Argentina, los pingüinos fósiles conocidos provienen de dos niveles marinos ubicados en la Patagonia. Los más antiguos son aquellos del Piso Leonense del Chubut y Santa Cruz, la mayoría de su parte basal, probablemente Oligoceno tardío a Mioceno temprano de la era Cenozoica (Cione y Tonni 1984). Se han registrado unas 11 especies distintas, que componen uno de los registros fósiles más variado y abundante a nivel mundial. En algunos niveles de la Formación Puerto Madryn (Mioceno medio) se ha exhumado recientemente restos de pingüinos que representan unas tres especies distintas.

Las especies vivientes se dividen en seis géneros: *Aptenodytes*, *Pygoscelis*, *Eudyptes*, *Megadyptes*, *Eudiptula* y *Spheniscus*. Todos están altamente especializados a un modo especial de vida. Esas especializaciones se mantienen casi inalterables desde el Eoceno (Simpson 1971).

El origen de los Sphenisciformes fue largamente discutido aunque aún se mantienen dos teorías contrapuestas; la primera de ellas sostiene que los pingüinos divergen de aves que existieron previamente a la evolución del verdadero vuelo (Menzbier 1887; Lowe 1933,1939); la segunda teoría, la de mayor consenso actual, sugiere que derivan de un antecesor volador parecido o que probablemente pertenecía al grupo de los Procelariformes: "Petreles buceadores" (Fürbringer 1888; Gregory 1935; Simpson 1946,1971a,1975,1976). Algunos autores plantean que el grupo más relacionado con los Sphenisciformes eran los Procelariformes, lo que implica un ancestro común para los dos grupos en el comienzo de la radiación de las Aves (Simpson 1971).

Los pingüinos son muy similares entre sí, pero difieren ampliamente tanto anatómica como fisiológicamente del resto de las aves. Las características más conspicuas que los distinguen son su inadaptabilidad al vuelo, las plumas con una estructura exclusiva dentro de la Clase, los huesos no neumáticos, y otras características osteológicas y fisiológicas de adaptación al buceo.

La distribución de los pingüinos actuales se limita exclusivamente al hemisferio sur, asociados a temperaturas templadas a frías. Una sola especie, el pingüino de las Galápagos (*Spheniscus mendiculus*), habita en la zona ecuatorial, y otras dos; *S. humboldti* y *S. demersus* crían cerca de los trópicos. El resto de las especies están acotados a zonas frías.

El Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), es una de las especies menos estudiadas dentro de la familia Spheniscidae, aunque recientemente y con objetivos de manejo y conservación se han comenzado a realizar estudios a nivel poblacional o de comunidad.

Las colonias reproductivas de esta especie se distribuyen sobre las costas sudamericanas tanto en el océano Atlántico como en el Pacífico debajo del paralelo 42°, aunque sus áreas de alimentación pueden encontrarse cercanas a la línea del Ecuador.

En las costas patagónicas de la Argentina, las colonias de reproducción se encuentran entre los 42° S y 54° S (Harrison 1983). Dentro de las colonias distribuidas en la provincia del Chubut, las pertenecientes a Punta Tombo y la Caleta Valdés, son las de mayor interés por diversos aspectos entre los que se destacan su tamaño, manejo y conservación.

La colonia de Punta Tombo actualmente es la mayor colonia de reproducción continental de esta especie. Esta colonia no tendría más de 114 años de antigüedad, ya que Durnford (1878) no la registró por su paso por estas costas. Se especula que esta región se habría empezado a colonizar aproximadamente en 1920, expandiéndose rápidamente en forma espacial y numérica entre los años 1940-1972 (Boersma et.al. 1990). Respecto a la variación poblacional desde 1970 hasta la actualidad, no hay un acuerdo definitivo sobre sus cifras, aunque se sugiere que podría haber un decrecimiento en el número de individuos desde entonces (Carribero com.per.).

La colonia ubicada en la Caleta Valdés está formada por tres núcleos de nidificación separados espacialmente, a los que se ha denominado núcleos de; Caleta Interna; Islas de la Caleta; y Caleta Externa. Este último núcleo parece ser muy reciente (15 años aprox.), lo que ha despertado gran interés ya que por su tamaño actual (ver descripción en área de estudio) se especula que ha experimentado un crecimiento importante en número de nidos como en superficie (Carribero et.al. 1994). Las causas de este crecimiento son hasta ahora desconocidas aunque existen dos hipótesis para su explicación; la primera sugiere que el aumento poblacional de la colonia de la Caleta Valdés es debida principalmente al reclutamiento de individuos de Punta Tombo; la segunda propone un aumento poblacional relacionado directamente a una mayor oferta trófica (Pérez, com.per.).

Sobre los estudios realizados específicamente con Pingüino de Magallanes, existen trabajos donde se ha determinado abundancia y distribución de distintas colonias de reproducción (Bowsall y MacIver 1975, Scolaro et.al. 1980, Harrison 1983, Carribero et.al. 1994), migraciones (Daciuk, 1977). A nivel de individuo, se han desarrollado distintas metodologías de sexado; Boersma y Davies (1987) determinan sexos con la observación de dilatación de la cloaca, mientras que Scolaro et.al. (1983) en la colonia de Punta Tombo y Gandini et.al. (1992) en la colonia de Cabo Vírgenes sexan mediante análisis discriminante de medidas externas. Sobre la alimentación, Gosztanyi (1984) determina la dieta en individuos de la colonia de Punta Tombo. Yorio y Boersma (1992) analizaron el efecto del disturbio humano sobre el comportamiento y éxito reproductivo. Gochfeld (1980) y Scolaro (1984) determinaron aspectos de estrategias reproductivas y mortalidad. A nivel osteológico se conoce un trabajo de Shufeldt (1901) que habla de las generalidades del conjunto de los Sphenisciformes y Livezey 1989 realiza un estudio comparativo de la morfometría de pingüinos fósiles y actuales en general.

Respecto a la morfometría de esta especie en particular, en la actualidad no se cuenta con una diagnosis basada en medidas externas o de variación osteológica que la caracterice. Los estudios osteológicos del pingüino de Magallanes, así como de la mayoría de los pingüinos, son escasos y muy raramente se ha evaluado la variabilidad intraespecífica. Este tipo de estudios no sólo aportan conocimientos sobre la biología de la especie, sino que pueden contribuir a estudios poblacionales más generales, sirviendo de base para análisis de determinación de sexos, relaciones entre poblaciones, etc.

Sobre la aplicabilidad de las diagnósis osteológica es destacable su implicancia no solo en estudios autoecológicos sino también en aspectos evolutivos. Existen diversas formas de determinar las diferencias entre poblaciones, una de ellas es determinando la frecuencia génica. Esta última es definida por Smith (1977) como un número que explica las diferencias que existen en la constitución genética de dos poblaciones, asociando esta distancia a un algoritmo con sus límites en cero e infinito (a dos poblaciones que tienen idénticas frecuencias génicas, se les atribuye una distancia igual a 0, mientras que si son completamente diferentes tienen un valor igual a ∞).

Una de las aplicaciones más frecuentes de la utilización de morfología ósea en la determinación de frecuencias génicas se encuentra cuando se pretende determinar la variabilidad de poblaciones extinguidas (Dahinten, 1988). En especies vivientes esta metodología es aplicable para determinar frecuencias génicas y variaciones poblacionales cuando la utilización de otros métodos (análisis de ADN) se hace imposible debido a su inaccesibilidad metodológica y/o económica.

En los últimos años el Pingüino de Magallanes ha despertado gran interés por parte de varios sectores. Desde el punto de vista de la conservación, los derrames por hidrocarburos y su implicancia en el status poblacional han promovido estudios ecológicos y de manejo, mientras que desde el sector turístico, las implicancias económicas han promovido su interés hacia el uso con fines turísticos de distintas colonias de reproducción a lo largo de la costa patagónica.

Si bien existen trabajos sobre la ecología de la especie, se hace necesaria la continuidad de estudios autoecológicos pero principalmente sobre aspectos básicos de su biología, tal que permitan desarrollar planes de manejo sustentable de este recurso basados en un sólido conocimiento de la especie.

En este trabajo propongo determinar la variación osteológica del Pingüino de Magallanes entre dos colonias de reproducción y discutir acerca de su implicancia sobre otros aspectos como su utilización para sexado y dinámica poblacional .

2. - OBJETIVOS

2.1.- Realizar una descripción de la variación osteológica intraespecífica del Pingüino de Magallanes (*Spheniscus maguellanicus*), considerando caracteres cuantitativos.

2.2.- Comparar la variación osteológica intrapoblacional de individuos adultos de las colonias de Caleta Valdés y Punta Tombo. Las hipótesis nula y alternativa son:

H₀: Los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés son osteologicamente iguales a los de Punta Tombo.

H₁: Los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés son osteologicamente diferentes a los de Punta Tombo.

2.3 - Poner a prueba la existencia de dimorfismo sexual a nivel osteológico dentro de cada una de las poblaciones consideradas. Las hipótesis nula y alternativa son:

H₀: Los machos son osteologicamente iguales a las hembras

H₁: Los machos son osteologicamente diferentes a las hembras

3. - MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. - Area de estudio

Los especímenes analizados en este estudio fueron coleccionados en las colonias ubicadas en Punta Tombo y en la Caleta Valdés. Estas colonias, son en cuanto a abundancia, dos de las más importantes de la Provincia del Chubut. Su selección fué realizada de acuerdo a las siguientes consideraciones:

a) Ambas disponen de un acceso sencillo y económico. Esta característica fué considerada indispensable debido que se preveía la reiteración de viajes hacia y dentro de las mismas para lograr completar el número muestral suficiente de especímenes.

b) Las colonias están separadas por una distancia suficiente como para considerarlas poblaciones aisladas. Esta condición se estableció a partir del objetivo 2.2 donde se pondrían a prueba diferencias entre individuos de las dos poblaciones.

c) Estas colonias son las más importantes en abundancia dentro de la provincia del Chubut por lo que son utilizadas con fines turísticos. Esta característica es relevante en cuanto a la incidencia de los resultados aplicados de este trabajo.

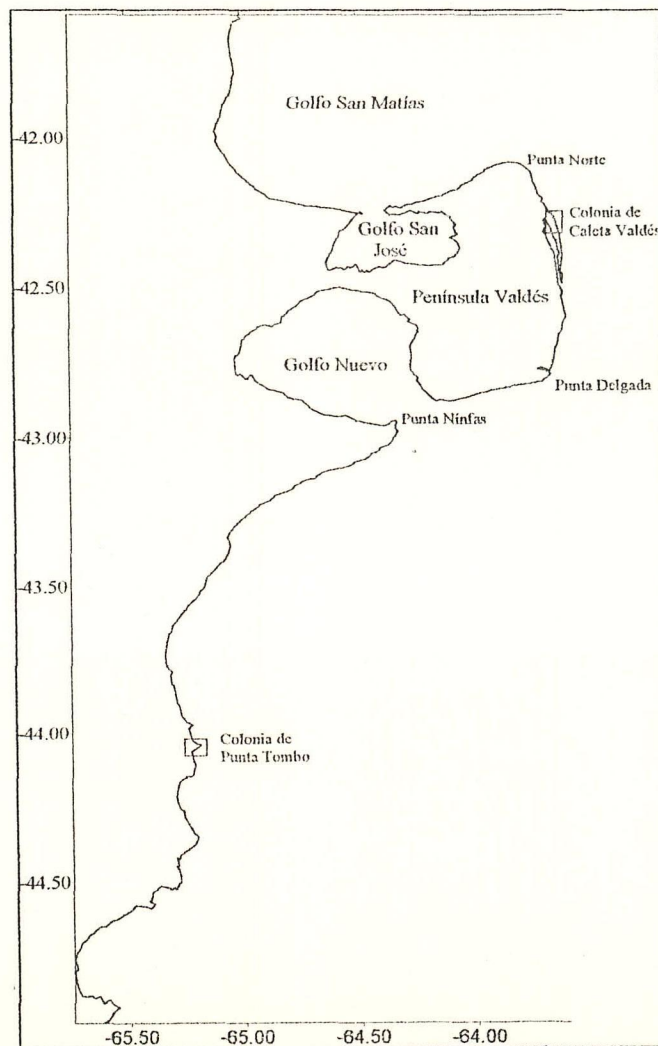


Figura 1: Mapa de ubicación de las colonias de Pinguinos de Magallanes bajo estudio

Colonia de Punta Tombo: Esta colonia está ubicada a 44°02' de latitud Sur y 65°10' de longitud Oeste (Figura 1). Se extiende desde la base de la punta que forma el extremo sur de la Bahía Janssen alargándose en sus extremos Norte y Sur. Abarca 231,3 hectáreas con diferentes densidades en la distribución de los nidos dependiendo del tipo de terreno, vegetación, predadores y distancia al mar (Scolaro 1980). En cuanto al número de individuos, es considerada como la mayor colonia de reproducción continental de *S.magellanicus*, estimándose su población en 225.000 parejas reproductivas (Boersma 1988). En cuanto a su antigüedad, aparentemente esta colonia no tendría más de 114 años (ver introducción). Esto sugiere que, pese a su tamaño, la ocupación del área sería relativamente reciente (Boersma et al. 1990). Respecto a su manejo, es una reserva provincial de fauna, con 2,5 has. de superficie designadas para el uso turístico.

Colonia de Caleta Valdés. Esta colonia está ubicada a 42°20' de latitud Sur, 63° de longitud Oeste (Figura 1). Espacialmente se encuentra sobre la espiga e islas del accidente geográfico conocido como Caleta Valdés, en la costa este de la Península Valdés. Esta caleta tiene la abertura de entrada 200 mts al norte de la Punta Cantor y se extiende 35 km hacia el norte de la mencionada abertura formando en su interior una serie de islas e islotes.

La colonia propiamente dicha está compuesta por varios núcleos de nidificación distribuidos dentro de la caleta; *Caleta Externa*, *Islas de la Caleta* y *Caleta Interna*. El asentamiento de la *Caleta Externa* está ubicado sobre el cordón litoral en la costa Este, se extiende a lo largo de 5Km de costa y su ancho varía entre 100 y 500 mts. Se estima un número 10.973 ± 1.807 nidos. El núcleo de las *Islas de la Caleta*, está ubicado principalmente en las Islas Primera y Segunda que abarcan 21 has. y tienen 13.780 nidos establecidos. El núcleo de la *Caleta Interna* se ubica sobre una franja continental con epicentro en Punta Cero extendiéndose en forma discontinua a lo largo de 4.7Km de costa. La antigüedad de la colonia es desconocida, aunque se estima que el asentamiento de individuos podría ser posterior a 1976 (Haller, com per.) Se estima un número de 1.553 nidos en total (Carribero et.al. 1994). En cuanto a su manejo, la entrada de turistas está restringida a toda la colonia con la única excepción del núcleo cercano a Punta Cero.

3.2. - Recolección de material

Se recolectaron individuos muertos en diferentes estados de preservación; animales completos, esqueletos completos, esqueletos parciales, y otras partes del cuerpo o piezas óseas aisladas. Se consideró el estado de osificación, desechando aquellas piezas que no lo hubieran completado o que estuvieran parcialmente destruidas (elementos con sectores utilizados en la diagnosis dañados o desaparecidos). Cabe destacar que el único componente del miembro anterior que se tuvo en cuenta en este trabajo fue el húmero. La razón de esto fue que los restantes elementos del ala, cuando son recolectados con el individuo muerto frecuentemente no se encuentran o están en malas condiciones. Todo el material fue recolectado en forma aleatoria espacialmente y temporalmente durante los años 1992, 1993 y 1994 en ambas colonias.

Se asume, dado el estado de osificación de los ejemplares recolectados, que la totalidad del material incluido en el presente trabajo pertenece a individuos físicamente adultos. Las aves en general y los pingüinos en particular alcanzan su madurez aproximadamente en su segundo año de vida. Esto coincide con el cambio del plumón del juvenil a la pluma definitiva del adulto. También se alcanza en este momento un tamaño definitivo. En especímenes menores a la etapa de cambio de plumón los huesos son marcadamente porosos y de epífisis mal definidas, en tanto que la osificación es completa en individuos posteriores a esa etapa. Los ejemplares considerados en este estudio pertenecen en todos los casos a este último grupo, por lo que se los considera osteológicamente adultos.

El material recolectado fué limpiado usando diferentes métodos; raspado, hervido y/o procesado con jabones enzimáticos o agua oxigenada de acuerdo al estado de los huesos en particular. Las piezas procesadas fueron identificadas y clasificadas asignando a cada ejemplar un número único dentro de la Colección Osteológica de Aves del Centro Nacional Patagónico.

3.3. - Medición de los especímenes

La terminología anatómica seguida en este trabajo se basó en la propuesta por la *Nomina Anatómica Avium*, segunda edición (Baumel y Witmer, 1993). Las medidas utilizadas fueron seleccionadas de acuerdo a lo propuesto por (Simpson 1975, 1976, Livezey 1989) En los casos en que no se pudo aplicar medidas normalizadas, se utilizaron criterios propios para la medición. Estos criterios aplicados en la selección y definición de nuevas variables se basaron en un análisis preliminar de cada medida, de modo que las mismas fueran repetibles con el menor error de muestreo posible. Los elementos o piezas utilizados fueron cráneos (17 variables), húmeros (7 vbis.), fémures (6 vbis.), fibiotarsos (6 vbis.) y tarsometatarsos (3 vbis.). Respecto a las medidas tomadas en cada pieza, estas se describen en Apéndice 1, junto a un listado de las abreviaturas utilizadas. Las medidas fueron tomadas con un calibre manual marca Zeuz Rostfrel, se tomará como unidad de medición a la décima de mm.

