

ESTIMACION DEL SEXO EN POBLACIONES DEL SUR DE SUDAMERICA MEDIANTE FUNCIONES DISCRIMINANTES PARA EL FEMUR

*Marien Béguelin^{1,3}
Paula N. Gonzalez^{2,3}*

PALABRAS CLAVE: Dimorfismo sexual, Postcráneo, Aborígenes de Pampa y Patagonia, Análisis discriminante

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es desarrollar funciones discriminantes para estimar el sexo en poblaciones sudamericanas a partir de variables métricas del fémur. Con este fin se seleccionaron tres muestras de poblaciones aborígenes procedentes de: a) Sur de Patagonia (n=61), b) Norte de Patagonia y Sur de Pampa (n=94) y c) NE Pampa y Entre Ríos (n=51). Sólo se incluyeron los individuos que presentaban estructuras diagnósticas de la pelvis que fueron utilizadas para obtener una estimación confiable del sexo. Posteriormente, se relevaron nueve variables del fémur, cinco de las cuales (diámetro de la cabeza, longitud fisiológica, ancho epicondilar y diámetros antero-posterior y medio-lateral del centro de la diáfisis) fueron empleadas para generar funciones discriminantes a través del método stepwise forward. Estas funciones incorporaron diferentes combinaciones de las variables en las tres muestras. El sexo estimado con las funciones fue contrastado con su correspondiente, a partir de variables de la pelvis a fin de establecer la exactitud de las mismas. Los porcentajes de asignaciones correctas calculados mediante el método de validación cruzada fueron elevados en las tres muestras, variando en promedio entre el 80% y el 94%. Por lo tanto, los resultados obtenidos indican que la técnica desarrollada proporciona un estándar específico para las poblaciones del sur de Sudamérica y constituye una herramienta confiable para la estimación del sexo en muestras procedentes de las áreas analizadas. *Rev. Arg. Antrop. Biol.* 10(2): 55-70, 2008.

1 División Antropología. Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

2 Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

3 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.
e-mail: mbeguelin@fcnym.unlp.edu.ar

Correspondencia a: Lic. Marien Béguelin. Calle 115 N° 424 e/40 y 41. 1900 La Plata. Buenos Aires. Argentina.
e-mail: mbeguelin@fcnym.unlp.edu.ar

Recibido 24 Octubre 2008; aceptado 18 Diciembre 2008.

KEY WORDS: Sexual dimorphism, Postcranial skeleton, South American populations, Discriminant functions

ABSTRACT: The aim of this work is to develop discriminant functions to further assess sex in South American populations from femoral metric dimensions. Three samples of archaeological aboriginal populations were used: a) Southern Patagonia (n=61), b) Northern Patagonia and Southern Pampa (n=94), and c) Northeastern Pampa and Southern Entre Ríos (n=51). Only individuals with pelvic sex-diagnostic structures were included in the analysis. These structures were used to obtain a reliable estimation of sex. Then, nine femoral variables were measured, five of which (head diameter, bicondilar length, epicondilar breadth and midshaft antero-posterior and medio-lateral diameters) were employed to generate discriminant functions with the stepwise forward method. The combinations of variables incorporated by the functions were different in each sample. Functions-assessed sex was contrasted with pelvis-assessed sex in order to set the accuracy of the former. Percentages of correct classification, computed with the cross validation method, were high in all three samples, varying the mean values from 80% to 94%. Thus, results show that the developed technique provides a specific standard for Southern South American populations and constitutes a reliable tool for determining sex in local samples. *Rev. Arg. Antrop. Biol.* 10(2): 55-70, 2008.

INTRODUCCION

La estimación del sexo a partir de restos óseos, debido a su relevancia para el estudio de aspectos demográficos y adaptativos, resulta fundamental en el estudio de las poblaciones humanas del pasado (Steele y Bramblett, 2003). El dimorfismo sexual presenta un patrón de expresión distintivo a través de los diversos componentes esqueléticos como resultado de las diferencias ontogénicas y funcionales entre los mismos. En consecuencia, el grado de concordancia entre el sexo real y el estimado (*i.e.* exactitud) variará ampliamente entre los elementos osteológicos (Buikstra y Ubelaker, 1994; Meindl y Russell, 1998; Milner et al., 2000). En los individuos adultos, las estructuras anatómicas de la pelvis han sido consideradas como los indicadores sexuales más confiables dado su gran poder discriminante (Phenice, 1969; Lovejoy et al., 1985). Sin embargo, una serie de procesos y agentes de diversa naturaleza entre los que se incluyen las propiedades estructurales del hueso -las cuales varían en función del sexo y la edad de los individuos-, las prácticas de entierro, los procesos postdeposicionales y las prácticas de conservación de las muestras, frecuentemente conducen a la subrepresentación de estas estructuras (Bello et al., 2006; Barnes y Wescott, 2008). En este sentido, el desarrollo de estrategias tendientes a maximizar el número de individuos con sexo estimado requiere el empleo de estructuras anatómicas alternativas tales como el cráneo o los huesos largos.

