

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS PARA DETERMINAR EL SEXO EN POBLACIONES HUMANAS: ESTIMACIONES DIFERENCIALES A PARTIR DE LA PELVIS Y EL CRÁNEO EN UNA MUESTRA DE SAN JUAN, ARGENTINA

COMPARISON OF TECHNIQUES FOR DETERMINING SEX ON HUMAN POPULATIONS: DIFFERENTIAL ESTIMATIONS FROM PELVIS AND SKULL IN A SAMPLE OF SAN JUAN, ARGENTINA

Lumila Paula MENÉNDEZ^{1,2}; Federico LOTTO^{1,3}

¹División Antropología, Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Argentina. ²CONICET. ³Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

RESUMEN.

Tradicionalmente las determinaciones de sexo utilizadas en antropología se basan en la ponderación visual de rasgos osteológicos dimórficos del esqueleto pélvico y del cráneo. El objetivo de este trabajo es comparar determinaciones de sexo en poblaciones humanas arqueológicas, utilizando datos morfométricos craneales y determinaciones visuales realizadas a partir del esqueleto pélvico y del cráneo en una muestra de individuos de San Juan, Argentina. Esta muestra (n=18) está formada por un conjunto de individuos procedentes de distintos sitios de la Provincia de San Juan, depositados en el Museo de La Plata y Museo Etnográfico "J.B. Ambrosetti". Se registraron puntos 3D en el cráneo utilizando un digitalizador *Microscribe*[®] y se definieron seis conjuntos de datos morfométricos: cráneo completo, cara, bóveda, base, puntos dimórficos convencionales y mandíbula. Se cruzaron los conjuntos de datos morfométricos con determinaciones de sexo a partir del esqueleto pélvico y a partir del cráneo y se realizaron análisis de componentes principales para cada conjunto de datos morfométricos, clasificándolos mediante ambas determinaciones de sexo. Los resultados muestran que existen diferencias en la determinación del sexo debido a que el dimorfismo sexual se expresaría de forma desigual en distintas estructuras anatómicas, siendo la cara la estructura que permite una mejor discriminación entre sexos.

Palabras claves: determinación de sexo, dimorfismo sexual, morfometría geométrica, análisis de componentes principales.

ABSTRACT.

Traditionally, sex estimates used in anthropology are based on the visual weighting of dimorphic osteological traits of the pelvis and the skull. The aim of this study is to compare different sex estimates in archaeological human populations, using cranial morphometric data and visual estimates from the pelvis and skull, in a sample of individuals from San Juan, Argentina. The sample (n=18) includes individuals from different locations in the Province of San Juan, held at the *Museo de La Plata* and *Museo Etnográfico "J.B. Ambrosetti."* 3D landmarks were recorded in the skull using a *Microscribe*[®] digitizer and six morphometric data sets were analyzed: complete skull, face, vault, base, sexual dimorphism landmarks conventionally established and mandible. Morphometric data sets were compared to sex estimates from the pelvis and from the skull, and principal component analysis were conducted for each set of morphometric data, classified by both sex estimates. The results show that there are differences in sex determination because sexual dimorphism is expressed unequally in different anatomical structures, being the face the structure that allows a better discrimination between sexes.

Keywords: sex determination, sexual dimorphism, geometric morphometrics, principal component analysis.

Recibido junio 03, 2013 - Aceptado julio 15, 2013

* Correspondencia de autor: Lumila Paula Menéndez. División Antropología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. Paseo del Bosque s/n (CP1900). La Plata, Argentina. e-mail: lumilam@fcnym.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El principal patrón de variación entre los individuos adultos dentro de las poblaciones humanas es el dimorfismo sexual, definido como la expresión de un conjunto de características que se manifiestan diferencialmente en individuos masculinos y femeninos. Estas diferencias morfológicas observables entre los sexos se producen durante la ontogenia de los individuos y están relacionadas con cambios en los parámetros temporales y/o espaciales del crecimiento y desarrollo, siendo estos procesos observables en diferentes especies (1-6).

Existe una gran cantidad de estudios que han apuntado a la minuciosa descripción anatómica de aquellos rasgos considerados dimórficos en individuos adultos, y en menor medida en subadultos, con el fin de establecer determinaciones confiables del sexo en el marco de estudios forenses y bioarqueológicos (7-14). Estos estudios se han realizado a partir de grandes muestras, por lo que han sido considerados como modelos de referencia para la determinación del sexo en poblaciones de distintas partes del mundo. Sin embargo, los patrones de dimorfismo sexual varían de una población a otra (15-19), y los estándares sobre los que se basan los estudios pueden influir significativamente en los resultados.