3.4. - Identificación preliminar de sexos

En los casos en que se disponía de cráneos completos y cuando la ranfoteca se encontraba bien preservada, previo a la limpieza definitiva del material, se procedió a tomar medidas particulares para su sexado. El método adoptado para el sexado en este trabajo es el propuesto por Scolaro et. al. (1983). Este método fué desarrollado para sexar pingüinos en la colonia de Punta Tombo, en el que por medio de técnicas de análisis discriminantes se llega a obtener la siguiente función:

$$W = (22.17 \cdot BD) + (7.73 \cdot BL) \quad C = 95.4.$$

Donde: BD= Altura del pico, BL= Largo del Pico, C = constante de comparación y W = Función discriminante. El sexo es determinado al comparar W con C. Cuando $W > C$ el individuo es considerado macho. Cuando $W < C$ el individuo es considerado hembra. Por último, si $W = C$ no se puede determinar el sexo.

3.5. - Análisis de los datos

3.5.a.- Después de realizar las mediciones antes mencionadas, las mismas fueron ingresadas en una planilla electrónica de cálculo (Quattro Pro for Windows, versión 1.0) donde los valores fueron arreglados en una matriz básica. Esta matriz estaba formada por un número determinado de columnas asignadas como variables y un número de filas asignadas como casos. Los análisis estadísticos posteriores fueron realizados mediante un software estadístico (Statistica for Windows, versión 2.0).

3.5.b.- Para realizar la descripción de la variación osteológica intraespecífica (objetivo 2.1) se realizaron análisis de tipo univariado.

Para esto se calcularon: i) estadísticas descriptivas de cada medida (variables) de los elementos considerados. Estos estadísticos fueron calculados abordando la totalidad de los datos obtenidos, es decir considerando como un pool de medidas las correspondientes a las colonias conjuntamente. Las estadísticas descriptivas calculadas fueron media (X), varianza (Var), desvío estándar (SD), error estándar (SE), valores máximos (Max), valores mínimos (Min), e intervalos de confianza (IC) para la media con 95% de confiabilidad ($p = 0.05$), para cada variable.

ii) Análisis de regresión simple. Esto se dispuso únicamente a fin de explorar gráficamente la distribución de los datos (determinar si existían agrupamientos de datos generados por una variación interpoblacional). Para esto se utilizaron las variables de las cinco piezas analizadas. En todos los casos se dispuso como variable dependiente x el largo total, y como independiente y las variables que sugerían *a priori* mayor separación entre poblaciones. La muestra correspondió a la totalidad de los datos obtenidos, es decir considerando como un pool de medidas las correspondientes a las colonias conjuntamente.

3.5.c. - Para comparar la variación osteológica interpoblacional entre las colonias de Caleta Valdés y Punta Tombo (objetivo 2.2) se realizaron análisis de tipo univariado y multivariado.

Dentro de los análisis de tipo univariado se calcularon: i) Estadísticas descriptivas y regresiones, en forma similar a los puntos 3.5.b.i y 3.5.b.ii pero considerando las muestras de cada población por separado.

ii) Análisis de la varianza de una vía (ANOVA). El propósito de este método fué poner a prueba la diferencia entre las medias de los grupos de datos (colonias) para cada una de las variables seleccionadas. Esto último a fin de determinar si alguna variable dentro de los cinco elementos analizados en una población mostraba una diferencia significativa respecto a las variables de la otra población (Punta Tombo vs. Caleta Valdés). Se trabajó con un nivel de significancia estadística $p=0.05$. Se calcularon homocedacia (Test de Barlett) y normalidad (gráficamente).

Dentro de los análisis de tipo multivariado se calcularon: iii) Análisis de Agrupamiento (Clusters). El propósito de la aplicación de este método fué determinar diferencias entre agrupaciones de casos considerando todas las variables conjuntamente. Esta técnica implica la formación de grupos (clusters) con unidades que se asocian por su grado de similitud. Dentro de la misma se utilizarán los métodos de "Joining (Tree Clustering)" y "K-Mean clustering". En este trabajo se utilizará la palabra "cluster" para referirse a los "grupos" analizados mediante estas técnicas. Debido a la mayor complejidad de este tipo de análisis se hace una mayor descripción sobre los fundamentos e implicancias del método.

Joining (Tree Clustering): este procedimiento permite obtener los resultados de una estructura taxonómica a través de un gráfico llamado fenograma. Un fenograma es un diagrama arborescente que muestra la relación o grado de similitud global entre dos o más casos (en nuestro caso, individuos). Representa relaciones fenéticas (Crisci y López Armengol 1983).

A partir de la construcción de la matriz básica (ver 3.5.a) se confeccionó una matriz de distancia. Esto sirvió para examinar simultáneamente, la similitud o distancia entre cada caso consigo mismo y con los restantes. La misma se confeccionó utilizando como coeficiente de distancia: "City-block (Manhattan) distance" (MD) que representa la diferencia promedio entre dimensiones. Se define MD como la sumatoria del valor absoluto de la diferencia entre cada estado de un carácter.

$$MD = \sum_i |x_i - y_i|$$

donde x_i = valor de x en el carácter i ; y_i = valor en y del carácter i . Este índice varía entre 0 e ∞ (siendo 0 la máxima similitud) (Crisci y López Armengol 1983).

El concepto de carácter utilizado en este estudio es el propuesto por Sneath y Sokal (1973) que lo definen como cualquier propiedad que varía en el caso en estudio.

Posteriormente se comparó la similitud entre los casos a modo de formar los núcleos de los clusters y agregar los casos restantes. La incorporación sucesiva de éstos casos se realiza mediante el cálculo de una distancia de ligamiento. Para éste análisis se utilizó un ligamiento promedio: UPGMA (Unweighted pair-group average using arithmetic averages). Se utilizó este índice ya que sirve para determinar cuando dos casos son lo suficientemente similares o

cercanos para incorporarse al mismo cluster. El índice considera que el valor de similitud entre el caso candidato a incorporarse y el núcleo es igual a una similitud promedio resultante de los valores de similitud entre el candidato y cada uno de los integrantes del núcleo (Crisci y López Armengol 1983).

K-Mean clustering: Este método se utiliza para estimar el grado de diferenciación entre un número de clusters predeterminados. El objetivo es determinar cuales clusters de los predeterminados (mediante el Joining Tree Clustering) tienen una variabilidad mínima dentro de ellos mínima cuando entre ellos es máxima. En este estudio, para calcular las distancias se empleó el coeficiente más simple, la Distancia Euclídeana (ED), definida como la distancia geométrica entre dos objetos del espacio multidimensional:

$$ED = \{ \sum_i (x_i - y_i)^2 \}^{1/2}$$

iv) Análisis de la Función Discriminante. Se aplicó esta técnica para obtener una función discriminante que permita la identificación de la colonia (Pta. Tombo o Caleta Valdés) a la que pertenece un individuo determinado. Esta técnica es usada para determinar cuales variables son las que mejor discriminan entre dos o más agrupaciones naturales. En todos los casos del presente estudio se utilizó la función discriminante para dos grupos. En el método, una vez definidos dos grupos predeterminados, los mismos se separan mediante la formación de centroides (media de cada agrupación en el espacio multidimensional). La separación de los mismos está dada por la distancia de Mahalanobis (D^2) que representa la distancia entre dos puntos en el espacio definido por n variables intercorrelacionadas (varía de 0 a ∞). Para identificar la variable que mejor separaba los grupos se utilizó el estadístico Wilks' Lambda (λ); esta índice puede tomar valores entre 0 (discriminación absoluta) y 1 (sin discriminación).

3.5.d.- Para determinar dimorfismo sexual dentro de las poblaciones consideradas (objetivo 2.3) se realizaron análisis de tipo univariado y multivariado. Se repitió la metodología empleada en los puntos 3.5.b.i, 3.5.b.ii, 3.5.c.i, 3.5.c.ii y 3.5.c.iv, pero en este fase considerando por separado los grupos de machos y de hembras.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Material recolectado:

Se recolectaron un total de 900 piezas para Punta Tombo; 60 cráneos; 240 húmeros; 250 fémures; 240 tibiotarsos y 110 tarsometatarsos. En la Caleta Valdés se coleccionaron un total de 907 piezas; 67 cráneos; 240 húmeros; 250 fémures; 240 tibiotarsos y 110 tarsometatarsos.

4.2. Identificación de sexos

Se lograron identificar, para la colonia de Punta Tombo, 9 machos y 23 hembras. En la tabla 1 se muestran los individuos sexados para esta colonia con el número de registro perteneciente a la colección de aves del CENPAT.

Tabla 1: Número de registro de los individuos sexados en la colonia de Punta Tombo

Sexo	Número de registro									
Machos	17	19	65	195	247	256	258	259	273	
Hembras	20	192	193	197	198	244	246	248	249	
	250	252	251	253	254	255	257	260	261	
	262	263	264	265	296					

Respecto a los individuos de la Caleta Valdés; en todos los casos los valores obtenidos sugerían que se trataba de hembras. Esto es atribuible a que los individuos de la Caleta Valdés son aparentemente más pequeños que los de Punta Tombo, y de esta manera sus medidas se ubican debajo de los valores de la constante (desarrollada para Punta Tombo). Una observación similar fue hecha por Gandini et. al. (1988) para la colonia de Cabo Virgenes, donde se debió recalcular la constante. Dado que este procedimiento requiere sexar al individuo vivo, la metodología no pudo llevarse a cabo en nuestros especímenes, ya que como se señaló anteriormente, en este caso se colectaron individuos muertos.

4.3. Estadísticas Descriptivas de las variables considerando ambas colonias conjuntamente.

Los resultados obtenidos de las estadísticas descriptivas se muestran en el Apéndice II. En las tablas 1,2,3,4 y 5 del mismo Apéndice se muestran los valores obtenidos para el cráneo, húmero, fémur, tibiotarso y tarsometatarso respectivamente. Estos resultados muestran una variabilidad proporcional entre las variables de todos los elementos analizados, o dicho de otro modo; todas las variables seleccionadas pueden ser utilizadas para la diagnosis ya que no existe ninguna que evidencie una variación desproporcionada respecto a las demás. Si bien no se puede concluir de estos análisis cual variable es más representativa, un examen a partir de las varianzas, desvíos estandar y error estándar proporciona en este caso una buena ayuda en el análisis exploratorio de los datos. La comparación de los intervalos de confianza para la media y los valores máximos y mínimos hicieron suponer que habría una diferencia a nivel global, entre las dos poblaciones. Esto último debido a que los valores máximos y mínimos estaban muy alejados del intervalo de confianza para la media.

4.4. Análisis de regresión de las variables considerando ambas colonias conjuntamente.

Los gráficos obtenidos a partir de los análisis de regresión de las variables que discriminaban a las colonias se presentan en el Apéndice III. Todas las variables mostraron una tendencia a discriminar las colonias. Se observó una propensión de dos nubes de puntos a separarse en el espacio bidimensional analizado. La nube que agrupa a los individuos de la Caleta Valdés tiende a desplazarse hacia la derecha, la de Punta Tombo, hacia la izquierda lo que indicaba un mayor tamaño por parte de estos últimos.

4.5. Estadísticas descriptivas de las variables considerando ambas colonias por separado.

Los resultados obtenidos de las estadísticas descriptivas se muestran en el Apéndice IV. Aquí se muestran en las tablas 2_{a,b,c,d,e} las medias y desvíos estándar para cada variable y para cada colonia. Para todos los elementos analizados y en todas las variables consideradas sin excepción se obtuvieron valores de las medias mayores en la colonia de Punta Tombo que en la colonia de la Caleta Valdés.

Al igual que lo considerado con las variables de las colonias conjuntamente, cada colonia evidenció una proporcionalidad en la dispersión de los valores entre las variables analizadas. La comparación de los intervalos de confianza para la media y los valores máximos y mínimos en este caso mostraron a los valores máximos y mínimos mucho más cercanos a los límites de intervalo de confianza.

La diferencia entre estos valores puede ser atribuida a diferentes razones: a) diferencias osteológicas atribuidas al sexo, b) variabilidad osteológica dentro de la población, c) diferencias de tamaño entre individuos de dos núcleos de nidificación dentro de una colonia.

Tabla 2_a : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en cráneos de individuos de la colonia de la Caleta Valdés y Punta Tombo.

Vbl.	Caleta Valdés			Punta Tombo		
	N	Media	SD	N	Media	SD
LBC	64	122.375	5.085	60	124.637	4.567
ANE	64	32.205	1.203	60	32.857	1.201
AFD	60	49.075	2.399	58	50.219	1.954
AE	61	46.607	2.607	60	48.047	2.173
INE	63	59.915	1.940	60	60.718	1.685
AI	64	12.009	1.108	60	12.128	1.056
LP	64	60.718	3.468	60	61.536	3.202
AFN	64	21.782	1.589	60	22.635	1.548
LPT	50	17.572	1.073	47	18.139	1.033
AFT	45	9.227	.8222	46	9.110	0.615
APL	43	19.480	1.529	51	20.275	1.695
ACB	64	18.485	.7517	60	18.758	0.857
LBCR	64	17.967	.7066	60	18.419	0.780
ACN	64	17.438	1.087	60	17.365	1.092
LMB	46	119.28	5.648	57	121.627	5.165
LPR	46	17.037	1.389	57	17.867	1.347
LAMB	56	9.797	.7717	58	10.445	0.808

Tabla 2_b : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en húmeros de individuos de la colonia de la Caleta Valdés y Punta Tombo.

Vbl	Caleta Valdés			Punta Tombo		
	N	Media	SD	N	Media	SD
LT	120	70.980	2.219	120	72.368	2.615
AIMAX	120	13.716	0.853	120	14.139	0.827
AIMIN	120	4.739	0.375	120	4.970	0.339
ISD	120	22.360	1.089	120	23.039	1.093
ASD	120	7.155	0.407	120	7.382	0.403
LC	120	19.359	0.900	120	19.850	1.108
AC	120	13.959	0.632	120	14.337	0.808

Tabla 2_c : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en fémures de individuos de la colonia de la Caleta Valdés y punta Tombo

Vbl	Caleta Valdés			Punta Tombo		
	N	Media	SD	N	Media	SD
LT	125	75.627	2.894	125	77.114	2.560
AD	125	14.728	1.018	125	15.327	0.832
LD	125	14.743	0.755	125	15.050	0.622
AP	125	11.535	0.973	125	12.188	0.732
LP	125	15.139	0.968	125	16.276	0.846
AMIN	125	7.125	0.533	125	7.471	0.502

Tabla 2_d: Estadísticas descriptivas de las variables medidas en tibiotarsos de individuos de la colonia de la Caleta Valdés y Punta Tombo.

Vbl	Caleta Valdés			Punta Tombo		
	N	Media	SD	N	Media	SD
LT	120	113.330	3.926	120	114.542	3.922
AD	120	14.460	0.783	120	14.779	0.812
LD	120	13.548	0.622	120	13.710	0.686
AP	120	11.950	0.595	120	12.205	0.688
LP	120	18.964	0.867	120	19.536	0.881
AMIN	120	6.056	0.420	120	6.191	0.339

Tabla 2_e: Estadísticas descriptivas de las variables medidas en tarsometatarsos de individuos de la colonia de la Caleta Valdés y Punta Tombo.

Vbl	Caleta Valdés			Punta Tombo		
	N	Media	SD	N	Media	SD
LT	110	33.478	1.658	110	33.478	1.625
AD	110	19.754	1.017	110	20.044	1.133
AMIN	110	15.162	0.699	110	15.284	0.759

4.6. Diferencias entre medias de las variables analizadas entre ambas poblaciones mediante ANOVA.

Los resultados de los análisis de la varianza obtenidos al comparar las medias de las variables entre ambas poblaciones se muestran en las tablas 3_{a,b,c,d,e} para los cráneos, húmeros, fémures, tibiotarsos, y tarsometatarsos respectivamente. Se asignó como variable independiente al vector que identificaba el origen de cada muestra reconociendo dos grupos (Grupo 1: Caleta Valdés, Grupo 2: Punta Tombo). Las pruebas se realizaron para $p < 0.05$, los test que fueron significativos se marcan, en las tablas con *. Los resultados completos de todos los ANOVAS realizados se muestran en el Apéndice V.

Tabla 3_a: Resultados del ANOVA para las variables de los cráneos.