Particularmente, el dimorfismo sexual en los huesos largos se vincula con el mayor tamaño corporal promedio que presentan los individuos masculinos con respecto a los femeninos (Bogin, 1988). Diversos estudios han señalado que la variación atribuible al sexo en los huesos largos se expresa en diferencias en la robustez, en las inserciones musculares y en variables de tamaño general. Dentro de estas últimas, las variables métricas que describen las diferencias de tamaño de las epífisis y las diáfisis, han sido ampliamente utilizadas para el desarrollo de funciones discriminantes que permitan asignar el sexo con un grado elevado de confiabilidad (Phenice, 1969; Bruzek, 2002).

La mayoría de las muestras óseas empleadas para desarrollar criterios de estimación sexual a partir de huesos largos, han sido obtenidas de poblaciones asignadas cronológicamente entre los siglos XV y XX y son principalmente de ancestría europea, africana o asiática (DiBennardo y Taylor, 1982; King et al., 1998; Mall et al., 2000; Asala, 2001; Šlaus et al., 2003; Purkait y Chandra, 2004; Sakaue, 2004). Las referencias disponibles para muestras americanas provienen de Norte y Centroamérica (Black III, 1978; Pfeiffer, 1979; Dittrick y Suchey, 1986; Wrobel et al., 2002; Ríos Frutos, 2003), mientras que existe una ausencia notable de datos para las poblaciones del sur del continente. Esto es especialmente relevante ya que la magnitud y patrón en el dimorfismo sexual pueden presentar importantes diferencias entre poblaciones (Eveleth, 1975; Hamilton, 1982; Frayer y Wolpoff, 1985) y en consecuencia, las funciones generadas a partir de tales muestras resultan de aplicación limitada o restringida. El objetivo de este trabajo es desarrollar funciones discriminantes específicas para estimar el sexo a partir de variables del fémur en poblaciones aborígenes del sur de Sudamérica.

MATERIAL Y METODOS

Con el fin de desarrollar criterios específicos de estimación sexual a partir de variables del fémur, se seleccionaron muestras óseas arqueológicas en las cuales sólo se incluyeron aquellos individuos que presentaban estructuras pélvicas diagnósticas. Empleando un criterio de proximidad geográfica y de similitud morfológica (Perez, 2006; Béguelin, 2008a), los individuos fueron agrupados en tres muestras: a) Sur de Patagonia Continental, desde el sur de la provincia de Chubut hasta el estrecho de Magallanes (SPC; n=61), b) Norte de Patagonia y Sur de Pampa, desde el centro de la provincia de Chubut hasta el sur de la provincia de Buenos Aires (NP-SPa; n=94) y c) Noreste de Pampa, en la región del Delta del río Paraná y adyacencias en la provincia de Entre Ríos (NEPa-ER; n=51). Las muestras analizadas provienen de colecciones óseas que poseen una alta diversidad en las formas de obtención, lo que resulta

en una gran heterogeneidad con relación a la calidad de los datos disponibles acerca de las condiciones de los hallazgos (v.g. localización geográfica de los entierros, características de los entierros, información contextual asociada, ubicación estratigráfica), así como de preservación y conservación. Dichas colecciones se crearon y crecieron por medio de donaciones, compra, recolecciones superficiales, acciones de salvataje, excavaciones sistemáticas recientes y excavaciones realizadas a fines del siglo XIX y principios del siglo XX. Si bien las muestras obtenidas en excavaciones recientes cuentan con información contextual más detallada y mejor estado de conservación que las obtenidas a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, el empleo de estas últimas resulta fundamental ya que en numerosos casos constituyen la única información disponible para determinado periodo temporal o lugar geográfico (Guichón y Suby, 2006; Bernal, 2008). En la Tabla 1 se indica el lugar donde se depositan actualmente las muestras, así como los tamaños muestrales por sexo. Para una descripción más detallada de las mismas ver Béguelin y Barrientos (2006), Béguelin (2008a, b) y Bernal (2008).