La determinación del sexo en individuos adultos es usualmente abordada a través del estudio de la variación en tamaño y forma de diferentes estructuras óseas que presentan variación dimórfica. Si bien se han estudiado distintas unidades anatómicas, existe un amplio consenso en considerar al esqueleto pélvico y el cráneo como las dos estructuras más dimórficas del esqueleto (20). En particular, el esqueleto pélvico presenta los indicadores de sexo más confiables en el esqueleto humano (9). Se considera que más del 90% de las determinaciones de sexo basadas en un examen

cuidadoso del esqueleto pélvico deberían ser correctas (21). A su vez, la variación observada en el cráneo ha sido definida como un rango con un extremo masculino -en general de mayor tamaño y/o más robusto- y el otro femenino -en general de menor tamaño y/o más grácil-. Los rasgos convencionalmente considerados dimórficos se encuentran en la cara y en la bóveda craneana (22) que, debido a su extenso período de desarrollo, alcanzan su tamaño y forma adulta final relativamente tarde en la ontogenia. Por otro lado, diversos estudios indican que la base del cráneo, por sus características funcionales (*i.e.* constituye la estructura de soporte del cerebro y paso de nervios y vasos fundamentales para la vida), alcanza su tamaño y forma adulta en momentos relativamente tempranos en la ontogenia (23, 24).

Tradicionalmente, se han utilizado técnicas macroscópicas cualitativas para evaluar los cambios en tamaño y forma de determinadas estructuras. Estas técnicas de determinación visual siguen siendo ampliamente utilizadas ya que existe una gran disponibilidad de información sobre las mismas y una amplia tradición en su implementación, lo que favorece la replicabilidad de los resultados. Asimismo, dichas técnicas no requieren equipamiento específico y se pueden realizar las determinaciones rápidamente. Sin embargo, estas determinaciones tienen un grado de ambigüedad que puede estar influenciado por la subjetividad en la definición de las variables y la disponibilidad de imágenes de referencia (25) lo que a su vez influye negativamente en la replicabilidad. Recientemente se comenzaron a emplear técnicas de morfometría geométrica basadas en el registro de coordenadas en 2D y 3D sobre puntos anatómicos y contornos homólogos (*i.e. landmarks y semilandmarks sensu* 26, 27), que resultan adecuadas para el análisis del dimorfismo sexual (28) ya que permiten

describir y analizar independientemente la forma y el tamaño de las estructuras anatómicas al preservar las relaciones geométricas entre las variables (29). La variación sexual del esqueleto pélvico y de ciertas regiones del cráneo a lo largo de la ontogenia fueron abordadas mediante estas técnicas y se han propuesto métodos morfométricos específicos para las diferentes estructuras anatómicas que se consideran diagnósticas (28, 30).

El objetivo de este trabajo es comparar determinaciones de sexo en poblaciones humanas arqueológicas, utilizando datos morfométricos craneales y determinaciones visuales realizadas a partir del esqueleto pélvico y del cráneo en una muestra de individuos de San Juan, Argentina. Esta muestra fue caracterizada por pertenecer a una población que ha sido considerada agrícola o en transición a la agricultura a partir de un gran conjunto de evidencias arqueológicas (31), y los resultados de anteriores trabajos bioantropológicos han mostrado que presenta un alto grado de dimorfismo sexual (28). De acuerdo a las consideraciones anteriores, es esperable encontrar diferencias en el poder discriminante de los métodos empleados entre los conjuntos de datos morfométricos analizados ya que, como se mencionó, el esqueleto pélvico y el cráneo proveen, en distinto grado, información del sexo de los individuos. Asimismo, esperamos que existan mayores diferencias entre los conjuntos de datos morfométricos y las determinaciones realizadas mediante el esqueleto pélvico que entre los conjuntos de datos morfométricos y las determinaciones realizadas mediante el cráneo. Es decir, las asignaciones realizadas con morfometría geométrica y visualmente en el cráneo deben coincidir en mayor medida entre sí que con las realizadas en el esqueleto pélvico. Esto se debe a que los conjuntos de datos de la misma estructura son más similares entre sí que con los de otra estructura