Variable	Media \pm SD (N)		p
	Grupo1: C. Valdés	Grupo2: F. Tombo	
LCB	122.375 \pm 5.085 (64)	124.637 \pm 4.567 (60)	0.0104*
ANE	32.205 \pm 1.203 (64)	32.857 \pm 1.201 (60)	0.0031*
APD	49.075 \pm 2.399 (60)	50.219 \pm 1.954 (58)	0.0054*
AE	46.607 \pm 2.397 (61)	48.047 \pm 2.174 (60)	0.0012*
LNc	59.915 \pm 1.940 (63)	60.718 \pm 1.685 (60)	0.0158*
AI	12.009 \pm 1.108 (64)	12.128 \pm 1.056 (60)	0.5429
LP	60.718 \pm 3.468 (64)	61.536 \pm 3.203 (60)	0.1754
AFN	21.781 \pm 1.589 (64)	22.635 \pm 1.5483 (60)	0.0030*
LPt	17.572 \pm 1.074 (50)	18.139 \pm 1.033 (47)	0.0094*
API	9.227 \pm 0.822 (45)	9.111 \pm 0.615 (46)	0.4463
API	19.480 \pm 1.529 (43)	20.275 \pm 1.695 (51)	0.0200*
ACb	18.485 \pm 0.752 (64)	18.617 \pm 0.857 (60)	0.0617
LBCr	17.967 \pm 0.706 (64)	18.419 \pm 0.783 (60)	0.0009*
ACN	17.438 \pm 1.087 (64)	17.365 \pm 1.092 (60)	0.7084
LMb	119.287 \pm 5.065 (46)	121.627 \pm 5.165 (57)	0.0306*
LPR	17.036 \pm 1.389 (46)	17.867 \pm 1.347 (57)	0.0027*
LAMB	9.797 \pm 0.772 (56)	10.444 \pm 0.808 (58)	0.0000*

Tabla 3_b: Resultados del ANOVA para las variables de los húmeros. N= 240 (120 por grupo)

Vbl	Media \pm SD		p
	G 1: C. Valdés	G 2: P. Tombo	
LT	70.980 \pm 2.219	72.368 \pm 2.616	0.0000*
AI Max	13.716 \pm 0.853	14.139 \pm 0.827	0.0001*
AI Min	4.739 \pm 0.375	4.970 \pm 0.339	0.0000*
LSD	22.364 \pm 1.089	23.039 \pm 1.093	0.0000*
ASD	7.155 \pm 0.407	7.384 \pm 0.403	0.0000*

Tabla 3c: Resultados del ANOVA para las variables de los fémures. N= 250 (125 por grupo)

Vbl	Media \pm SD		p
	G 1: C. Valdés	G 2: P. Tombo	
LT	75.627 \pm 2.894	77.114 \pm 2.560	0.0000*
LP	14.728 \pm 1.018	15.327 \pm 0.832	0.0000*
AMIN	7.125 \pm 0.533	7.471 \pm 0.502	0.0000*

Tabla 3a: Resultados del ANOVA para las variables de los tibiotarsos. N= 240 (120 por grupo)

Vbl	Media \pm SD		p
	G 1: C. Valdés	G 2: P. Tombo	
LT	113.331 \pm 3.926	114.542 \pm 3.922	0.0176*
AD	14.460 \pm 0.783	14.779 \pm 0.813	0.0022*
LD	13.549 \pm 0.623	13.710 \pm 0.686	0.0576
AP	11.950 \pm 0.595	12.205 \pm 0.688	0.0024*
LP	18.964 \pm 0.867	19.536 \pm 0.881	0.0000*

Tabla 3c: Resultados del ANOVA para las variables de los tarsometatarsos. N= 220 (110 por grupo)

Vbl	Media \pm SD		p
	G 1: C. Valdés	G 2: P. Tombo	
LT	33.478 \pm 1.658	33.478 \pm 1.625	0.9996
AD	19.754 \pm 1.017	20.044 \pm 1.133	0.0473*
AMin	15.163 \pm 0.699	15.285 \pm 0.759	0.2165

De las 17 variables que se compararon para el cráneo todas mostraron homocedacia y normalidad. Solamente 5 (AI, LP, APt, ACb, ACN) dieron un resultado no significativo ($p > 0.05$) en el ANOVA. Para las restantes variables (12) se puede observar que las medias correspondientes a la colonia de Punta Tombo fueron más grandes que las respectivas de Caleta Valdés (tabla 2a).

Para el esqueleto poscraneano, se obtuvo del análisis de homocedacia que la prueba fue significativa para 6 variables del esqueleto poscraneano. Al no existir homogeneidad en esas medidas, no pudieron ser consideradas para un ANOVA ni para los posteriores análisis.

Respecto al húmero, de las 7 variables tomadas para de este elemento tuvieron que excluirse 2, el largo y ancho de la cabeza del húmero (LC, AC) por no presentar homogeneidad en sus medidas. En lo que respecta a las otras 5, la totalidad tuvieron medias significativamente diferentes (tabla 2b). En este elemento la alta proporción de variables que muestran tanto homocedacia como poder de discriminación es de mucha utilidad ya que el húmero es considerado uno de los elementos de mayor valor para paleontólogos y osteólogos debido a su utilidad en taxonomía (Woolfenden, 1961).

Para el fémur se examinaron 6 variables, de las que con los resultados del test de Barlett se eliminaron 3: Ancho distal (AD), Largo Distal (LD) y Ancho Proximal (AP). De las tres restantes se pudo ver que todas tuvieron medias significativamente diferentes. Al igual que en el caso de los húmeros, los resultados obtenidos para este elemento son de interés ya el fémur en particular puede considerarse como un elemento diagnóstico y que además podría reflejar modificaciones relacionadas con el hábito de la especie.

Para el tibiotarso se examinaron 6 variables, de las que con los resultados del test de Barlett se eliminó 1: Ancho Mínimo (AMin). En éste caso hubo una variable que transmitió un resultado no significativo en el ANOVA; la Longitud del extremo Distal (LD). Es interesante señalar que ésta única variable que no discriminó las dos poblaciones, dio un nivel de significancia $P = 0.0576$.

Para el tarsometatarso se examinaron 3 variables, todas mostraron normalidad y homogeneidad y una sola de ellas: el Ancho Distal (AD), fue significativa en el ANOVA. Según Woolfenden (1961), esta pieza es el mejor elemento taxonómico del miembro posterior.

El ANOVA sólo puede predecir que las medias del 66% de las variables que definen las dos poblaciones consideradas en el presente trabajo, son diferentes. Por lo que se puede inferir que las colonias de Caleta Valdés y Punta Tombo poseen características a nivel osteológico, que podrían diferenciarlas.

4.7. Análisis de agrupamiento (Clusters).

4.7.a. *Joining (Tree Clustering)*

Si bien los resultados de los ANOVAs, para cada una de las variables analizadas muestran en la mayoría de los casos que existen diferencias entre las medias de dos grupos, esto no quiere decir que los grupos identifiquen exclusivamente a una población. Atendiendo al supuesto que existiría algún tipo de diferencia entre las poblaciones de las dos colonias estudiadas, se procedió a elaboración de un fenograma (ver punto 3.5.c.ii). Cabe recordar que el objetivo de la aplicación de éste análisis fué obtener graficamente la estimación de la similitud global de cada individuo su estado dentro de la población y la tendencia a congregarse en grupos.

Los fenogramas obtenidos se presentan en el Apéndice VI. Para su construcción de tomaron variables pertenecientes solamente a los cráneos, debido a que las distancias de ligamiento entre los elementos del poscráneo son muy pequeñas y no permitieron una representación gráfica adecuada. Aún así se realizaron los mismos tipos de fenogramas considerando los elementos del poscráneo separadamente de los cráneos. Las distancias de ligamiento entre ellos son muy pequeñas (niveles de similitud muy grandes) y no se logran diferenciar los grupos graficamente.

De las variables del cráneo las que permitieron mayor diferenciación fueron 13: LBC, ANE, APD, AE, LNE, AI, LP, AFN, ACE, LBCR, LMB, LPR Y LAMB. Las mismas variables fueron consideradas, posteriormente, para la construcción de clusters.

El figura 1 (Apéndice VI) que representa los cráneos totales muestra la separación general de dos grupos. Son los que se originaron a bajos niveles de similitud. Dentro de estos dos grandes grupos se ve que hay subgrupos cada vez más pequeños (crece el nivel de similitud). Se ve que hay una distribución heterogénea de los individuos dentro de los grupos mayores.

Los figuras 2y3 (Apéndice VI) representando a los cráneos de Caleta Valdés y Punta Tombo respectivamente, muestran resultados similares al anterior: la formación de dos grandes grupos separados a bajos grados de similitud.

4.7.b. *K-Mean Clustering*

Como ya se expuso anteriormente el objetivo de este método fué asignar los casos a un número de clusters predeterminados a fin de minimizar la variabilidad dentro de ellos y maximizarla entre los grupos. En las Tablas 4_{a,b,c,d,e} se muestran los resultados obtenidos. Se precisan aquí las medias de cada cluster para cada variable, la composición de cada cluster medido como número de individuos perteneciente a cada colonia, el porcentaje al que contribuye en el mismo y un nivel de significancia (p) que corresponde a un ANOVA de los clusters. Los resultados completos de éste análisis se presentan en el Apéndice VII.

El número de clusters que se requirió para cada grupo se hizo basado en el examen de los gráficos 1,2 y 3 del Apéndice VI.

En las Tablas 4_{a,b,c,d,e} se representan las medias de cada variable discriminadas por cluster. Se muestra la composición de cada uno de ellos en número de casos, para cada colonia y en porcentajes, el aporte de los casos de cada colonia al cluster correspondiente.

Tabla 4_a: Análisis de clusters de los cráneos. Medias (X) para cada variable discriminadas por cluster. Composición de cada cluster en número de casos (N). Porcentajes del aporte de los casos de cada colonia al cluster correspondiente (%).

Vbl	Clust1(X)	Clust2(X)	Clust3(X)	Clust4(X)	P
LBC	130.101	125.635	120.645	115.829	0.00
ANE	33.427	33.115	31.911	31.319	.000
APD	51.277	51.155	48.212	46.825	.000
AE	49.856	48.859	45.375	44.306	.000
LNE	62.359	61.155	59.368	58.005	.000
AI	12.505	12.686	11.523	10.895	.054
LP	65.027	62.254	59.862	55.591	.000
AFN	23.313	23.506	21.135	19.861	.000
ACE	19.412	19.014	18.063	17.599	.000
LBCR	18.791	18.410	17.906	17.627	.000
LMB	127.694	122.840	117.496	112.244	.000
LPR	18.767	18.129	16.764	15.861	.000
LAMB	10.677	10.552	9.706	9.365	.000

	Punta Tombo		Caleta Valdés	
	N	%	N	%
Cluster1	13	68.42	6	31.58
Cluster2	25	65.78	13	34.21
Cluster3	12	48	13	52
Cluster4	6	32.29	11	64.71

Tabla 4_b: Análisis de clusters de los húmeros. Medias (X) para cada variable discriminadas por cluster. Composición de cada cluster en número de casos (N). Porcentajes del aporte de los casos de cada colonia al cluster correspondiente (%).

Vbl	Clust1(X)	Clust2(X)	P
LT	73.73967	69.71011	0.000
A1MAX	14.51248	13.37106	0.000
A1MIN	5.02103	4.69715	0.000
LSD	23.52188	21.92162	0.000
ASD	7.51598	7.03545	0.000

	Punta Tombo		Caleta Valdés	
	N	%	N	%
Cluster1	78	62.9	46	37.09
Cluster2	42	36.2	74	63.69

Tabla 4_c: Análisis de clusters de los fémures. Medias (X) para cada variable discriminadas por cluster. Composición de cada cluster en número de casos (N). Porcentajes del aporte de los casos de cada colonia al cluster correspondiente (%).

Vbl	Clust1(X)	Clust2(X)	P
LT	78.71252	74.209	0.000
LP	16.296	15.165	0.000
AMIN	7.516	7.096	0.000

	Punta Tombo		Caleta Valdés	
	N	%	N	%
Cluster1	74	61.67	46	38.33
Cluster2	51	39.23	79	60.77

Tabla 4_d: Análisis de clusters de los tibiotarsos. Medias (X) para cada variable discriminadas por cluster. Composición de cada cluster en número de casos (N). Porcentajes del aporte de los casos de cada colonia al cluster correspondiente (%).

Vbl	Clust1(X)	Clust2(X)	P
LT	117.44	111.02	0.000
AD	15.132	14.176	0.000
LD	14.018	13.306	0.000
AP	12.498	11.728	0.000
LP	19.740	18.843	0.000

	Punta Tombo		Caleta Valdés	
	N	%	N	%
Cluster1	68	62.39	40	37.61
Cluster2	52	38.93	80	61.07

Tabla 4_e: Análisis de clusters de los tarsometatarsos. Medias (X) para cada variable discriminadas por cluster. Composición de cada cluster en número de casos (N). Porcentajes del aporte de los casos de cada colonia al cluster correspondiente (%).

Vbl	Clust1(X)	Clust2(X)	P
LT	34.854	32.289	.000
AD	20.654	19.248	.000
APMIN	15.717	14.797	.000

	Punta Tombo		Caleta Valdés	
	N	%	N	%
Cluster1	51	50	51	50
Cluster2	60	50	60	50

Para los cráneos tomados a nivel global se requirieron 4 clusters. La composición porcentual de los mismos (tabla 4_a), muestra que para los clusters 1 y 2 la proporción fue aprox. 65% de individuos de Punta Tombo contra 35% de Caleta Valdés. Los clusters 1 y 2 corresponden a los valores mayores de las medias de todas las variables. El cluster 3 se dividió en un 48% de individuos de Punta Tombo y un 52% de Caleta Valdés. El cluster 2 bajó la proporción de individuos de Punta Tombo a un 35% elevándose la contribución de los de Caleta Valdés a un 64%. Las medias de las medidas consideradas para esta último cluster, fueron las más bajas.. Las distancias Euclídeanas (ED) entre los centroides de cada cluster muestran con claridad la separación entre cada uno de ellos (Apéndice VII, tabla 1_b). Del análisis de las estadísticas descriptivas para cada cluster, reseñadas en el Apéndice VII tabla 1_a, se puede concluir que todas las variables contribuyen con igual peso a ubicar los individuos en los clusters requeridos. Solamente un ANOVA realizado para los cluster (Apéndice VII, tabla 1_c) dió un resultado no significativo en una variable: ancho Interorbitario (AI). Por lo que las medias de esta variable correspondientes a cada cluster, no son diferentes al grado de poder diferenciarse entre los mismos.

Para el esqueleto poscraneano no se elaboró un fenograma. Sin embargo utilizando los resultados de los ANOVA (calculados en el punto 4.6) se decidió solicitar dos clusters para cada elemento.

Tanto en húmeros, fémures como en tibiotarsos (tablas 4_{b,c,d}) las composición porcentual de los clusters fue aproximadamente: 63% de individuos de Punta Tombo contra 37% de Caleta Valdés para los cluster 1(cluster con las mayores medias). Los clusters 2 presentaron en general un 38% de individuos de Punta Tombo y un 61% de Caleta Valdés. Las distancias Euclídeanas entre los centroides de los dos clusters requeridos para los húmeros, fémures y tibiotarsos rondaron el mismo valor (4.830, 4.956 y 6.647 respectivamente).

Respecto al tarsometatarso, este mostró para los dos clusters solicitados, la misma composición. Ambos tuvieron un 50% de individuos de Punta Tombo y un 50% de Caleta

Valdés. La distancia Euclídeana en este caso fue menor a las obtenidas en promedio para el resto de los elementos poscraneos (3.066).

Los niveles de significancia del ANOVA de los cluster (Apéndice VII, tablas 2_c, 3_c, 4_c, 5_c), para todos los elementos del poscraneo y para todas las variables tuvieron valores significativamente diferentes entre las medias.

De los resultados de la aplicación del Análisis de Agrupamientos para el esqueleto poscraneano se puede predecir que los grupos de Caleta Valdés y Punta Tombo están definidos por una combinación de variables que difieren entre ellas en un alto porcentaje.

4.8 Análisis de la función discriminante.

Los resultados completos de este análisis se detallan en el Apéndice VIII. En las tablas 5_{a,b,c,d,e} se expone la matriz de clasificación a la que se asignó el porcentaje de casos correctamente clasificados para cada grupo (%), y el número de casos correctamente clasificados para cada grupo (mediante la función que se construye en base a las variables proporcionadas). La última columna muestra un indicador de la separación entre los centroides de los grupos expresado por la distancia de Mahalanobis (D²).

Tabla 5_a : Matriz de Clasificación para cráneos: filas: clasificaciones observadas, columnas: clasificaciones esperadas. D² : distancia de Mahalanobis entre centroides.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²
Grupo1	65.116	28	15	1.294
Grupo2	75.000	14	42	
Total	70.707	42	57	

Tabla 5_b : Matriz de Clasificación para húmeros: filas: clasificaciones observadas, columnas: clasificaciones esperadas. D² : distancia de Mahalanobis entre centroides.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²
Grupo1	65.833	79	41	0.565
Grupo2	66.666	40	80	
Total	66.250	119	121	

Tabla 5_c : Matriz de Clasificación para fémures: filas: clasificaciones observadas, columnas: clasificaciones esperadas. D² : distancia de Mahalanobis entre centroides.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²
Grupo1	77.6	97	28	1.607
Grupo2	74.4	32	93	
Total	76.0	129	121	

Tabla 5_d : Matriz de Clasificación para tibiotarsos : filas: clasificaciones observadas, columnas: clasificaciones esperadas. D² : distancia de Mahalanobis entre centroides.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²
Grupo1	63.333	76	44	0.490
Grupo2	67.500	39	81	
Total	65.416	115	125	

Tabla 5_e : Matriz de Clasificación para tarsometatarsos: filas: clasificaciones observadas, columnas: clasificaciones esperadas. D² : distancia de Mahalanobis entre centroides.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²
Grupo1	56.364	62	48	0.129
Grupo2	55.963	48	61	
Total	55.909	110	109	

En el Apéndice VIII, las tablas 1_a, 2_a, 3_a, 4_a, 5_a muestran el F obtenido para la distancia de Mahalanobis y el respectivo nivel de significancia para cada elemento. Las tablas 1_b, 2_b, 3_b, 4_b, 5_b del mismo Apéndice muestran los coeficientes de la función discriminante, construída en base a las variables consideradas, y el estadístico Wilks' Lambda (λ).

En base a las tablas 5_a, b, c, d, e que muestran la matriz de clasificación para la función discriminante de todos los elementos considerados, podemos ver que los porcentajes de casos correctamente clasificados varían entre un mínimo de 55% para los tarsometatarsos y un 76% máximo para los fémures.

Las distancias de Mahalanobis obtenidas para cada grupo (D^2) fueron significativas ($p < 0.05$) para todos los elementos a excepción de los tarsometatarsos. Respecto a los resultados del estadístico Wilks' Lambda (λ), en todos los casos que se consideraron se obtuvieron valores de λ muy altos. Para los cráneos, estos valores se mantuvieron en el orden de 0.7 para todas las variables, lo que significa que todas aportan en la misma proporción a la discriminación de los grupos y que además no tienen un gran poder de discriminación. Para los húmeros sucede algo similar con valores cercanos a 0.8. Los valores de Wilks' λ calculados para los fémures indican que el largo total (LT) y el ancho mínimo (AMin), discriminan mejor que el largo proximal (LP), pero en todos los casos tienen valores muy altos de λ (0.65 para LT y AMin y 0.83 para LP). Las variables consideradas para los tibiotarsos y tarsometatarsos muestran valores de Wilks' λ muy cercanos a 1.