Tabla 1

Instituciones donde se encuentran depositadas las muestras

Muestra	Institución*	Masculinos	Femeninos
NEP-ER	MLP	20	13
	INAPL	11	7
	Total	31	20
NP-SPa	MLP	58	14
	INCUAPA	12	6
	MTV	1	2
	MRT	1	0
	Total	72	22
SPC	MLP	13	2
	INAPL	9	7
	DIPA	2	1
	MG	1	1
	MHE	4	3
	MNR	2	0
	MRT	5	1
	UNP	1	0
	IP	9	0
	Total	46	15

* MLP: Museo de La Plata. UNLP; INAPL: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Ciudad de Buenos Aires; DIPA: Departamento de Arqueología y Prehistoria. CONICET. Ciudad de Buenos Aires; INCUAPA: Núcleo de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano. Olavaria. UNC; MTV: Museo Gobernador Tello. Viedma. Río Negro; MG: Museo Regional Patagónico Profesor Antonio Garcés. Comodoro Rivadavia. Chubut; MRT: Museo Regional de Rada Tilly. Chubut; UNP: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Comodoro Rivadavia. Chubut; MHE: Museo del Hombre y su Entorno. Caleta Olivia. Santa Cruz; MNR: Museo Rosa Novak. San Julián. Santa Cruz; IP: Instituto de la Patagonia. Punta Arenas. Chile. NEP-ER: Noreste de Pampa y Entre Ríos; NP-SPa: Norte de Patagonia y Sur de Pampa; SPC: Sur de Patagonia Continental.

El primer paso en el análisis consistió en obtener una estimación del sexo para cada individuo a partir de observaciones morfológicas de distintas estructuras de la pelvis (Gonzalez, 2008). En particular, se consideraron los criterios propuestos por Phenice (1969) para la región subpúbica (*i.e.* arco ventral, concavidad subpúbica, rama isquiopúbica) como así también el ángulo de la escotadura ciática mayor (Buikstra y Ubelaker, 1994). El análisis conjunto de estos rasgos permite estimar el sexo con un porcentaje elevado de confiabilidad, superior al 90%.

En segundo lugar, se procedió al registro de variables morfométricas del fémur izquierdo de cada individuo mediante técnicas de la morfometría tradicional. En aquellos individuos que no contaban con el fémur izquierdo, este fue reemplazado por el lado derecho. Se seleccionaron 9 variables métricas (distancias lineales y perimétricas) (Tabla 2) siguiendo la metodología de Martin y Saller (1957) según las recomendaciones de Buikstra y Ubelaker (1994). Se emplearon, según los casos, calibre de corredera (0,01mm de precisión), cinta métrica y tabla osteométrica (0,1mm de precisión).

Tabla 2

VARIABLES RELEVADAS DEL FÉMUR

Variable	Abreviatura	Instrumental
Longitud máxima	FLM	Tabla osteométrica
Longitud bicondilar	FLB	Tabla osteométrica
Ancho epicondilar	FAE	Tabla osteométrica
Diámetro máximo de la cabeza	FDMC	Calibre
Diámetro antero-posterior subtrocantérico	FDSS	Calibre
Diámetro transversal subtrocantérico	FDTST	Calibre
Diámetro antero-posterior central de la diáfisis	FDS	Calibre
Diámetro transversal central de la diáfisis	FDT	Calibre
Perímetro central de la diáfisis	FCM	Cinta métrica

Debido a que diferentes factores postmortem conducen a una preservación diferencial de los materiales óseos en muestras arqueológicas, la existencia de datos perdidos constituye uno de los problemas más relevantes en estos estudios (Bernal, 2008). Por lo tanto, es necesario sustituir los valores perdidos por valores estimados a fin de obtener conjuntos de datos completos (*i.e.* cada caso debe presentar un valor para cada variable empleada) para efectuar los análisis morfométricos multivariados (Hair et al., 1999). El método de imputación de valores perdidos (Schafer y Graham, 2002) consiste en completar los datos perdidos con valores estimados a partir de un criterio particular. En este trabajo se empleó el método de imputación múltiple (IM) (Rubin, 1987) que permite reemplazar los datos perdidos por valores simulados. En la IM cada valor perdido es reemplazado por un conjunto de valores generados a partir de

los valores presentes de otras variables (Schafer, 1997; Schafer y Olsen, 1998). La imputación de valores perdidos se implementó mediante el método EM-estimation con matriz de correlación con el programa Systat 10.0.

A partir de los conjuntos completos de datos se estimó la media y el desvío estándar de todas las variables para cada muestra, por sexo. Asimismo, se evaluó la presencia de diferencias significativas a nivel intra muestral (*i.e.* entre los sexos) mediante el empleo de una prueba de diferencia de medias para muestras independientes.