ósea. Por último, esperamos encontrar una mejor discriminación utilizando el conjunto de puntos dimórficos convencionales que utilizando los de la base del cráneo, ya que han sido las variables tradicionalmente utilizadas que han arrojado determinaciones más precisas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Las determinaciones de sexo se realizaron sobre una muestra de cráneos y elementos del esqueleto pélvico de 18 individuos adultos provenientes de sitios arqueológicos de San Juan, Argentina (Calingasta, Jachal, Angualasto y Pachimoco). Los mismos fueron recolectados en expediciones realizadas a fines del siglo XIX y principios del siglo XX (32, 33). Actualmente, las piezas se encuentran depositadas en el Museo de La Plata (MLP) y Museo Etnográfico "J. B. Ambrosetti" de Buenos Aires (MBA). Este conjunto de individuos fue asignado al Holoceno tardío a partir de su contexto de entierro. Esta muestra fue seleccionada debido a que estudios previos indican que la muestra presenta un alto grado de dimorfismo sexual en ciertos indicadores del tamaño del cráneo, incluso superior al encontrado en otras poblaciones cazadoras-recolectoras de Patagonia (28). A los fines de este trabajo, se seleccionaron individuos que presentaran el cráneo completo sin deformación craneana y, preferentemente, con la mandíbula.

Metodología empleada

Se determinó el sexo de cada uno de los individuos a partir de los rasgos cualitativos tradicionalmente utilizados para la determinación del sexo en el esqueleto pélvico y cráneo independientemente, siguiendo las

sugerencias de Buikstra y Ubelaker (9). En la Tabla 1 se muestran los resultados de las determinaciones por cada método. Para la determinación del sexo a partir del esqueleto pélvico se consideró la concavidad ó ángulo subpúbico, el aspecto medial de la rama isquiopúbica, el arco ventral, la escotadura ciática mayor y el surco preauricular. La determinación del sexo a partir del cráneo fue realizada considerando la glabella, el proceso mastoideo, el arco superciliar, la tuberosidad frontal, la cresta nucal, los procesos cigomáticos, la protuberancia occipital externa y la eminencia mentoniana en los casos que la mandíbula estuvo presente.

Individuo	Museo	Determinación macroscópica cualitativa a través de esqueleto pélvico	Determinación macroscópica cualitativa a través del cráneo	Determinación mediante morfometría geométrica a partir del cráneo
1807	MLP	M	M	M
1808	MLP	F	M	F
1809	MLP	M	M	M
1810	MLP	M	M	M
1814	MLP	M	M	M
1815	MLP	M	M	M
1817	MLP	M	M	M
1818	MLP	M	M	M
1821	MLP	M	M	M
1823	MLP	M	M	M
1824	MLP	F	F	F
1825	MLP	F	F	M
1826	MLP	F	F	F
1830	MLP	F	F	F
1832	MLP	F	F	M
18697	MBA	F	F	F
19085	MBA	F	F	F
19129	MBA	F	F	F

Tabla 1. Determinación del sexo en los individuos de la muestra.
F: femenino, M: masculino, MBA: Museo Etnográfico de Buenos Aires, MLP: Museo de La Plata.

Los *landmarks*, seleccionados siguiendo a Howells (34) y Buikstra y Ubelaker (9), fueron relevados como coordenadas cartesianas en 3 dimensiones, empleando un brazo digitalizador MicroScribe G2X. Se registraron un total de 49 *landmarks* para describir la totalidad del cráneo y la mandíbula (Tabla 2). Estos *landmarks* se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 21 en la cara, 13 en la bóveda, 8 en la base de cráneo y 7 en la mandíbula (Fig. 1). Posteriormente, se definieron 6 conjuntos de datos morfométricos con los cuales se llevaron a cabo los análisis: a) cráneo completo, b) cara, c) bóveda, d) base, e) puntos dimórficos convencionales y f) mandíbula.