En resumen, los porcentajes de clasificación mostrados en las tablas 5_a, b, c, d, e son considerados bajos para la construcción de una función que discrimine los dos grupos y los valores de Wilks' Lambda (λ) para todas las variables son altos indicando que no hay una variable que muestre diferencias significativas entre los grupos.

4.9. Estadísticas descriptivas de las variables considerando los sexos separadamente.

Los estadísticas descriptivas de las variables de los individuos sexados (9 machos y 23 hembras, provenientes de la colonia de Punta Tombo) se presentan en la tabla 6. En el Apéndice IX se muestra la representación completa de las Estadísticas Descriptivas de cada una de las agrupaciones. Para el análisis solo fueron tomados en cuenta los cráneos ya que no se contaba con un número suficiente de esqueletos completos o elementos articulados de los individuos identificados.

Tabla 6: Estadísticas descriptivas ($\bar{X} \pm SD$, N) para las variables seleccionadas de cráneos de individuos de la colonia de Punta Tombo, identificados como machos y hembras.

Vbl	Machos		Hembras	
	N	$\bar{X} \pm SD$	N	$\bar{X} \pm SD$
LCB	9	127.280 ± 2.134	23	123.902 ± 5.159
ANE	9	33.311 ± 0.749	23	32.599 ± 1.428
APD	9	51.402 ± 0.797	22	49.635 ± 2.025
AE	9	48.986 ± 1.082	23	47.534 ± 2.546
LNE	9	61.480 ± 1.292	23	60.356 ± 1.690
AI	9	12.553 ± 1.122	23	11.897 ± 1.056
LP	9	62.897 ± 1.518	23	60.550 ± 3.909
AFN	9	24.215 ± 0.709	23	22.337 ± 1.724
LPT	8	19.000 ± 0.824	22	17.924 ± 0.922
APT	8	9.465 ± 0.543	21	9.061 ± 0.673
APL	8	21.222 ± 0.376	21	20.428 ± 1.771
ACB	9	19.191 ± 0.752	23	18.504 ± 1.046
LBCR	9	18.780 ± 0.621	23	18.301 ± 0.818
ACN	9	17.173 ± 1.215	23	17.112 ± 0.873
LMB	9	124.211 ± 2.927	22	120.508 ± 6.173
LPR	9	18.420 ± 0.927	22	17.478 ± 1.657
LAMB	9	11.066 ± 0.406	23	10.617 ± 0.351

De estos resultados se destaca que el valor de la media de la totalidad de las variables es mayor para los individuos clasificados como machos que para los individuos considerados como hembras.

4.10. Análisis de regresión de las variables considerando los sexos.

Los resultados se muestran gráficamente en las figuras 2, 3, 4 y 5.

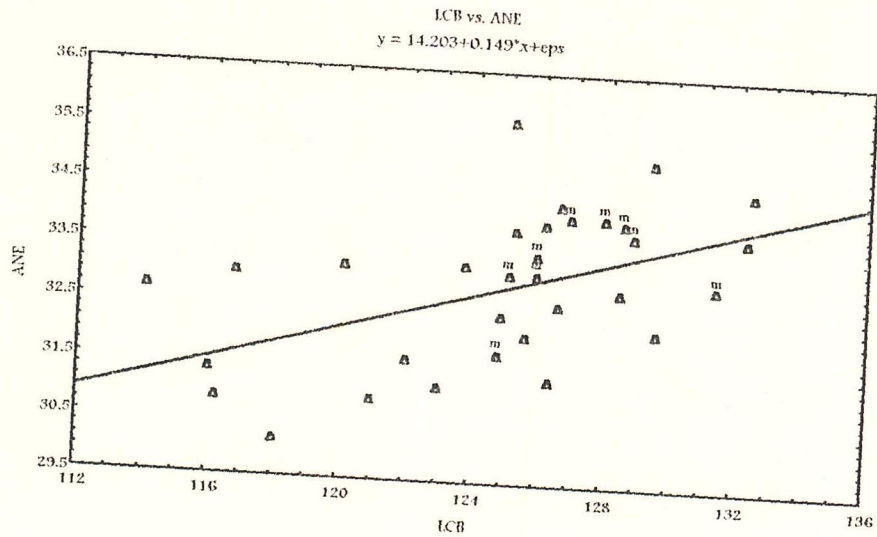


Figura 2: Regresión de la variable LCB vs. ANE. Se señala con *m* a los individuos sexados como machos, se presentan sin referencia a los individuos sexados como hembras.

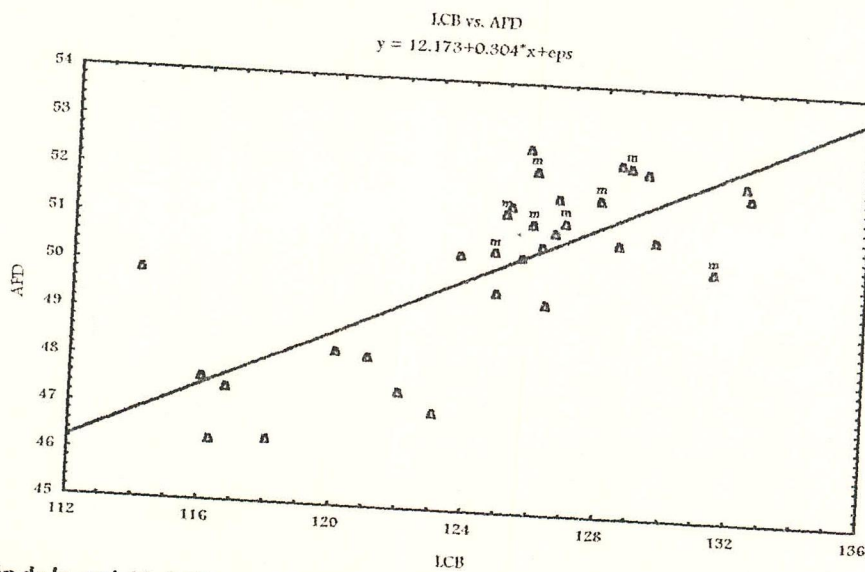


Figura 3: Regresión de la variable LCB vs. APD. Se señala con *m* a los individuos sexados como machos, se presentan sin referencia a los individuos sexados como hembras.

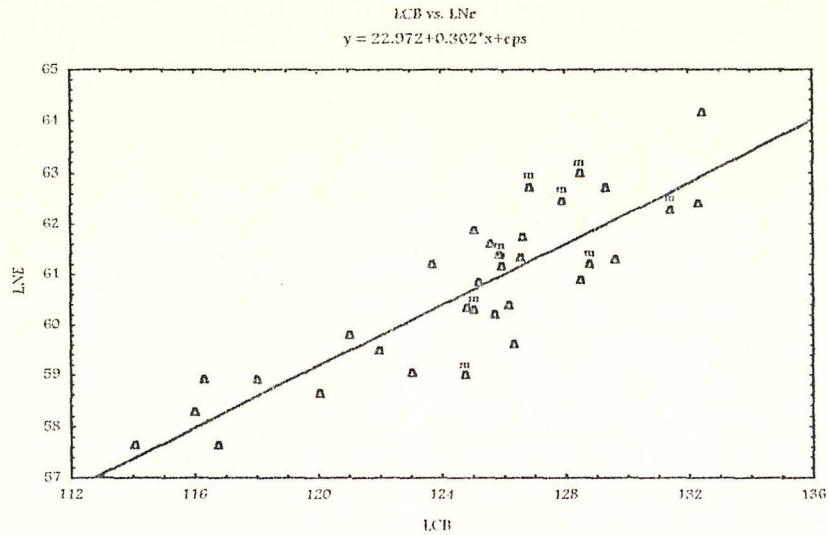


Figura 4: Regresión de la variable LCB vs. LNe. Se señala con *m* a los individuos sexados como machos, se presentan sin referencia a los individuos sexados como hembras.

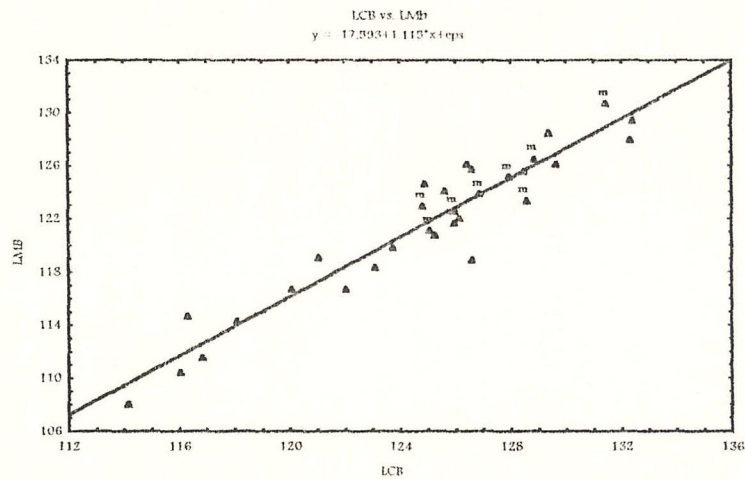


Figura 5: Regresión de la variable LCB vs. LMb. Se señala con *m* a los individuos sexados como machos, se presentan sin referencia a los individuos sexados como hembras.

De las regresiones representadas en los gráficos anteriores se puede observar que siempre existe una tendencia de los machos a agruparse a la derecha y las hembras, aunque un poco más dispersas, a la izquierda. Esto indicaría además de una correlación lineal entre las variables un mayor tamaño en las medidas de los elementos analizados en los machos.

4.11. Diferencias entre medias de las variables analizadas entre ambas poblaciones mediante ANOVA.

La tabla 7 muestra los resultados del ANOVA para dos grupos pertenecientes a la colonia de Punta Tombo. El Grupo1 pertenece a los machos y el Grupo2 a las hembras. El nivel de significancia se tomó para $p < 0.05$, los test que fueron significativos se marcan, con *. Se incluye en la tabla el test de homogeneidad de la varianza de Barlett.

Tabla 7 : Resultados del ANOVA ($p < 0.05$) para los cráneos de la colonia de Punta Tombo. Media \pm Desviación estándar. Grupo1; machos N=9, Grupo2: hembras N=23. Test de Homogeneidad de la Varianza de Barlett ($p < 0.05$).

Vbl	Media \pm SD		p	Media sqr Effect	Media sqr Error	F(df1,2) 1,30	Barlett p
	Grupo1: Machos(9)	Grupo2: Hembras(23)					
LCB	127.280 \pm 2.134	123.949 \pm 5.175	0.073	71.750	20.860	3.439	0.011*
ANE	33.311 \pm .749	32.525 \pm 1.304	0.101	3.990	1.396	2.857	0.092
APD	51.402 \pm .797	49.677 \pm 1.989	0.018*	19.235	3.071	6.262	0.009*
AE	48.986 \pm 1.082	47.519 \pm 2.546	0.107	13.931	5.066	2.749	0.014*
LNe	61.480 \pm 1.291	60.293 \pm 1.658	0.063	9.113	2.463	3.700	0.421
AI	12.553 \pm 1.122	11.944 \pm 1.083	0.167	2.395	1.196	2.002	0.905
LP	62.897 \pm 1.518	60.532 \pm 3.912	0.090	36.199	11.839	3.057	0.007*
AFN	24.215 \pm .709	22.438 \pm 1.776	0.007*	20.433	2.449	8.342	0.009*
ACb	19.191 \pm .752	18.526 \pm 1.041	0.923	2.860	.946	3.023	0.302
LBCr	18.780 \pm .622	18.387 \pm 0.910	0.246	.994	.711	1.399	0.231
LMb	124.211 \pm 2.927	120.578 \pm 6.041	0.096	85.371	29.049	2.938	0.033*
LPR	18.420 \pm .927	17.533 \pm 1.640	0.138	5.088	2.202	2.310	0.084
LAMB	11.066 \pm .406	10.627 \pm 0.563	0.042*	1.245	.277	4.495	0.302

De las trece variables consideradas solamente tres dieron un resultado significativo: Ancho a la altura de los Procesos Post-orbitales (APD), Ancho Frontonasal (AFN), Largo de la Articulación Mandibular (LAMB). De estas variables, el test de Barlett indica que dos no tienen homocedacia: APD y AFN. Estos resultados indican que cuando se analiza la discriminación entre sexos, las variables consideradas no son suficientemente útiles (solamente una de ellas discrimina). La razón de esto puede atribuirse al bajo número de muestras coleccionadas. Un número mayor, probablemente haría homogeneizar las varianzas y dado la tendencia encontrada por la diferencia de las medias, estas podrían ser significativamente diferentes.

4.13 Análisis de la función discriminante.

Se procedió a aplicar el análisis de la función discriminante al número de individuos que pudieron ser sexados porque, si bien los ANOVAs no reflejan resultados claros respecto a una posible diferencia entre los sexos, las estadísticas descriptivas sugieren lo contrario.

Tabla 8 : Matriz de Clasificación de sexos: Grupo1: machos, Grupo 2: hembras. Porcentaje de casos correctamente clasificados (%), Filas: clasificaciones observadas, Cloumnnas: clasificaciones esperadas. D² : Distancia de Mahalanobis, Test F y nivel de significancia p.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²	F	p
Grupo1	100	7	0	11.431	1.194	0.399
Grupo2	95.238	1	20			
Total	96.429	8	20			

Tabla 9 : Coeficientes de la función discriminante para cada variable. Estadístico Wilks Lambda (Wilks' λ)

Vbl	Grupo1	Grupo2	Wilks' λ
LCB	92.728	94.798	0.345
ANE	-18.732	-17.648	0.325
APD	400.847	401.359	0.318
AE	-166.272	-164.308	0.330
LNE	-30.774	-37.115	0.447
AI	-264.928	-263.184	0.324
LP	17.466	16.095	0.369
AFN	-162.737	-168.886	0.431
LPT	262.824	257.917	0.378
APT	119.705	120.835	0.323
APL	-25.309	-24.330	0.341
ACB	-97.264	-96.598	0.319
LBCR	109.014	109.860	0.321
ACN	174.499	174.200	0.319
LMB	-24.491	-23.880	0.326
LPR	-124.617	-124.708	0.318
LAMB	-367.891	-365.040	0.326
CONSTAN	-7407.77	-7297.02	

La tabla 8 muestra la matriz de clasificación de la función discriminante y se puede ver que un 96.428% de los casos en general, fueron correctamente clasificados. La distancia de Mahalanobis que señala la separación de los centroides adopta un valor bastante alto, aunque no es estadísticamente significativo. Esto puede atribuirse a la dispersión de los datos principalmente por un bajo número muestral en el grupo de los individuos identificados como machos.

En la tabla 9 se muestran los coeficientes de la función discriminante y los valores adoptados mediante la aplicación del estadístico Wilks' Lambda (λ). Este último señalaría que la totalidad de las variables discriminan los dos grupos. Cabe destacar que los valores de Wilks' Lambda (λ) encontrados por Scolaro et.al. (1983) al desarrollar la función discriminante fueron 0.341 para altura del pico (BD) y 0.264 para largo del pico (BL). Si se comparan estos valores con los encontrados en la tabla 8 se observa una gran similitud entre ellos. Esto es relevante, ya que con un suficiente número muestral de piezas osteológicas, se podría llegar a obtener una función discriminante para sexar utilizando elementos de individuos muertos.

5. CONCLUSIONES

Cuando se analiza la variación de las características métricas de determinadas variables consideradas en el esqueleto del Pingüino de Magallanes, los resultados muestran una variabilidad proporcional entre las medidas de todos los elementos analizados. Si bien no se puede concluir de estos análisis cuál variable es la más representativa, un examen a partir de las varianzas, desvíos estandar y error estándar proporciona en este caso una buena ayuda en el análisis exploratorio de los datos. A partir de estos resultados, se dispone de una descripción cuantitativa de algunos elementos óseos del Pingüino de Magallanes en dos colonias de reproducción que servirán en el futuro como una primer aproximación para la elaboración de la diagnosis general de esta especie.

Respecto a la variación interpoblacional, de los resultados anteriores se desprende que a partir de la comparación de los intervalos de confianza para la media y los valores máximos y mínimos, habría una diferencia a nivel global, entre las dos poblaciones. Cuando se analizaron las estadísticas descriptivas de cada colonia por separado, los resultados fueron contundentes; se observó que todas las medias de las variables analizadas eran mayores para los individuos de la colonia de Punta Tombo. En cuanto a la significancia de las diferencias entre las medias, los resultados del ANOVA mostraron que un 66% de las variables eran significativamente diferentes. De esto se puede concluir que cuando se analizan las variables individualmente, y para cualquier elemento, existe una diferencia en tamaño entre los individuos de ambas colonias, con medidas medias superiores para Punta Tombo. Respecto a la hipótesis planteada en el objetivo 2.2, estos resultados sugieren que se rechazaría la hipótesis nula (igualdad entre poblaciones a nivel osteológico).

Cuando se analizaron las variables simultáneamente para las colonias por separado, los análisis multivariados reflejaron una tendencia general de los grupos de datos a separarse en el espacio multidimensional. Gráficamente, a partir de los fenogramas se observó la disposición espacial de dos grupos, mientras que a partir del análisis de agrupamientos (clusters) se observó cuantitativamente la separación. A partir de estos últimos análisis, los cráneos evidenciaron dos grupos con extremos bien definidos, el extremo con las medias más bajas se compuso en un 64.7% de individuos de Caleta Valdés y el extremo con las medias mayores de un 68.4% de individuos de Punta Tombo. Las proporciones para los elementos del poscráneo tuvieron los mismos valores porcentuales aunque el número de clusters requerido fue dos. Se concluye de estos resultados que con distintas significancias y con distinta magnitud en la separación, las variables cuando se consideran simultáneamente, discriminan las colonias. De esta manera, se rechazaría la hipótesis de que las colonias son osteológicamente iguales. Podemos asegurar, que los individuos responsables del crecimiento poblacional de la Colonia de Caleta Valdés, son osteológicamente diferentes de los individuos de Punta Tombo. Respecto a los resultados arrojados con los análisis de la función discriminante, la variación de las variables que discriminan ambas poblaciones fué muy pequeña, como así también los porcentajes de clasificación. Por lo que se concluye que a partir de las variables analizadas en este trabajo no se puede elaborar una función discriminante para la identificación de colonias.