Finalmente, con el objetivo de establecer el conjunto de variables que maximice las diferencias entre los individuos de ambos sexos, se realizó un análisis discriminante empleando el procedimiento stepwise forward (Hair et al., 1999). A partir de las variables seleccionadas se estimaron las funciones discriminantes y se obtuvieron las puntuaciones discriminantes para cada caso. Asimismo, se empleó el método de validación cruzada, en el cual cada caso es clasificado usando una función discriminante construida a partir de todos los casos excluyendo aquel que se va a clasificar, con el objetivo de establecer la confiabilidad en la clasificación de nuevos casos. Esto significa que para cada individuo el análisis se lleva a cabo con una muestra tomada de la muestra original (sin incluir el caso a clasificar) y se establece si fue correctamente clasificado. Los porcentajes de clasificación correcta en las categorías “femenino” y “masculino”, obtenidos de esta manera, fueron resumidos en tablas de clasificación. El punto de corte para clasificar individuos femeninos y masculinos de cada muestra, se calculó como el promedio de las puntuaciones discriminantes asignadas a cada individuo.

Para efectuar el análisis discriminante se evaluó en primer lugar la presencia de casos atípicos a través de métodos gráficos. Asimismo, se eliminaron aquellas variables altamente correlacionadas ($r \geq 0,9$), evitando así que la multicolinealidad entre las variables pudiera afectar los resultados (Hair et al., 1999). Siguiendo las sugerencias de Hair et al. (1999) respecto a los tamaños muestrales, se utilizó en cada muestra un mínimo de cinco observaciones por variable independiente. A su vez, el tamaño del grupo más pequeño fue mayor que el número de variables independientes.

RESULTADOS

La estimación del sexo a partir de las variables de la pelvis permitió establecer la composición sexual de las muestras. En la muestra del SPC se identificaron 47 individuos masculinos y 15 femeninos, en la muestra del NP-SPa, 71 masculinos y 23 femeninos y finalmente, en la muestra del NEPa-ER, 31 masculinos y 20 femeninos. Se observó una mayor representación de individuos masculinos en todas las muestras.

Las estadísticas univariadas para todas las medidas se presentan en la Tabla 3. La prueba de t para muestras independientes arrojó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sexos en las tres muestras para todas las variables (*i.e.* todas las dimensiones fueron significativamente mayores en masculinos que en femeninos).

Las variables correspondientes a las dimensiones de longitud máxima y diámetros anteroposterior y transversal del medio de la diáfisis fueron excluidas de los análisis ya que estaban altamente correlacionadas ($r > 0,9$) con la longitud bicondilar y con la circunferencia en el medio de la diáfisis, respectivamente.

Tabla 3

Media y desvío estándar (mm) de cada variable, por muestra y sexo

Variable	SPC		NP-SPa		NEP-ER	
	M	F	M	F	M	F
FLM	461,42*	431,50	453,97	416,70	461,91	417,73
	19,24	19,84	15,35	22,21	17,76	19,29
FLB	456,82	423,36	449,64	412,41	456,80	410,96
	19,88	21,32	15,34	20,73	17,54	19,92
FAE	83,43	75,71	83,83	73,58	82,50	70,94
	4,70	4,68	3,29	5,15	4,00	3,75
FDMC	49,58	44,75	48,72	42,87	48,37	41,66
	2,33	2,35	2,10	2,35	2,24	2,28
FDSS	28,29	25,29	26,91	23,45	27,56	24,18
	2,40	2,15	2,00	2,55	2,29	2,49
FDTS	34,83	31,25	34,14	30,53	33,14	29,16
	2,92	1,15	2,27	3,14	2,53	2,29
FDS	31,90	28,09	31,10	25,95	31,85	26,52
	2,80	1,71	1,96	1,87	2,57	2,51
FDT	28,68	25,65	28,04	25,32	28,04	24,64
	2,51	1,74	1,79	2,27	1,71	1,42
FCM	96,79	85,53	94,15	81,83	96,10	82,00
	7,63	5,30	5,09	5,60	6,01	4,94

* En cada fila el valor superior corresponde a la media de la variable y el inferior al desvío estándar. M: masculino; F: femenino.

Los resultados del análisis de función discriminante stepwise forward se pueden observar en la Tabla 4. En esta tabla se indican los valores de lambda de Wilks y de F para evaluar la capacidad discriminatoria de cada función y su significación esta-

dística. En todas las muestras la variable que describe el diámetro de la cabeza del fémur fue seleccionada por el análisis. A su vez, para la muestra SPC se seleccionó la longitud bicondilar; para la muestra NP-SPa, los diámetros del centro de la diáfisis y el ancho epicondilar y para el caso de NEPa-ER el ancho epicondilar y la longitud fisiológica. Las funciones discriminantes derivadas para cada muestra son:

Sur de Patagonia Continental:

$$(0.342*FDMC) + (0.014*FLB) -22.839$$

Norte de Patagonia-Sur de Pampa:

$$(0.286*FDMC) + (0.340*FDS) + (-0.179*FDT) + (0.056*FAE) -23.311$$

Noreste de Pampa-Entre Ríos:

$$(0.166*FDMC) + (0.131*FAE) + (0.015*FLB) -24.564$$

El punto de corte corresponde al 0 dado que las funciones están estandarizadas. Este valor puede ser empleado para estimar el sexo de cualquier individuo a partir de las funciones discriminantes arriba indicadas. La obtención de un valor o puntuación discriminante mayor que el punto de corte indica que el individuo analizado se clasifica como masculino, mientras que valores inferiores a ese punto indican su clasificación como femenino.