Respecto al tercer objetivo donde se planteaba la igualdad osteológica entre los sexos; de los resultados obtenidos mediante la aplicación de ANOVA, no se observaron diferencias significativas de las medias de las variables entre sexos, por lo que se concluye que no se puede rechazar la hipótesis nula. No obstante esto, los multivariados reflejaron una tendencia a la separación entre los grupos. Tanto la no significancia en las ANOVAS, como en los multivariados, podría ser explicada por un número muestral bajo. Probablemente con un suficiente número de piezas osteológicas provenientes de individuos sexados, se podría llegar a obtener una función discriminante para sexar utilizando elementos de individuos muertos.

APENDICE I

Deficiones y abreviaturas de las Medidas

Cráneo: (17 variables)

LCB: Largo Condilobasal.
ANe: Altura del Neurocráneo:
APD: Ancho a la altura de los Procesos Post-orbitales
AE: Ancho a la altura de los Procesos del Escamoso
LNe: Largo del Neurocráneo
AI: Ancho Interorbitario
LP: Largo del Pico
AFN: Ancho Fronto-Nasal
LPt: Largo del Pterigoides
APt: Ancho Del Pterigoides
API: Ancho de Palatinos
Acb: Ancho entre las crestas Basioccipitales
LBCr: Largo del Basicráneo
ACN: Ancho de la cresta Nucal
LMB: Largo de la Mandíbula
LPR: Largo del Proceso Retroarticular
LAMB: Largo de la Articulación Mandibular

Esqueleto Post-Craneano:

Húmero (7 variables)

LT: Largo Total
A1MAX: Ancho Máximo
A1MIN: Ancho Mínimo
LSD: Largo de la Superficie Distal
ASD: Ancho de la Superficie Distal
LC: Largo de la Cabeza
AC: Ancho de la Cabeza

Fémur: (6 variables)

LT: Largo Total
AD: Ancho Distal
LD: Largo Distal
AP: Ancho Proximal
LP: Largo Proximal
AMIN: Ancho Mínimo

Tibiotarso (6 variables)

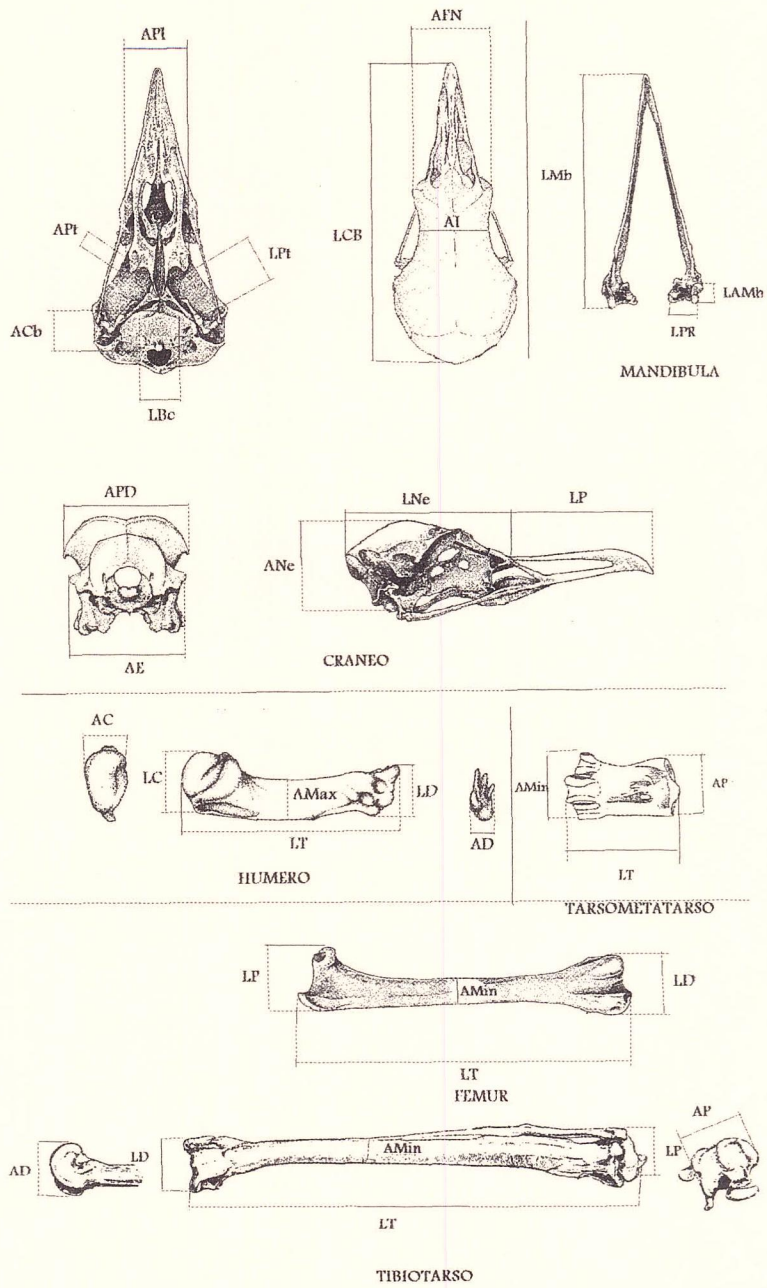
LT: Largo Total
AD: Ancho Distal
LD: Largo Distal
AP: Ancho Proximal
LP: Largo Proximal
AMIN: Ancho Mínimo

Tarsometatarso (3 variables)

LT: Largo Total
AD: Ancho Distal
AMIN: Ancho Mínimo

APENDICE I

Gráficos de las medidas tomadas en Cráneo



APENDICE II

Estadísticas descriptivas considerando las variables de ambas colonias conjuntamente.

Tabla 1 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en cráneos.

Vbl.	N	Media	SD	IC-95%	IC+95%	Min.	Máx.	Var.	SE
LBC	124	123.469	4.954	122.589	124.350	110.300	132.960	24.543	0.445
ANE	124	32.521	1.241	32.300	32.741	30.060	35.620	1.541	0.111
AFD	118	49.637	2.256	49.226	50.049	41.300	56.240	5.092	0.207
AE	121	47.321	2.498	46.871	47.771	36.400	51.320	6.244	0.227
LNE	123	60.307	1.857	59.975	60.638	55.000	64.160	3.450	0.167
AI	124	12.067	1.080	11.875	12.259	9.620	14.640	1.168	0.097
LP	124	61.114	3.354	60.518	61.710	53.000	69.020	11.249	0.301
AFN	124	22.195	1.621	21.906	22.483	18.140	25.100	2.628	0.145
LPT	97	17.846	1.086	17.627	18.065	14.940	19.820	1.180	0.110
AFT	91	9.168	0.723	9.017	9.319	7.420	12.460	0.523	0.075
APL	94	19.913	1.661	19.570	20.252	15.700	24.380	2.761	0.171
ACE	124	18.617	0.813	18.473	18.762	16.800	20.680	0.661	0.073
LBCR	124	18.186	0.774	18.048	18.324	16.000	20.220	0.599	0.069
ACN	124	17.403	1.086	17.210	17.596	15.000	20.220	1.179	0.097
LMB	103	120.582	5.485	119.510	121.655	108.100	132.620	30.092	0.540
LPR	103	17.496	1.421	17.218	17.774	13.640	21.020	2.020	0.140
LAMB	114	10.126	0.851	9.968	10.285	7.600	11.780	0.725	0.079

Tabla 2 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en húmeros.

Vbl.	N	Media	IC-5%	IC+95%	Min.	Máx.	Var.	SD	SE
LT	240	71.674	71.354	71.995	62.880	78.420	6.344	2.518	0.162
AIMAX	240	13.927	13.817	14.037	12.040	16.080	0.747	0.865	0.055
AIMIN	240	4.855	4.807	4.903	3.700	6.000	0.141	0.375	0.024
LSD	240	22.702	22.556	22.846	19.000	25.720	1.301	1.141	0.073
ASD	240	7.269	7.216	7.323	6.020	8.800	0.176	0.420	0.027
LC	240	19.605	19.473	19.736	16.220	22.180	1.076	1.037	0.066
AC	240	14.148	14.053	14.244	11.600	15.900	0.561	0.748	0.048

Tabla 3 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en fémures..

Vbl.	N	Media	IC-5%	IC+95%	Min.	Máx.	Var.	SD	SE
LT	250	76.371	76.018	76.723	67.400	84.320	7.991	2.826	0.178
AD	250	15.027	14.905	15.149	12.900	17.760	0.952	0.975	0.061
LD	250	14.897	14.808	14.985	13.240	17.000	0.500	0.707	0.044
AP	250	11.861	11.747	11.976	9.600	16.420	0.845	0.919	0.058
LP	250	15.708	15.574	15.841	12.260	18.280	1.148	1.072	0.067
AMIN	250	7.298	7.230	7.366	5.780	8.840	0.297	0.545	0.034

Tabla 4 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas de tibiotarsos.

Vbl.	N	Media	IC-95%	IC+95%	Min.	Máx.	Var.	SD	SE
LT	240	113.936	113.432	114.440	103.460	124.120	15.705	3.963	0.255
AD	240	14.619	14.516	14.723	12.460	17.200	0.660	0.812	0.052
LD	240	13.629	13.545	13.713	12.080	15.100	0.434	0.658	0.042
AP	240	12.077	11.994	12.161	10.620	14.280	0.428	0.654	0.042
LP	240	19.250	19.133	19.367	16.740	21.520	0.843	0.918	0.059
AMIN	240	6.124	6.075	6.173	5.060	7.160	0.149	0.387	0.024

Tabla 5 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas de tarsometatarsos.

Vbl.	N	Media	IC-95%	IC+95%	Min.	Máx.	Var.	SD	SE
LT	220	33.478	33.260	33.696	28.780	39.620	2.683	1.638	0.111
AD	220	19.899	19.755	20.043	17.120	22.760	1.176	1.084	0.073
APMIN	220	15.223	15.126	15.321	13.240	17.320	0.542	0.730	0.049

APENDICE III
Regresiones de las variables de las colonias conjuntamente

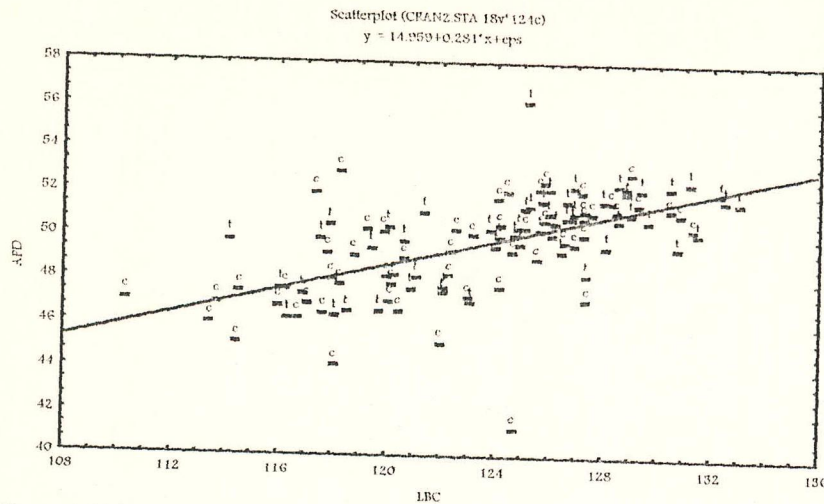


Figura 1: Regresión de la variable LCB vs. APD de los cráneos. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

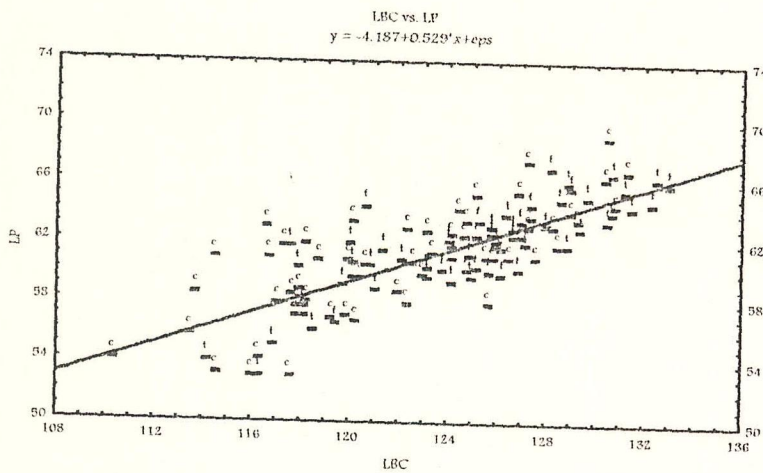


Figura 2: Regresión de la variable LCB vs. LP de los cráneos. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

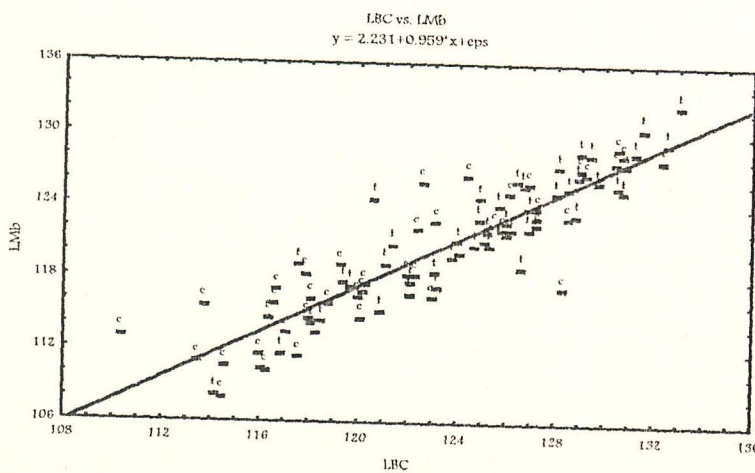


Figura 3: Regresión de la variable LCB vs. Lmb de los cráneos. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

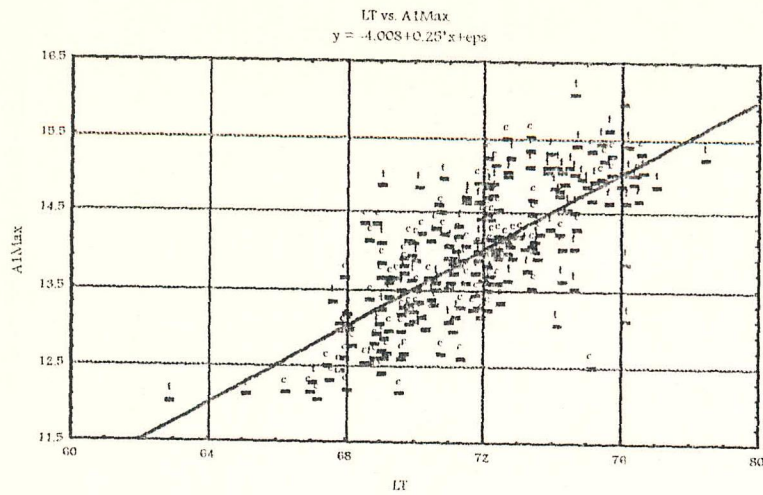


Figura 4: Regresión de la variable LT vs. A1Max de los húmeros. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

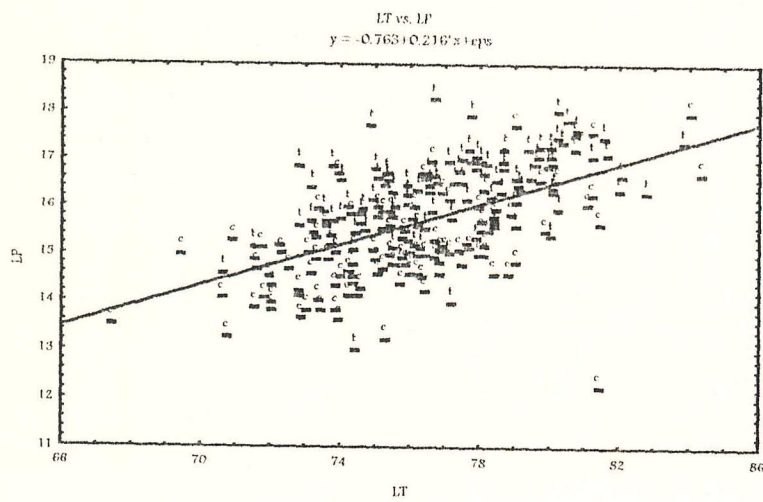


Figura 5: Regresión de la variable LT vs. LP de los fémures. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

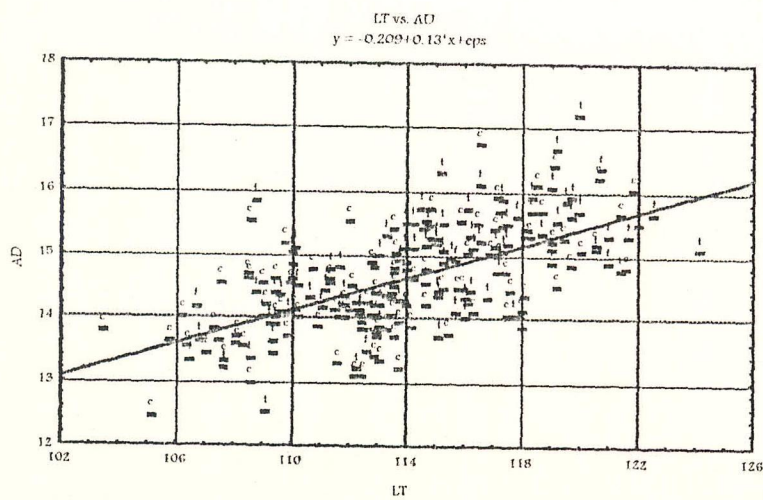


Figura 6: Regresión de la variable LT vs. AD de los tibiotarsos. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

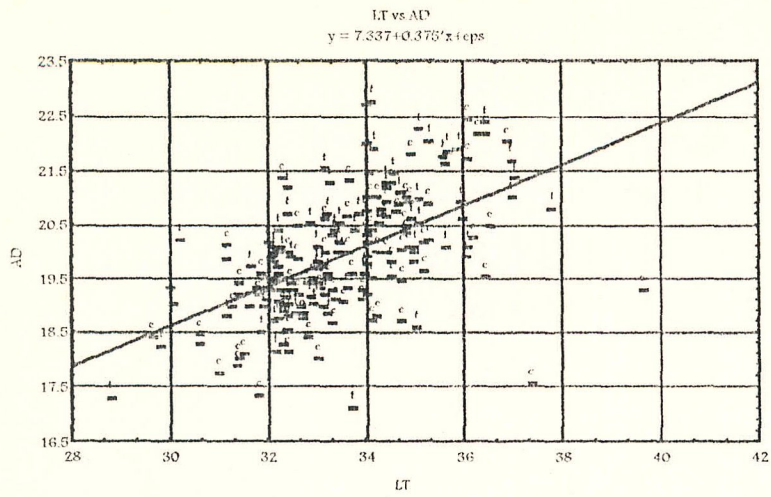


Figura 7: Regresión de la variable LT vs. AD de los tarsometatarsos. Se señala con *c* a los individuos pertenecientes a la colonia de la Caleta Valdés, y con *t* los pertenecientes a Punta Tombo.