Tabla 4

Análisis de la función discriminante stepwise forward para cada muestra

Muestra	Variables en la función	Wilks	F	Coefficientes	Constante
SPC	FDMC	0,66	13,01	0,342	-22,839
	FLB	0,55	1,39	0,014	
NP-SPa	FDMC	0,35	12,96	0,286	-23,311
	FDS	0,38	23,89	0,340	
	FDT	0,32	4,63	-0,179	
	FAE	0,31	1,24	0,056	
NEPa-ER	FDMC	0,28	2,17	0,166	-24,564
	FAE	0,30	5,57	0,131	
	FLB	0,28	1,82	0,015	

En la Figura 1 se representan las puntuaciones discriminantes por sexo para cada muestra. Se observa una mayor superposición de los individuos femeninos y masculinos en la muestra del SPC (Figura 1c).

Los porcentajes de casos asignados correctamente, así como los resultados de la validación cruzada para cada muestra se indican en las Tablas 5, 6 y 7. En las muestras NP-SPa y NEPa-ER los porcentajes de asignaciones correctas con validación cruzada fueron superiores al 93% en ambos sexos, mientras que en la muestra SPC

fueron levemente inferiores (87% para masculinos y 80% para femeninos). Asimismo, en esta muestra, contrariamente a lo observado para las restantes, los individuos femeninos fueron mal clasificados en un porcentaje mayor de casos que los masculinos (Tabla 5).

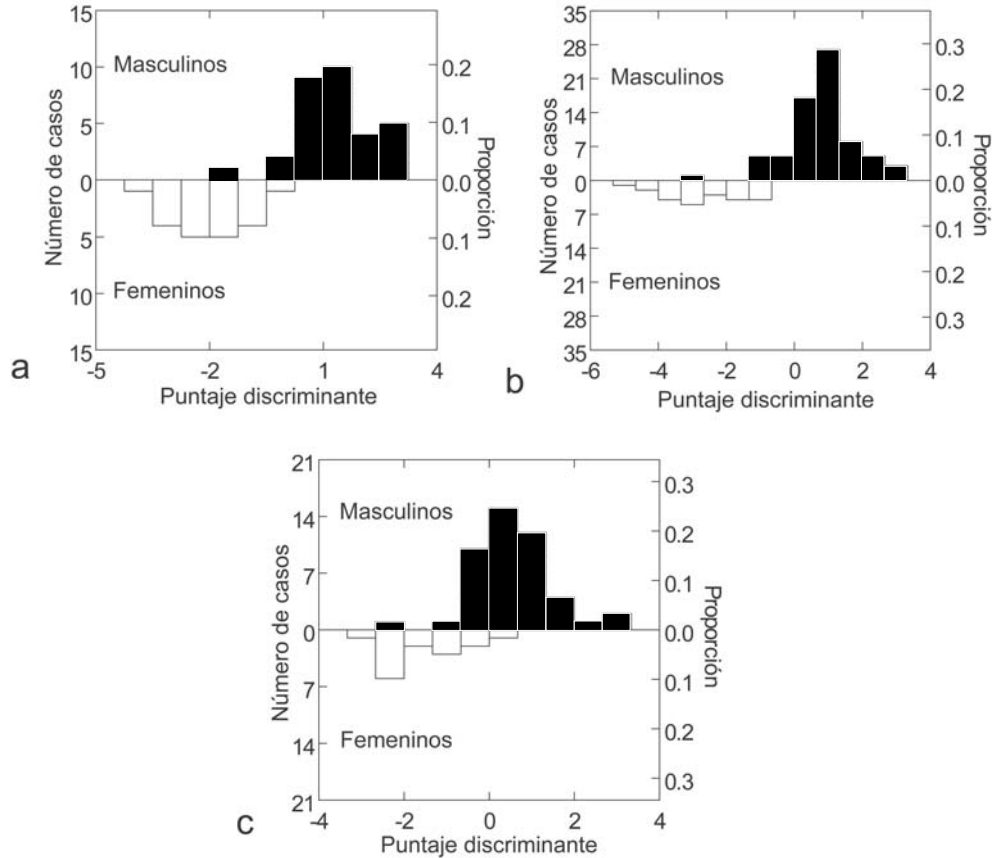


Figura 1

Puntuaciones discriminantes por sexo para cada muestra. a) Noreste de Pampa, en la región del Delta del río Paraná y adyacencias en la provincia de Entre Ríos; b) Norte de Patagonia y Sur de Pampa, desde el centro de la provincia de Chubut hasta el sur de la provincia de Buenos Aires y c) Sur de Patagonia (Continental), desde el sur de la provincia de Chubut hasta el Estrecho de Magallanes.

Tabla 5

Porcentaje de estimaciones correctas obtenidas a partir de las funciones discriminantes para la muestra SPC

Clasificación		Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado	
			M	F
Original	Recuento	M	41	5
		F	3	12
	%	M	89,1	10,9
		F	20,0	80,0
		Total	84,55	
Validación cruzada	Recuento	M	40	6
		F	3	12
	%	M	87,0	13,0
		F	20,0	80,0
		Total	83,5	

Tabla 6

Porcentaje de estimaciones correctas obtenidas a partir de las funciones discriminantes para la muestra de NP-SPa

Clasificación		Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado	
			M	F
Original	Recuento	M	68	3
		F	0	23
	%	M	95,8	4,2
		F	0	100,0
		Total	97,9	
Validación cruzada	Recuento	M	66	5
		F	0	23
	%	M	93,0	7,0
		F	0	100,0
		Total	96,5	

Tabla 7

Porcentaje de estimaciones correctas obtenidas a partir de las funciones discriminantes para la muestra de NEP-ER

Clasificación	Sexo	Grupo de pertenencia pronosticado		
		M	F	
Original	Recuento	M	29	2
		F	1	19
	%	M	93,5	6,5
		F	5,0	95,0
Total		94		
Validación cruzada	Recuento	M	29	2
		F	1	19
	%	M	93,5	6,5
		F	5,0	95,0
Total		94		

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados de las funciones discriminantes desarrolladas para las tres muestras indican que las variables métricas del fémur permiten estimar el sexo con un elevado grado de confiabilidad. Los porcentajes promedio de estimaciones correctas fueron superiores al 90% para las muestras del Noreste de Pampa-Entre Ríos y del Norte de Patagonia-Sur de Pampa (Tablas 6 y 7) y de alrededor del 84% para la muestra del Sur de Patagonia Continental (Tabla 5). Estos valores son similares a los obtenidos por otros autores a partir del análisis de variables del fémur en poblaciones de distinta procedencia geográfica y temporal (Steyn e Iscan, 1997; Mall et al., 2000; Wrobel et al., 2002). La única variable incluida en las funciones de las tres muestras fue el diámetro máximo de la cabeza del fémur (FDMC). Esto es consistente con diversos estudios que han obtenido altos niveles de identificación a partir del análisis univariado de esta medida (Mall et al., 2000). El elevado grado de dimorfismo en la cabeza del fémur estaría vinculado con la función de este hueso como sostén del peso del individuo. Dado que las dimensiones articulares son menos sensibles a las diferencias

en los patrones de actividad entre los individuos, tienden a reflejar las variaciones en la masa corporal con mayor precisión que las medidas de la diáfisis (Ruff, 1994). Efectivamente, existe una alta correlación positiva entre la masa corporal y el tamaño de la cabeza del fémur (Auerbach y Ruff, 2004). Teniendo en cuenta que dentro de las poblaciones humanas se registra un promedio de un 15% de dimorfismo sexual en la masa corporal (Ruff, 2002), es esperable que los individuos masculinos presenten mayores dimensiones en las variables que reflejan el tamaño de esta estructura.

Los resultados del análisis discriminante sugieren una expresión diferencial del patrón de dimorfismo sexual en las poblaciones prehistóricas analizadas, dado que las funciones fueron construidas a partir de distintas combinaciones de variables. Asimismo, se observó un mayor grado de dimorfismo en la muestra del Norte de Patagonia y NE Pampa-ER con relación a la del Sur de Patagonia, la cual presentó una gran superposición en las puntuaciones discriminantes de los masculinos y femeninos (Figura 1). Debido a que los rasgos sexualmente dimórficos son poligénicos, las causas de la variación inter-poblacional podrían atribuirse tanto a factores genéticos como no-genéticos (Stini, 1969; Hamilton, 1982; Frayer y Wolpoff, 1985). Entre los primeros puede incluirse la historia evolutiva de las poblaciones así como la adaptación a condiciones ambientales diferentes a través de la acción de la selección natural, mientras que los últimos refieren a cambios producidos durante la vida de los individuos en respuesta a factores ambientales. Dado que las poblaciones de las que proceden las muestras analizadas difieren en múltiples aspectos, cualquiera de los factores mencionados o una combinación de ellos, podría explicar la variación en el patrón y grado de dimorfismo encontrado en el fémur. La evaluación de los mismos excede los objetivos del presente trabajo y requiere la implementación de análisis comparativos tendientes a aislar las diversas fuentes de variación (Béguelin, 2008a). Para los fines de este trabajo es importante remarcar que como resultado de la acción de estos factores, las funciones discriminantes desarrolladas para una población sólo pueden ser utilizadas en poblaciones con alta afinidad biológica y que se encuentren bajo condiciones ambientales similares (Frayer y Wolpoff, 1985; King et al., 1998; Purkait y Chandra, 2004).