APENDICE IV

Estadísticas descriptivas considerando las variables de las colonias de la Caleta Valdés y Punta Tombo por separado

Tabla 1 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en cráneos de individuos de la colonia de la Caleta Valdés.

Vbl.	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Máx.	Var.	SD	SE
LBC	64	122.375	121.104	123.645	110.300	131.280	25.866	5.085	.6357
ANE	64	32.205	31.904	32.505	30.060	35.000	1.4481	1.203	.1504
APD	60	49.075	48.455	49.695	41.340	52.960	5.755	2.399	.3097
AE	61	46.607	45.939	47.275	36.400	50.740	6.797	2.607	.3338
LNE	63	59.915	59.426	60.404	55.000	64.120	3.767	1.940	.2444
AI	64	12.009	11.733	12.286	9.860	14.640	1.228	1.108	.1385
LP	64	60.718	59.852	61.584	53.0	69.020	12.027	3.468	.4335
AFN	64	21.782	21.385	22.179	18.140	24.920	2.527	1.589	.1987
LPT	50	17.572	17.266	17.877	14.940	19.320	1.152	1.073	.1518
APT	45	9.227	8.980	9.474	7.420	12.460	.6760	.8222	.1225
APL	43	19.480	19.009	19.950	16.100	22.680	2.340	1.529	.2332
ACB	64	18.485	18.297	18.673	16.800	20.240	.5651	.7517	.0939
LBCR	64	17.967	17.791	18.143	16.000	19.720	.4992	.7066	.0883
ACN	64	17.438	17.167	17.710	15.000	20.080	1.182	1.087	.1359
LMB	46	119.28	117.61	120.96	108.100	128.94	31.911	5.648	.8328
LPR	46	17.037	16.624	17.449	14.100	19.940	1.931	1.389	.2049
LAMB	56	9.797	9.591	10.004	8.040	11.200	.5956	.7717	.1031

Tabla 2 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en húmeros de individuos de la colonia de la Caleta Valdés.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	120	70.980	70.579	71.381	66.220	76.560	4.927	2.219	0.202
AIMAX	120	13.716	13.561	13.870	12.080	15.520	0.727	0.853	0.077
AIMIN	120	4.739	4.671	4.807	4.000	6.000	0.141	0.375	0.034
LSD	120	22.360	22.167	22.561	19.000	24.920	1.180	1.089	0.099
ASD	120	7.155	7.081	7.229	6.020	8.100	0.165	0.407	0.037
LC	120	19.359	19.196	19.522	17.560	21.540	0.811	0.900	0.082
AC	120	13.959	13.844	14.073	12.020	15.540	0.400	0.632	0.057

Tabla 3 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en fémures de individuos de la colonia de la Caleta Valdés.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	125	73.627	73.114	76.139	67.400	84.320	8.375	2.894	0.258
AD	125	14.728	14.547	14.909	12.900	17.760	1.038	1.018	0.091
LD	125	14.743	14.609	14.877	13.240	17.000	0.570	0.755	0.067
AP	125	11.535	11.363	11.707	9.600	16.420	0.947	0.973	0.087
LP	125	15.139	14.968	15.311	12.260	18.000	0.938	0.968	0.086
AMIN	125	7.125	7.031	7.219	5.780	8.840	0.284	0.533	0.047

Tabla 4 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en tibiotarsos de individuos de la colonia de la Caleta Valdés.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	120	113.330	112.621	114.040	103.460	121.820	15.415	3.926	0.358
AD	120	14.460	14.318	14.601	12.460	16.740	0.613	0.783	0.071
LD	120	13.548	13.436	13.661	12.160	15.000	0.387	0.622	0.056
AP	120	11.950	11.842	12.057	10.620	13.420	0.354	0.595	0.054
LP	120	18.964	18.807	19.120	16.740	20.760	0.751	0.867	0.079
AMIN	120	6.056	5.980	6.132	5.060	7.140	0.176	0.420	0.038

Tabla 5: Estadísticas descriptivas de las variables medidas en tarsometatarsos de individuos de la colonia de la Caleta Valdés

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	110	33.478	33.165	33.792	29.640	39.620	2.749	1.658	0.158
AD	110	19.754	19.562	19.947	17.340	22.440	1.035	1.017	0.097
AMIN	110	15.162	15.030	15.294	13.240	16.560	0.488	0.699	0.066

Tabla 6 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en cráneos de individuos de la colonia de la Punta Tombo

Vbl	N	Media	IC-95%	IC+95%	Min.	Máx.	Var.	SD	SE
LCB	60	124.637	123.458	125.817	114.120	132.960	20.859	4.567	0.589
ANE	60	32.857	32.547	33.167	30.100	35.620	1.44	1.201	0.155
APD	58	50.219	49.705	50.733	46.260	56.240	3.819	1.954	0.256
AE	60	48.047	47.486	48.609	43.100	51.320	4.725	2.173	0.280
INE	60	60.718	60.283	61.154	57.620	64.160	2.840	1.685	0.217
AI	60	12.128	11.855	12.401	9.620	14.040	1.116	1.056	0.136
LP	60	61.536	60.709	62.364	53.020	66.980	10.257	3.202	0.413
AFN	60	22.635	22.235	23.035	18.320	25.100	2.397	1.548	0.199
LPT	47	18.139	17.835	18.443	15.900	19.820	1.067	1.033	0.150
APT	46	9.110	8.928	9.294	7.820	10.400	0.378	0.615	0.090
APL	51	20.275	19.798	20.752	15.700	24.380	2.875	1.695	0.237
ACB	60	18.758	18.536	18.979	16.940	20.680	0.735	0.857	0.110
LBCR	60	18.419	18.217	18.621	17.060	20.220	0.608	0.780	0.101
ACN	60	17.365	17.083	17.647	15.040	20.220	1.193	1.092	0.141
LMB	57	121.627	120.257	122.998	108.120	132.620	26.678	5.165	0.684
LPR	57	17.867	17.509	18.225	13.640	21.020	1.815	1.347	0.178
LAMB	58	10.445	10.232	10.657	7.600	11.780	0.653	0.808	0.106

Tabla 7 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en húmeros de individuos de la colonia de la Punta Tombo.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	120	72.368	71.895	72.841	62.830	78.420	6.843	2.615	0.238
AI MAX	120	14.139	13.989	14.288	12.040	16.080	0.684	0.827	0.075
AI MIN	120	4.970	4.908	5.031	3.700	5.900	0.115	0.339	0.030
LSD	120	23.039	22.849	23.236	20.300	25.720	1.1965	1.093	0.099
ASD	120	7.382	7.311	7.456	6.380	8.800	0.162	0.403	0.036
LC	120	19.850	19.649	20.050	16.220	22.180	1.229	1.108	0.101
AC	120	14.337	14.191	14.483	11.600	15.900	0.654	0.808	0.073

Tabla 8 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en fémures de individuos de la colonia de la Punta Tombo.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	125	77.114	76.661	77.567	70.620	83.780	6.554	2.560	0.228
AD	125	15.327	15.179	15.474	13.280	17.280	0.692	0.832	0.074
LD	125	15.050	14.940	15.160	13.680	16.740	0.387	0.622	0.055
AP	125	12.188	12.058	12.317	10.600	14.340	0.535	0.732	0.065
LP	125	16.276	16.126	16.426	13.010	18.280	0.715	0.846	0.075
AMIN	125	7.471	7.382	7.560	6.080	8.7400	0.252	0.502	0.044

Tabla 9 : Estadísticas descriptivas de las variables medidas en tibiotarsos de individuos de la colonia de la Punta Tombo.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	120	114.542	113.833	115.251	106.480	124.120	15.386	3.922	0.358
AD	120	14.779	14.632	14.925	12.520	17.200	0.660	0.812	0.074
LD	120	13.710	13.586	13.834	12.080	15.100	0.471	0.686	0.062
AP	120	12.205	12.080	12.329	10.720	14.280	0.473	0.688	0.062
LP	120	19.536	19.377	19.695	17.640	21.520	0.776	0.881	0.080
AMIN	120	6.191	6.130	6.252	5.380	7.160	0.115	0.339	0.031

Tabla 10: Estadísticas descriptivas de las variables medidas en tarsometatarsos de individuos de la colonia de la Punta Tombo.

Vbl	N	Media	IC -95%	IC +95%	Min.	Max.	Var.	SD	SE
LT	110	33.478	33.171	33.785	28.780	37.800	2.642	1.625	0.154
AD	110	20.044	19.830	20.258	17.120	22.760	1.285	1.133	0.108
APMIN	110	15.284	15.141	15.428	13.280	17.320	0.576	0.759	0.072

APENDICE V
Resultados de los ANOVA para las medias de las variables de las colonias.
Test de homogeneidad de la varianza

Tabla 1: Resultados del ANOVA para las variables de los cráncos.

Vbl.	Mean sq	Mean sq	F(df1,2)		Tests de Homogeneidad de la Varianza		
	Effect	Error	1,68	p-level	Bartlett	df	p
LBC	91.443	23.595	0.875	0.033*	0.375	1	0.539
ANE	2.388	1.356	1.760	0.189	0.206	1	0.649
APD	6.595	3.834	1.720	0.194	0.553	1	0.457
AE	21.887	7.060	3.100	0.082	1.175	1	0.278
LNE	1.116	2.884	0.386	0.535	0.040	1	0.840
AI	0.122	1.215	0.101	0.751	0.029	1	0.864
LP	13.974	11.383	1.227	0.271	0.02	1	0.876
APN	9.932	2.534	3.918	0.051	0.629	1	0.427
LIT	3.216	1.019	3.154	0.080	0.121	1	0.720
APT	1.088	.558	1.950	0.167	2.543	1	0.110
APL	4.035	2.693	1.498	0.225	0.896	1	0.343
ACE	0.500	0.727	0.687	0.409	1.608	1	0.204
LBCR	2.104	0.599	3.508	0.065	0.574	1	0.448
ACN	1.185	0.949	1.249	0.267	0.012	1	0.912
LMB	44.206	27.980	1.579	0.213	0.261	1	0.609
LPR	4.214	1.882	2.238	0.139	0.129	1	0.719
LAMB	5.299	0.616	8.595	0.004	0.707	1	0.400

↑
mal!

Tabla 2: Resultados del ANOVA para las variables de los húmeros.

Vbl.	Mean sq	Mean sq	F(df1,2)		Tests de Homogeneidad de la Varianza		
	Effect	Error	1,238	p	Bartlett	df	P
LT	115.648	5.885	19.649	0.000	3.182	1	0.074
Δ1MAX	10.735	0.705	15.206	0.000	0.112	1	0.737
Δ1MIN	3.190	0.128	24.872	0.000	1.216	1	0.269
LSD	27.297	1.191	22.900	0.000	0.001	1	0.968
ASD	3.130	0.164	19.065	0.000	0.010	1	0.919
LC	14.445	1.020	14.158	0.000	5.054	1	0.024*
AC	8.588	0.527	16.289	0.000	7.099	1	0.007*

Tabla 3: Resultados del ANOVA para las variables de los fémures.

Vbl.	Mean sq	Mean sq	F(df1,2)		Tests de Homogeneidad de la Varianza		
	Effect	Error	1,248	p	Bartlett	df	P
LT	138.279	7.465	18.523	0.000*	1.850	1	0.173
AD	22.428	25.918	0.865	0.000*	5.033	1	0.024*
LD	5.892	0.478	12.310	0.000*	4.603	1	0.031*
AP	26.595	0.741	35.866	0.000*	9.871	1	0.001*
LP	80.815	0.827	97.720	0.000*	2.256	1	0.133
AMIN	7.478	0.268	27.854	0.000*	0.423	1	0.515

Tabla 4: Resultados del ANOVA para las variables de los tibiotarsos.

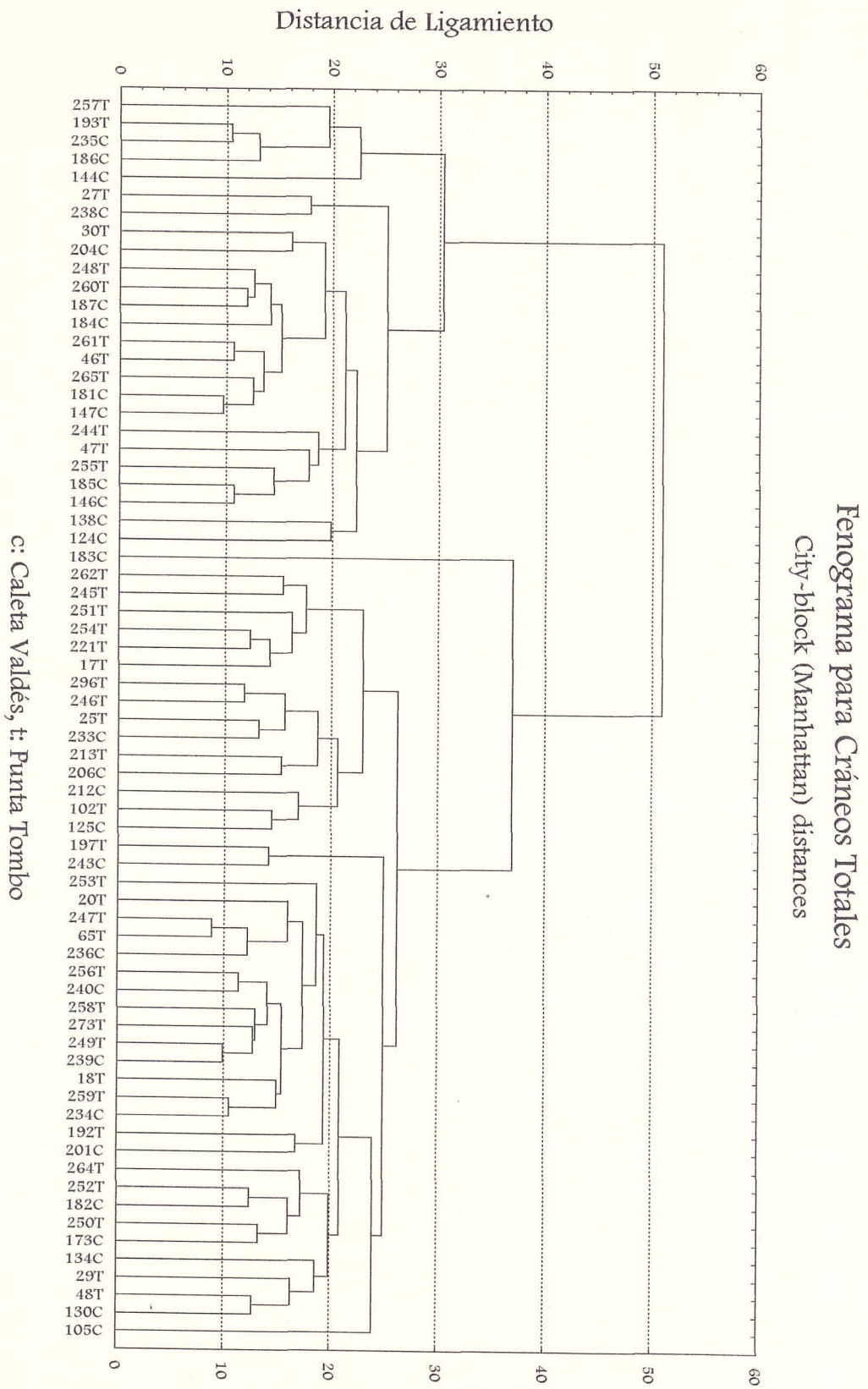
Vbl.	Mean sq	Mean sq	F(df1,2)		Tests de Homogeneidad de la Varianza		
	Effect	Error	1,238	p	Bartlett	df	P
LT	88.015	15.409	5.714	0.017*	0.000	1	0.991
AD	6.105	0.637	9.582	0.002*	0.162	1	0.686
LD	1.561	0.429	3.637	0.057	1.125	1	0.285
AP	3.906	0.413	9.439	0.002*	2.487	1	0.114
LP	19.642	0.764	25.703	0.000*	0.030	1	0.860
AMIN	1.090	0.145	7.478	0.006*	5.345	1	0.020*

Tabla 5: Resultados del ANOVA para las variables de los tarsometatarsos.