Finalmente, nuestros resultados muestran que cuando no se dispone de todo el esqueleto o de estructuras diagnósticas del sexo como la pelvis y el cráneo, las medidas del fémur resultan una alternativa adecuada para estimar el sexo. Esta situación es muy frecuente en el caso de las colecciones óseas formadas durante fines del siglo XIX y principios del XX en las cuales se ha perdido la unidad individual debido a que las prácticas de recolección y conservación de la época enfatizaban en la preservación del cráneo (v.g. colecciones del Museo de La Plata y Museo Etnográfico). En las investigaciones arqueológicas actuales la presencia de esqueletos desarticulados

puede resultar tanto de las prácticas mortuorias de los grupos aborígenes (v.g. osarios, entierros secundarios), como de factores postdeposicionales naturales y de la acción antrópica actual (v.g. remoción de los restos debido a tareas de construcción, labranza, etc.). Bajo tales circunstancias es fundamental contar con técnicas de estimación sexual confiables basadas en el análisis de unidades anatómicas individuales y específicas de la población en estudio como la presentada en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a las siguientes personas que gentilmente permitieron y facilitaron el acceso a las muestras utilizadas en este trabajo: Dr. Héctor Pucciarelli y Andrés Dibastiano del Museo de La Plata; Dr. Cristian Favier Dubois y Sra. Carolina Mariano del INCUAPA, Olavarría; Lic. Antonia Peronja del Museo Gobernador Eugenio Tello, Viedma; Lic. Hugo Pérez Ruiz del Museo Regional Patagónico Profesor Antonio Garcés, Comodoro Rivadavia; Lic. Gloria Arrigoni del Museo Regional de Rada Tilly; Lic. César Gribaudo del Museo del Hombre y su Entorno, Caleta Olivia; Lic. Marcela Villegas del Museo Regional Rosa Novak, San Julián; Dr. Alejandro Acosta, Dr. Daniel Loponte y Lic. Rafael Goñi del INAPL, Ciudad de Buenos Aires; Dr. Juan Bautista Belardi y Lic. Pamela Alvarez del Museo Regional Provincial Padre Manuel Jesús Molina, Río Gallegos; Lic. Mateo Martinic del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, Chile. A dos revisores anónimos por sus valiosos comentarios.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Asala SA (2001) Sex determination from the head of the femur of South African whites and blacks. *Forensic Sci. Int.* 117:15-22.
- Auerbach BM y Ruff CB (2004) Human body mass estimation: A comparison of “Morphometric” and “Mechanical” Methods. *Am. J. Phys. Anthropol.* 125:331-342.
- Barnes J y Wescott DJ (2008) Sex determination of Mississippian skeletal remains from humeral measurements. *Missouri Archaeologist* 68.
- Béguelin M (2008a) Variación Geográfica en la Morfología del Esqueleto Postcranial de las Poblaciones Humanas Prehispánicas de Pampa y Patagonia: Una Aproximación Morfométrica. Ms. de la Tesis Doctoral en archivo. CONICET. Ciudad de Buenos Aires.
- Béguelin M (2008b) Stature estimation in a Central Patagonian prehispanic population: development of new models considering specific body proportions. *Interna-*

- tional Journal of Osteoarchaeology (en prensa).
- Béguelin M y Barrientos G (2006) Variación morfométrica postcraneal en muestras tardías de restos humanos de Patagonia: una aproximación biogeográfica. *Intersecciones en Antropología* 7:49-62.
- Bello SM, Thomann A, Signoli M, Dutour O y Andrews P (2006) Age and sex bias in the reconstruction of past population structures. *Am. J. Phys. Anthropol.* 129:24-38.
- Bernal V (2008) Procesos de Diferenciación Biológica entre Poblaciones Humanas del Holoceno Tardío de Patagonia. Una Aproximación desde la Variación Métrica Dental. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Black III TK (1978) A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains: Femoral shaft circumference. *Am. J. Phys. Anthropol.* 48:227-231.
- Bogin B (1988) *Patterns of Human Growth*. Cambridge, Cambridge University.
- Bruzek J (2002) A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am. J. Phys. Anthropol.* 117:157-168.
- Buikstra J y Ubelaker D (1994) *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Fayetteville, AR, Arkansas Archeological Survey.
- DiBennardo R y Taylor JV (1982) Classification and misclassification in sexing the black femur by discriminant function analysis. *Am. J. Phys. Anthropol.* 58:145-151.
- Dittrick J y Suchey J (1986) Sex determination of prehistoric Central California skeletal remains using discriminant analysis of the femur and humerus. *Am. J. Phys. Anthropol.* 70:4-9.
- Eveleth P (1975) Differences between ethnic groups in sex dimorphism of adult height. *Ann. Hum. Biol.* 2:35-39.
- Frazer D y Wolpoff M (1985) Sexual dimorphism. *Ann. Rev. Anthropol.* 14:429-473.
- Guichón RA y Suby JA (2006) La colección del Museo de Historia Natural de Londres correspondiente a restos óseos humanos de Patagonia Austral. *Magallania* 34:47-56.
- Gonzalez PN (2008) *Morfometría Geométrica Aplicada al Análisis del Dimorfismo Sexual en Restos Óseos Humanos de Individuos Adultos y Subadultos*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Hair J, Anderson R, Tatham R y Black W (1999) *Análisis Multivariante*. Madrid, Pearson Educación.
- Hamilton ME (1982) Sexual dimorphism in skeletal samples. En Hall R (ed): *Sexual*

- Dimorphism in *Homo sapiens*. New York, Praeger, pp.107-163.
- King CA, Iscan YM y Loth SR (1998) Metric and comparative analysis of sexual dimorphism in the Thai femur. *J. Forensic Sci.* 43:954-958.
- Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR y Mensforth RP (1985) Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am. J. Phys. Anthropol.* 68:15-28.
- Mall G, Graw M, Gehring K y Hubig M (2000) Determination of sex from femora. *Forensic Sci. Int.* 113:315-321.
- Martin R y Saller K (1957) *Lehrbuch der Anthropologie*. Band 1. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.
- Meindl RS y Russell KS (1998) Recent advances in method and theory in paleodemography. *Ann. Rev. Anthropol.* 27:375-399.
- Milner G, Wood J y Boldsen J (2000) Paleodemography. En Katzenburg M y S Saunders (ed): *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. New York, Wiley-Liss, pp.467-497.
- Perez SI (2006) El Poblamiento Holocénico del Sudeste de la Región Pampeana: Un Estudio de Morfometría Geométrica Craneofacial. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Pfeiffer S (1979) Assignment of sex to adult femora from an Ossuary population. *Canadian Rev. Phys. Anthropol.* 1:55-62.
- Phenice T (1969) A newly developed visual methods of sexing os pubis. *Am. J. Phys. Anthropol.* 30:297-301.
- Purkait R y Chandra H (2004) A study of sexual variation in Indian femur. *Forensic Sci. Int.* 146:25-33.
- Ríos Frutos L (2003) Determinación métrica del sexo en esqueletos rurales indígenas guatemaltecos. En Laporte JP, B Arroyo, H Escobedo y H Mejía (eds): XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002. Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, pp.416-423.
- Rubin D (1987) *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*. New York, John Wiley.
- Ruff CB (1994) Morphological adaptation to climate in modern and fossil hominids. *Yearbook of Physical Anthropology* 37:65-107.
- Ruff CB (2002) Variation in human body size and shape. *Ann. Rev. Anthropol.* 31:211-232.
- Sakaue K (2004) Sexual determination of long bones in recent Japanese. *Anthropol. Sci.* 112:75-81.
- Schafer J (1997) *Analysis of Incomplete Multivariate Data*. London, Chapman & Hall.

- Schafer J y Graham J (2002) Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods* 7:147-177.
- Schafer J y Olsen M (1998) Multiple imputation for multivariate missing-data problems: a data analyst's perspective. *Multivariate Behavioral Research* 33:545-571.
- Šlaus M, Strinovic D, Škavic J y Petrovecki V (2003) Discriminant function sexing of fragmentary and complete femora: standards for contemporary Croatia. *J. Forensic Sci.* 48:509-512.
- Steele DG y Bramblett CA (2003) *The Anatomy and Biology of the Human Skeleton*. Texas A&M University Press, College Station.
- Steyn M y Iscan M (1997) Sex determination from the femur and tibia in South African whites. *Forensic Science International* 90:111-119.
- Stini WA (1969) Nutritional stress and growth: Sex difference in adaptative response. *Am. J. Phys. Anthropol.* 31:417-426.
- Wrobel GD, Danforth ME y Armstrong C (2002) Estimating sex of Maya skeletons by discriminant function analysis of long-bone measurements from the protohistoric Maya site of Tipu, Belize. *Ancient Mesoamerica* 13:255–263.