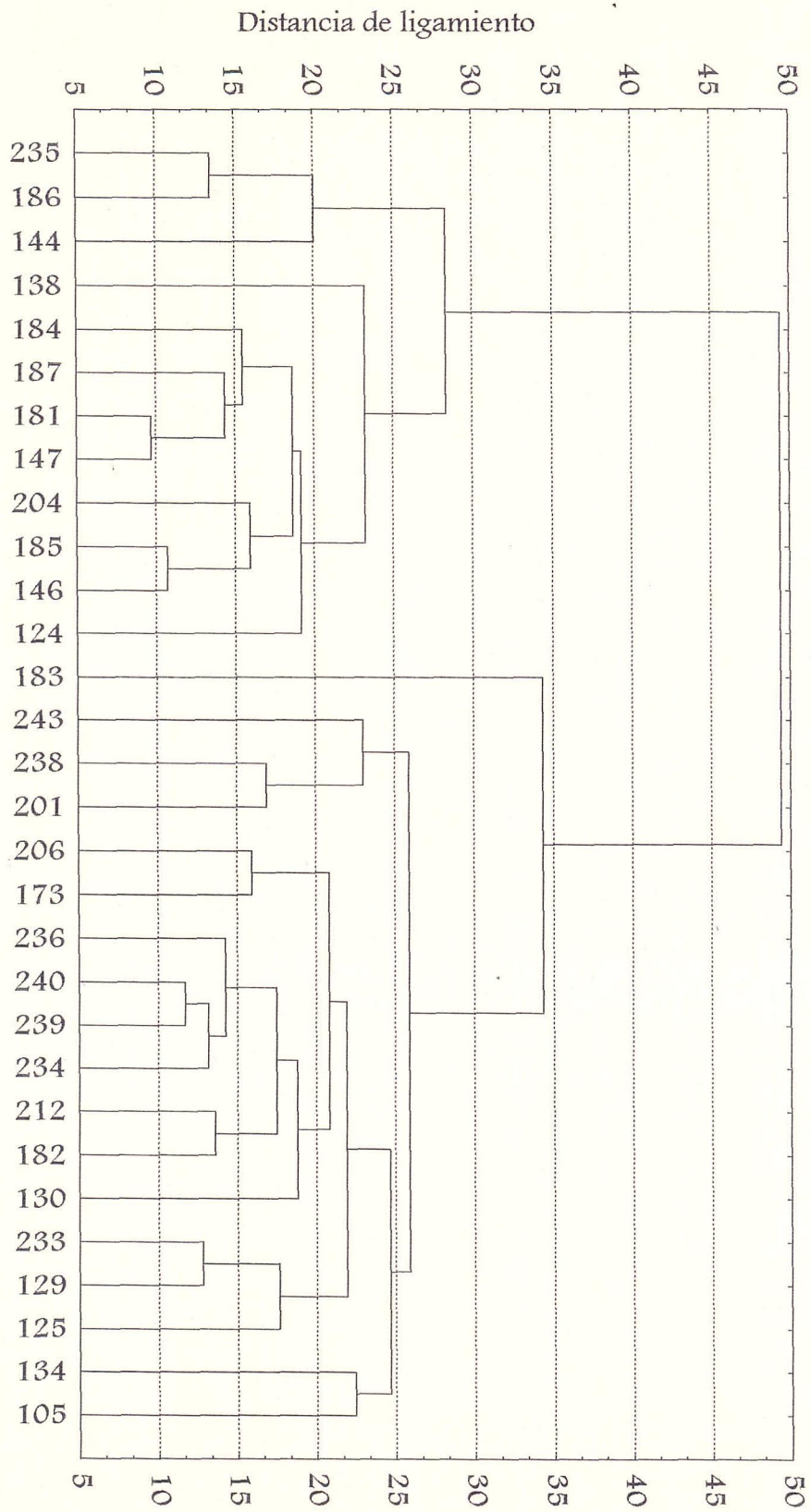
Vbl.	Mean sq	Mean sq	F(df1,2)		Tests de Homogeneidad de la Varianza		
	Effect	Error	1,218	p	Bartlett	df	P
LT	0.000	2.695	0.000	0.999	0.042	1	0.836
AD	4.619	1.160	3.980	0.047*	1.262	1	0.261
APMIN	0.818	0.532	1.536	0.216	0.744	1	0.388

APENDICE VI

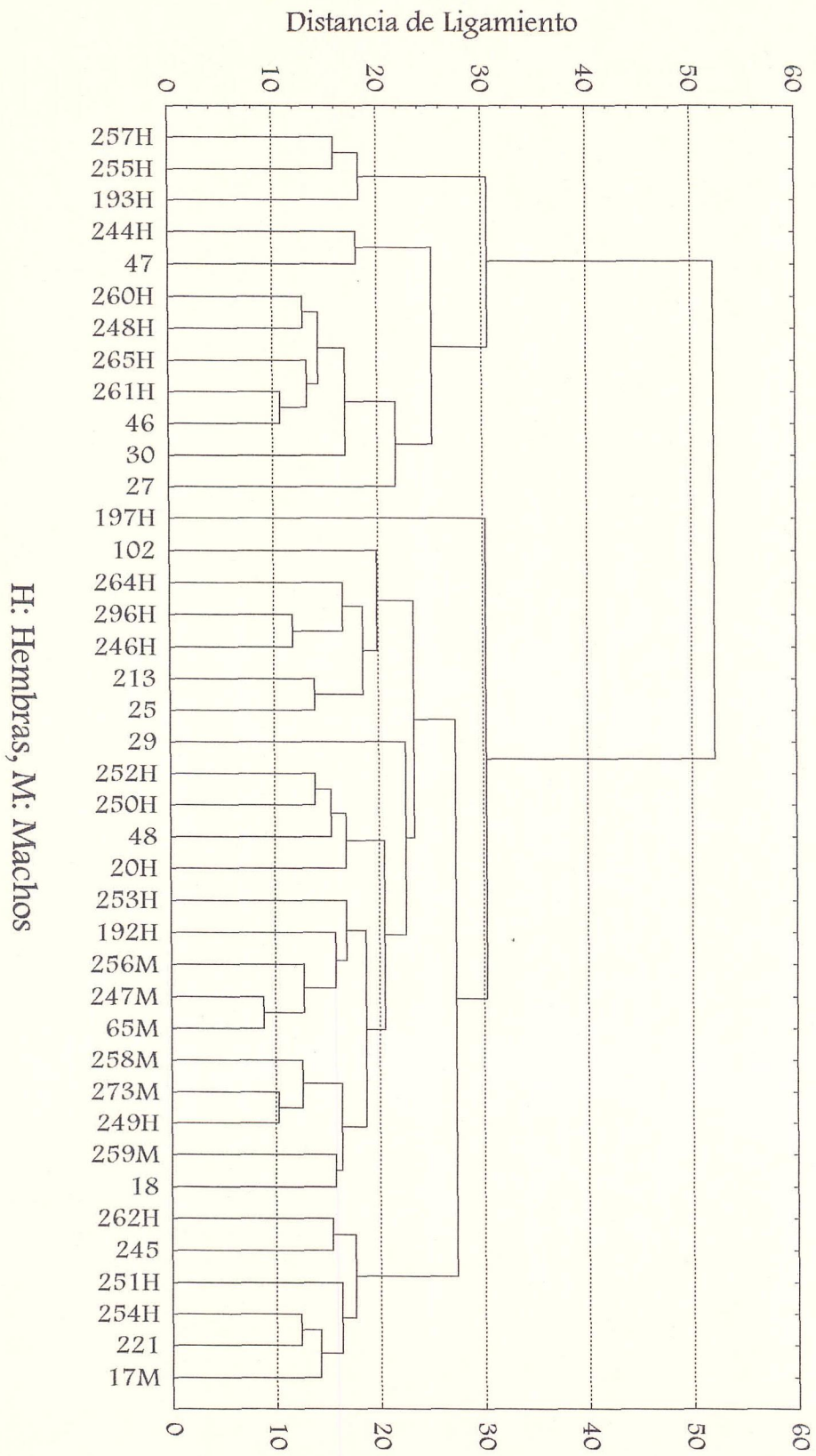
Fenogramas de para las variables considerando las colonias conjuntamente y separadas



Fenograma para Cráneos de Caleta Valdés
 City-block (Manhattan) distances



Fenograma para Cráneos de Punta Tombo
 City-block (Manhattan) distances



APENDICE VII
Resultados del Análisis de Agrupamientos (Clusters). Método: K-Mean Clustering.

Tabla 1_a: Estadísticas Descriptivas de cada cluster requeridos para Cráneos.

Vbl.	Cluster 1 (19 casos)			Cluster 2 (38 casos)			Cluster 3 (25 casos)			Cluster 4 (17 casos)		
	Media	SD	Var.	Media	SD	Var.	Media	SD	Var.	Media	SD	Var.
LBC	130.101	1.592	2.534	125.63	1.948	3.793	120.64	2.164	4.682	115.83	2.175	4.730
ANE	33.427	1.013	1.026	33.115	0.828	0.685	31.911	0.996	0.991	31.319	0.835	0.698
APD	51.277	1.021	1.043	51.155	1.257	1.581	48.212	1.372	1.881	46.825	1.208	1.460
AE	49.856	1.113	1.240	48.859	0.913	0.834	45.375	2.321	5.387	44.306	0.691	0.478
LNE	62.359	1.063	1.131	61.155	1.210	1.465	59.368	0.953	0.907	58.005	1.079	1.165
AI	12.505	0.777	0.604	12.686	0.878	0.771	11.523	0.967	0.935	10.895	0.702	0.492
LP	65.027	1.170	1.369	62.254	1.542	2.377	59.862	1.688	2.850	55.591	2.429	5.901
AFN	23.313	0.760	0.578	23.506	0.813	0.661	21.135	0.905	0.818	19.861	0.910	0.827
ACE	19.412	0.608	0.370	19.014	0.567	0.322	18.063	0.511	0.261	17.599	0.402	0.162
LBCr	18.791	0.686	0.470	18.410	0.720	0.519	17.906	0.768	0.589	17.627	0.590	0.349
LMB	127.694	1.853	3.435	122.84	2.100	4.412	117.49	1.689	2.854	112.24	2.405	5.786
LFR	18.767	0.882	0.777	18.129	1.123	1.262	16.764	0.959	0.920	15.861	0.720	0.518
LAMB	10.677	0.708	0.501	10.552	0.649	0.422	9.706	0.561	0.315	9.365	0.832	0.692

Tabla 1_b: Distancia Euclideana entre centroides de los clusters

Cluster	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Nº 1	0.000	54.547	274.07	634.77
Nº 2	7.386	0.000	95.339	331.13
Nº 3	16.555	9.764	0.000	77.539
Nº 4	25.195	18.197	8.806	0.000

Tabla 1_c: ANOVA de los clusters de cráneos

Var.	Entre	df	Dentro	df	F	p
LBC	2204.839	3	374.022	95	186.673	0.000
ANE	62.735	3	78.774	95	25.219	0.000
APD	323.639	3	145.771	95	70.306	0.000
AE	460.703	3	190.130	95	76.731	0.000
LNE	218.716	3	114.973	95	60.240	0.000
AI	48.952	3	69.703	95	22.239	0.054
LP	897.653	3	275.407	95	103.213	0.000
AFN	209.530	3	67.757	95	97.925	0.000
ACE	43.257	3	27.413	95	49.969	0.000
LBCr	16.004	3	47.372	95	10.698	0.000
LMB	2574.750	3	386.119	95	211.162	0.000
LFR	104.730	3	91.062	95	36.419	0.000
LAMB	26.798	3	43.239	95	19.626	0.000

Tabla 2_a: Estadísticas Descriptivas de cada cluster requeridos para húmeros.

Vbl.	Cluster conteniendo 117 casos			Cluster conteniendo 123 casos		
	Media	SD	Variance	Media	SD	Variance
IT	73.739	1.523	2.320	69.710	1.497	2.242
AI MAX	14.512	0.655	0.430	13.371	0.645	0.416
AI MIN	5.021	0.308	0.095	4.697	0.366	0.134
LSD	23.521	0.785	0.616	21.921	0.839	0.704
ASD	7.515	0.355	0.126	7.035	0.335	0.112
LC	20.321	0.784	0.616	18.923	0.749	0.562
AC	14.645	0.594	0.352	13.675	0.548	0.301

Tabla 2_b: Distancia Euclideana entre centroides de los clusters de húmeros

Cluster	No. 1	No. 2
No. 1	0.000	23.332
No. 2	4.830	0.000

Tabla 2_c: ANOVA de los clusters de húmeros

Vbl.	Entre	df	Dentro	df	F	p
LT	973.641	1	542.743	238	426.954	0.000
Δ1MAX	78.121	1	100.642	238	184.747	0.000
Δ1MIN	6.289	1	27.425	238	54.581	0.000
LSD	153.554	1	157.431	238	232.136	0.000
ASD	13.846	1	28.363	238	116.185	0.000
LC	117.210	1	140.048	238	199.187	0.000
AC	56.421	1	77.644	238	172.946	0.000

Tabla 3_a: Estadísticas Descriptivas de cada cluster requeridos para fémures.

Var.	Cluster contains 130 cases			Cluster contains 120 cases		
	Media	SD	Variance	Media	SD	Variance
LT	74.209	1.680	2.823	78.712	1.739	3.027
AD	14.482	0.751	0.564	15.617	0.839	0.704
LD	14.501	0.530	0.281	15.325	0.620	0.385
AP	11.414	0.734	0.538	12.346	0.854	0.729
LP	15.164	0.884	0.782	16.296	0.939	0.882
AMIN	7.096	0.528	0.279	7.516	0.476	0.227

Tabla 3_b: Distancia Euclideana entre centroides de los clusters

Cluster	No. 1	No. 2
No. 1	0.000	24.568
No. 2	4.956	0.000

Tabla 3_c: ANOVA de los clusters de fémures.

Vbl.	Entre	df	Dentro	df	F	p
LT	1265.220	1	724.448	248	433.129	0.000
AD	80.372	1	156.655	248	127.233	0.000
LD	42.364	1	82.225	248	127.775	0.000
AP	54.169	1	156.316	248	85.940	0.000
LP	79.923	1	205.988	248	96.223	0.000
AMIN	10.994	1	63.071	248	43.228	0.000

Tabla 4_a: Estadísticas Descriptivas de cada cluster requeridos para libiotarsos.

Var.	Cluster1			Cluster2		
	Media	SD	Variance	Media	SD	Variance
LT	117.442	2.263	5.122	111.019	2.395	5.736
AD	15.152	0.696	0.485	14.176	0.612	0.374
LD	14.018	0.553	0.306	13.306	0.559	0.312
AP	12.498	0.558	0.311	11.728	0.508	0.258
LP	19.740	0.776	0.603	18.843	0.825	0.681

Tabla 4_b: Distancia Euclideana entre centroides de los clusters

Cluster	No. 1	No. 2
No. 1	0.000	44.187
No. 2	6.647	0.000

Tabla 4_c: ANOVA de los clusters de libiotarsos.

Vbl.	Entre	df	Dentro	df	F	p
LT	2457.508	1	1296.044	238	451.286	0.000
AD	57.602	1	100.147	238	136.891	0.000
LD	29.830	1	73.911	238	96.056	0.000
AP	32.656	1	69.752	238	111.425	0.000
LP	47.134	1	154.390	238	72.659	0.000

Tabla 5_a : Estadísticas Descriptivas de cada cluster requeridos para tarsometatarsos.

Var.	Cluster conteniendo 102 casos			Cluster conteniendo 120 casos		
	Media	SD	Variance	Media	SD	Variance
LT	34.854	1.112	1.237	32.289	0.938	0.880
AD	20.654	0.930	0.865	19.248	0.728	0.530
AFMIN	15.717	0.580	0.336	14.797	0.561	0.314

Tabla 5_b : Distancia Euclideana entre centroides de los clusters

Cluster	No. 1	No. 2
No. 1	0.000	9.401
No. 2	3.066	0.000

Tabla 5_c : ANOVA de los clusters

Vbl.	Entre	df	Dentro	df	F	p
LT	359.810	1.000	227.894	218.000	344.189	0.000
AD	108.224	1.000	149.411	218.000	157.905	0.000
AFMIN	46.280	1.000	70.708	218.000	142.687	0.000

APENDICE VIII
Análisis de la Función Discriminante

Tabla 1_a: Matriz de Clasificación de Cráneos: Porcentaje de casos correctamente clasificados (%), Filas: clasificaciones observadas, Columnas: clasificaciones esperadas. D²: Distancia de Mahalanobis, Test F y nivel de significancia p.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²	F	p
Grupo1	65.116	28.000	15.000	1.294	2.077	0.024
Grupo2	75.000	14.000	42.000			
Total	70.707	42.000	57.000			

Tabla 1_b: Coeficientes de la función discriminante para cada variable. Estadístico Wilks Lambda (Wilks'λ)

Vbl	Grupo1	Grupo2	Wilks'λ
LBC	1.478	1.575	0.762
ANE	15.820	16.018	0.762
APD	8.094	8.463	0.775
AE	-3.186	-3.140	0.759
LNE	14.446	14.048	0.772
AI	-11.694	-12.296	0.788
LP	-1.126	-1.238	0.764
AFN	-11.105	-11.096	0.759
ACE	8.804	8.529	0.761
LBCR	14.986	15.549	0.778
LMB	0.549	0.512	0.759
LPR	-10.363	-10.026	0.769
LAMB	-6.200	-5.353	0.798
CONSTAN	-808.143	-823.978	

Tabla 2_a: Matriz de Clasificación de Húmeros: Porcentaje de casos correctamente clasificados (%), Filas: clasificaciones observadas, Columnas: clasificaciones esperadas. D²: Distancia de Mahalanobis, Test F y nivel de significancia p.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²	F	p
Grupo1	65.833	79	41	0.565	6.607	0.000
Grupo2	66.666	40	80			
Total	66.250	119	121			

Tabla 2_b: Coeficientes de la función discriminante para cada variable de húmeros. Estadístico Wilks Lambda (Wilks'λ)

Vbl	Grupo1	Grupo2	Wilks'λ
LT	6.553	6.638	0.880
AI MAX	-4.335	-4.605	0.877
AI MIN	2.579	3.876	0.898
LSD	6.558	6.797	0.876
ASD	6.810	7.323	0.877
CONSTANT	-331.267	-347.956	

Tabla 3_a: Matriz de Clasificación de Fémures: Porcentaje de casos correctamente clasificados (%), Filas: clasificaciones observadas, Columnas: clasificaciones esperadas. D²: Distancia de Mahalanobis, Test F y nivel de significancia p.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²	F	p
Grupo1	77.6	97	28	1.607	32.945	.000
Grupo2	74.4	32	93			
Total	76.0	129	121			

Tabla 3_b: Coeficientes de la función discriminante para cada variable de fémures. Estadístico Wilks Lambda (Wilks'λ)

Vbl	Grupo1	Grupo2	Wilks'λ
LT	9.973	9.914	0.653
LP	.299	2.032	0.826
AMIN	7.295	7.612	0.654
CONSTANT	-424.494	-439.703	

Tabla 4 a : Matriz de Clasificación de Tibiotarsos: Porcentaje de casos correctamente clasificados (%), Filas: clasificaciones observadas, Columnas: clasificaciones esperadas. D² : Distancia de Mahalanobis, Test F y nivel de significancia p.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²	F	p
Grupo1	63.333	76	44	0.490	5.740	0.000
Grupo2	67.500	39	81			
Total	65.416	115	125			

Tabla 4 b : Coeficientes de la función discriminante para cada variable de tibiotarsos. Estadístico Wilks' Lambda (Wilks'λ).

Vbl	Grupo1	Grupo2	Wilks'λ
IT	0.441	0.417	0.888
AD	-0.359	-0.131	0.881
LD	14.175	13.680	0.887
AP	2.008	2.119	0.879
LP	13.551	14.374	0.939
CONSTANT	-320.415	-333.635	

Tabla 5 a : Matriz de Clasificación de Tarsometatarsos: Porcentaje de casos correctamente clasificados (%), Filas: clasificaciones observadas, Columnas: clasificaciones esperadas. D² : Distancia de Mahalanobis, Test F y nivel de significancia p.

	%	Grupo1	Grupo2	D ²	F	p
Grupo1	56.364	62.000	48.000	0.129	2.313	0.077
Grupo2	55.963	48.000	61.000			
Total	55.909	110.000	109.000			

Tabla 5 b : Coeficientes de la función discriminante para cada variable de tarsometatarsos. Estadístico Wilks Lambda (Wilks'λ)

Vbl	Grupo1	Grupo2	Wilks'λ
IT	8.945	8.802	0.978
AD	9.162	9.525	0.994
APMIN	.154	.178	0.974
CONSTANT	-242.079	-244.936	



APENDICE IX
Estadísticas descriptivas de cráneos pertenecientes a los individuos sexados

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de los cráneos tomando conjuntamente machos y hembras.

Vbl	N	Mean	IC -95%	IC +95%	Min	Max	Var	SD	SE
LCB	33	124.892	123.237	126.548	114.120	132.460	21.800	4.669	0.812
ANE	33	32.833	32.373	33.293	30.100	35.620	1.684	1.297	0.225
APD	32	50.162	49.479	50.846	46.260	52.640	3.593	1.895	0.335
AE	33	47.926	47.119	48.734	43.100	51.320	5.185	2.277	0.396
LNE	33	60.663	60.087	61.239	57.620	64.160	2.638	1.624	0.282
AI	33	12.111	11.723	12.499	10.140	14.040	1.197	1.094	0.190
LP	33	61.168	59.927	62.410	53.020	66.280	12.258	3.501	0.609
AFN	33	22.912	22.303	23.522	18.320	25.100	2.956	1.719	0.299
LPT	31	18.210	17.847	18.573	16.400	19.820	0.979	0.989	0.177
APT	30	9.171	8.930	9.4123	7.900	10.400	0.416	0.645	0.117
APL	30	20.590	20.009	21.171	17.860	24.380	2.419	1.555	0.283
ACB	33	18.692	18.339	19.045	16.940	20.680	0.990	0.995	0.173
LBCR	33	18.489	18.193	18.786	17.060	20.220	0.700	0.836	0.145
ACN	33	17.126	16.791	17.462	15.040	18.900	0.894	0.945	0.164
LMB	32	121.600	119.596	123.603	108.120	130.660	30.866	5.555	0.982
LPR	32	17.782	17.236	18.328	13.640	21.020	2.295	1.515	0.267
LAMB	33	10.768	10.566	10.956	9.520	11.780	0.302	0.549	0.095

Tabla 2: Estadísticas descriptivas de los cráneos de los individuos sexados como machos.

Vbl	N	Mean	IC -95%	IC +95%	Min	Max	Var	SD	SE
LCB	9	127.280	125.639	128.920	124.820	131.460	4.555	2.134	0.711
ANE	9	33.311	32.735	33.887	31.700	34.020	0.561	0.749	0.249
APD	9	51.402	50.789	52.011	50.200	52.380	0.635	0.797	0.265
AE	9	48.986	48.154	49.818	47.000	51.140	1.171	1.082	0.360
LNE	9	61.480	60.487	62.472	58.960	62.960	1.668	1.291	0.430
AI	9	12.553	11.690	13.415	11.080	14.020	1.259	1.122	0.374
LP	9	62.897	61.730	64.065	61.040	66.000	2.307	1.518	0.506
AFN	9	24.215	23.670	24.761	22.880	25.100	0.503	0.709	0.236
LPT	8	19.000	18.310	19.689	17.300	19.820	0.679	0.824	0.291
APT	8	9.465	9.011	9.918	8.800	10.240	0.294	0.542	0.191
APL	8	21.222	20.907	21.537	20.760	21.740	0.141	0.376	0.133
ACB	9	19.191	18.613	19.769	18.340	20.680	0.565	0.752	0.250
LBCR	9	18.780	18.302	19.257	17.660	19.620	0.386	0.621	0.207
ACN	9	17.173	16.239	18.107	15.040	18.900	1.477	1.215	0.405
LMB	9	124.211	121.960	126.461	121.120	130.660	8.571	2.927	0.975
LPR	9	18.420	17.706	19.133	17.160	20.020	0.860	0.927	0.309
LAMB	9	11.066	10.753	11.379	10.520	11.780	0.165	0.406	0.135

Tabla 3: Estadísticas descriptivas de los cráneos de los individuos sexados como hembras.

Vbl	N	Mean	IC -95%	IC +95%	Min	Max	Var	SD	SE
LCB	23	123.902	121.671	126.133	114.120	132.460	26.623	5.159	1.075
ANE	23	32.599	31.981	33.217	30.100	35.620	2.041	1.428	0.297
APD	22	49.635	48.737	50.533	46.260	52.640	4.101	2.025	0.431
AE	23	47.534	46.433	48.636	43.100	51.320	6.484	2.546	0.530
LNE	23	60.356	59.625	61.087	57.620	64.160	2.856	1.690	0.352
AI	23	11.897	11.440	12.354	10.140	14.040	1.116	1.056	0.220
LP	23	60.550	58.859	62.241	53.020	66.280	15.285	3.909	0.815
AFN	23	22.337	21.591	23.083	18.320	24.980	2.972	1.724	0.359
LPT	22	17.924	17.515	18.333	16.400	19.320	0.849	0.921	0.196
APT	21	9.061	8.755	9.368	7.900	10.400	0.453	0.673	0.146
APL	21	20.428	19.622	21.234	17.860	24.380	3.134	1.770	0.386
ACB	23	18.504	18.051	18.956	16.940	20.540	1.094	1.046	0.218
LBCR	23	18.300	17.946	18.654	17.060	20.040	0.669	0.818	0.170
ACN	23	17.112	16.734	17.489	15.600	18.440	0.762	0.873	0.182
LMB	22	120.508	117.770	123.245	108.120	129.440	38.116	6.173	1.316
LPR	22	17.478	16.743	18.212	13.640	21.020	2.745	1.657	0.353
LAMB	23	10.617	10.378	10.856	9.520	11.580	0.304	0.551	0.115

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BAUMEL, J.J. (De.). 1993. Handbook of Avian Anatomy: Nomina Anatomica Avium 2nd. de. Publication of the Nuttall Ornithological Club, N° 23. Cambridge Massachusetts.
- BOERSMA, D. 1988. Census of Magellanic Penguin at Punta Tombo, Argentina. Pacific Seabird Group Bull. 15:22 (Abstract).
- BOERSMA, D. y Davies E.. 1987. Sexing monomorphic birds by vent measurements. Auk 104, 779- 783.
- BOERSMA, D. P., STROKES, D.L., YORIO, P.M. 1990. Reproductive Variability and Historical Change of Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) at Punta Tombo, Argentina. Davis, L.S. and J.T. Darby (Eds.). Penguin Biology. Academic Press. Ch1 : 15-43.
- BOWSAL, J. y MACIVER, D. 1975. The Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*). Pp. 271- 305 in B. Stonehouse, ed. The Biology of penguins. London: Macmillan.
- CARRIBERO, A.A., PEREZ, A.D. y YORIO P.(1994) Actualización de la distribución y abundancia del Pingüino de magallanes en Península Valdés. El Hornero 5: 25-27.
- CIONE, A.L., TONNI, E.P. 1981. Un pingüino de la formación Puerto Madryn (Mioceno Tardío) de Chubut, Argentina. Comentarios acerca del origen, la paleoecología y zoogeografía de los Spheniscidae. ANAIS II Congreso Latinoamericano Paleontología, Porto Alegre 591-604.
- DACUIK, J. 1977. Notas faunísticas y bioecológicas de Península Valdés y Patagonia VI. Observaciones sobre áreas de nidificación de la avifauna del litoral marino Patagónico (Provincias del Chubut y Santa Cruz, rep. Argentina.). El Hornero 11, 361-376.
- DAHINTEN, S.L.V. 1988. Influencia de la malnutrición proteico-calórica en ratas, sobre la diferenciación del fenotipo craneano. Un estudio de antropología biológica experimental. Tesis doctoral.
- DURNFORD, H. 1878. Notes on the birds of central Patagonia. Ibis 2: 389-406.
- FORDYCE, R.E., JONES, C.M. 1990. Penguin history and new fossil material from New Zealand. Davis, L.S. and J.T. Darby (Eds.). Penguin Biology Ch.18: 419-446.
- FÜRBRINGER, M. 1888. Untersuchungen zur morphologie und sistematyk der vögel, zugleich ein beitrage zur anatomie der stütz-und bewegungsorgane. Amsterdam: Van Holkema.
- FURNESS, R.W. y MONAGHAN, P. 1987. Seabird Ecology. Chapman and Hall eds. 164p.
- GANDINI, P.A., FRERE, E., HOLIK, M.T. 1991. Implicancias de las diferencias en el tamaño corporal entre colonias para el uso de medidas morfométricas como método de sexado en *Spheniscus magellanicus* . El Hornero 13: 211-213.
- GOCHFELD, M. 1980. Timing of breeding and chick mortality in central and peripheral nest of Magellanic Penguin. Auk 97: 191- 193.
- GOSZTONYI, A.E. 1984. La alimentación del pingüino magallanico (*Spheniscus magellanicus*) en las adyacencias de Punta Tombo, Chubut, Argentina. C. Nac. Patag. Contrib. 95,1-19.

- GREGORY, W.K. 1935. Remarks on the origin of the ratites and penguins. Proc. Linn. Soc. N.Y. 45-46: 1-18.
- HARRISON P. 1983. Seabirds: An identification guide. HoughtonMifflin, Boston, Massachusetts.
- LIVEZEY, B.C. 1989. Morphometric patterns in recent and fossil penguins (Aves, Sphenisciformes). Journal of Zoology, London. 219: 269-307.
- LIVEZEY, B.C. HUMPHREY, P.S. 1984. Sexual Dimorfism in continental Steamer-Ducks. The Condor 86: 368-377.
- LOWE, P.R. 1933. On the primitive characters of the penguins, and their bearing on the phylogeny of birds. Proc. zool. Soc. Lond. 1933: 483-538.
- LOWE, P.R. 1939. Some additional notes on Miocene penguins in relation to their origin and systematics. Ibis 81: 281-294.
- MENZBIER, M. 1887. Vergleichende osteologie der Pinguine in anwendung zur Haupteintheilung der vögel. Bull.Soc. Nat. Moscou. 1: 483-587.
- PERKINS, J.S. 1984. Breeding ecology of magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*) at Caleta Valdés, Argentina. Cormorant 12: 3-13.
- SCOLARO, J.A. 1984. Timing of nest relief during incubation and guard stage period of chicks in Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) (Aves: *Spheniscidae*). Historia Natural 4: 281-284.
- SCOLARO, J.A., HALL, M., XIMENEZ, I.M. 1983. The Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*): Sexing Adults by Discriminant Analysis of Morphometric Characters. Auk 100: 221-224.
- SCOLARO, J.A., RODRIGUEZ, E.N., MONOCHIO, A.A. 1980. El pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) V. Distribución de las colonias de reproducción en el territorio continental Argentino. Centro Nacional Patagónico. Contribución N°33.
- SHUFELDT, R.W. 1901. Osteology of the penguins. J. Anat. Physiol., Lond. (2) 15: 309-404.
- SIMPSON, G.G. 1946. fossil Penguins. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 87: 1-99.
- SIMPSON, G.G. 1971a. A Review of the Pre-Pliocene penguins of New Zealand. Bull. Am. Mus. Nat. Hist 144: 319-378.
- SIMPSON, G.G. 1972b. Conspectus of Patagonian fossil penguins. Am. Mus. Novit. N°2488: 1-37.
- SIMPSON, G.G. 1975. Fossil Penguins. In The Biology of Penguins: 19-41. Stonehouse B.(Ed.). London & Basingstoke: Macmillan Press.
- SIMPSON, G.G. 1976. Penguins. Past and Present, here and there. New Haven: Yale Univ. Press.
- SMITH, C.A.B. 1977. A note on genetic distance. Ann.Hum. Genet., 40:463-479

SNEATH, P.H.A. Y SOKAL, R.R. 1973. Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification. Freeman San Francisco, Ca., XV, 573p.

STONEHOUSE, B. 1975. Introduction: the Spheniscidae. In The Biology of Penguins: 1-15. Stonehouse B.(Ed.). London & Basingstoke: Macmillan Press.

WOOLFENDEN, G.E. 1961. Postcranial Osteology of the Waterfowl. Bulletin of the Florida State Museum. Vol. 6 N°1

YORIO, P. y BOERSMA D. 1992. The effects of human disturbance on Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) behaviour and breeding success. Bird Conservation International 2: 161- 163.

AGRADECIMIENTOS

Este seminario, como la mayoría de mi carrera, tuvieron un enfoque distinto gracias a quien me ayudo a mantener inquebrantables ciertos principios sin los cuales, hoy, sería admiradora de Maradona; Gracias Dani.

Quiero expresar mi agradecimiento a quienes ayudaron en la concreción de este seminario:

A todos los hombres y mujeres de buena voluntad que me incluyeron en sus campañas y me permitieron coleccionar la casi totalidad del material utilizado en este trabajo (en consecuencia financiando parte del mismo). Por lo tanto Gracias a Daniel Pérez, Marcelo Bertellotti, Mariana Martínez Rivarola y Alejandro Carribero. Tengo que agradecer también a Leandro González Miri por haberse caminado kilómetros de playa buscando huesitos y Gabriela Aguilar por haber colaborado en la recolección del material.

A mis amigos, a todos, que no voy a nombrar por miedo a olvidarme de alguno.

Al Dr. Mario Cozzuol por haber propuesto y dirigido este trabajo.

A la Dra. Silvia Dahinten y el Dr. Jorge Zavatti por haberme aclarado muchos conceptos biológicos y estadísticos y haberme proporcionado bibliografía de gran relevancia en este trabajo.

Al Dr. Miguel Haller por habernos facilitado el vehículo para algunos viajes a la Península Valdés y por haber cumplido la promesa de mantener la puerta siempre abierta.

Al Sr. Vicente Santamaria y Sra. por habernos permitido la estancia en la Caleta Valdés y cuidar siempre del agua y de "eso que usted sabe".

Al personal administrativo y de biblioteca ("los de Atrás") de la Sede Puerto Madryn de la UNPSJB.

Al Sr. Nestor García, director de conservación del ente provincial de turismo NATURATUR.

Al personal de las áreas de "Geología y Paleontología" y "Ecología de Zonas Áridas" del CENPAT -CONICET y a su director.

Al Dr. Sergio Saba por el último empujón.

Hay personas que si bien no se involucraron con el presente seminario, tuvieron que ver con el desarrollo de toda mi carrera:

Tengo que expresar un agradecimiento muy especial a la "Turca", por haberme rescatado del Anclamar; a la "Chu" por ser la primera mano que encontré en esta ciudad, a la "Robertita" por hacer que muchas cosas fueran más fáciles, al "Manatee" por ser directo responsable de más de uno de mis kilos y a Valeria Regnando por no olvidar nunca una amistad (a pesar del tiempo).

Al "Beto" Márcico por tantas horas de compañía en la computadora y a la Bayer por inventar la cafiaspirina.

Debo agradecer por último a los "innombrables" por que de ellos aprendí que es lo que no quiero ser ni hacer.