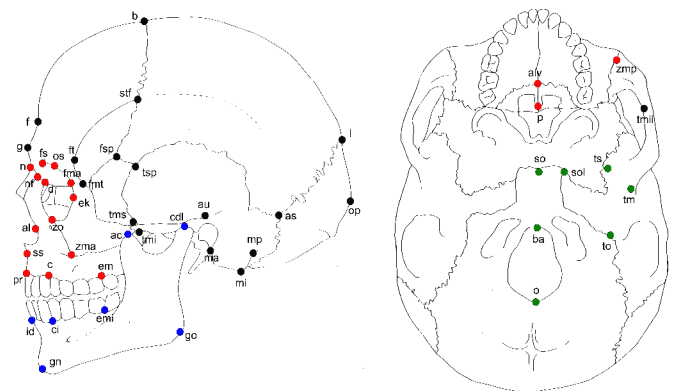


Figura 1. Landmarks relevados para el presente trabajo: cara (rojo), bóveda craneana (negro), mandíbula (azul) y base de cráneo (verde).

N	Abreviatura	Nombre	Conjunto de datos
1	n	Nasion	facial/dimórfico
2	nf	Nasofrontal	facial
3	ss	Subespinal	facial
4	al	Alar	facial
5	d	Dacrión	facial/dimórfico
6	fs	Foramen supraorbital	facial
7	os	Orbital superior	facial/dimórfico
8	fma	Frontomalar anterior	facial/dimórfico
9	ek	Ectoconquio	facial
10	zo	Cigorbital	facial/dimórfico
11	pr	Prostion	facial
12	c	Canino	facial
13	Em	Ectomolar	facial
14	p	Palatino	facial
15	alv	Alveolon	facial
16	fnt	Frontomalar temporal	facial
17	tms	Temporo-Malar superior	facial/dimórfico
18	tmi	Temporo-Malar inferior	facial/dimórfico
19	tmii	Temporo-Malar inferior interno	facial/dimórfico
20	zma	Cigomaxilar anterior	facial/dimórfico
21	zmp	Cigomaxilar posterior	facial/dimórfico
22	g	Glabella	bóveda/dimórfico
23	f	Frontex	bóveda/dimórfico
24	b	Bregma	bóveda
25	l	Lambda	bóveda
26	op	Opistocráneo	bóveda
27	ft	Frontotemporal	bóveda
28	stf	Estefanion	bóveda
29	fsp	Frontoesfenoparietal	bóveda
30	tsp	Temporoefenoparietal	bóveda
31	as	Asterion	bóveda
32	o	Opistion	base
33	ba	Basion	base
34	so	Esfeno-Occipital	base
35	sol	Esfeno-Occipital lateral	base
36	to	Temporooccipital	base
37	ts	Temporo-Esfenoides	base
38	tm	Temporo-Mandibular	base
39	au	Auricular	bóveda
40	ma	Mastoides anterior	bóveda/dimórfico
41	mi	Mastoides inferior	bóveda/dimórfico
42	mp	Mastoides posterior	bóveda/dimórfico
43	id	Infradental	mandíbula
44	ci	Canino inferior	mandíbula
45	emi	Ectomolar inferior	mandíbula
46	gn	Gnación	mandíbula
47	go	Gonion	mandíbula
48	cdl	Condilo	mandíbula
49	ac	Apofisis coronoides	mandíbula

Tabla 2. Abreviaturas y correspondientes nombres de los *landmarks* utilizados.

El conjunto de puntos dimórficos convencionales fue definido a partir de los rasgos considerados tradicionalmente dimórficos en la bibliografía. En función de esto se seleccionaron los siguientes 15 puntos: nasion, dacrion, orbital superior, frontomalar anterior, cigorbital, temporomalar inferior, temporomalar inferior interno, temporomalar superior, cigomaxilar anterior, cigomaxilar posterior, glabella, frontex, mastoideo anterior, inferior y posterior. Todos los *landmarks* bilaterales fueron registrados en el lateral izquierdo del cráneo y de la mandíbula.

Se emplearon métodos de morfometría geométrica para analizar los cambios en forma y tamaño del cráneo. Las coordenadas de forma (*i.e. shape*) fueron obtenidas mediante el empleo de una extensión del método de Superposición *Procrustes* Generalizado (26). Este método alinea las configuraciones de *landmarks* y elimina la información sobre el tamaño, la posición y orientación original de las coordenadas cartesianas (26, 27, 35). Una vez obtenidas las coordenadas *procrustes*, se realizó un análisis de componentes principales con el fin de reducir la dimensionalidad de las matrices de coordenadas de forma (36). Se utilizó la matriz de covariación ya que se consideró que no difieren las unidades y la escala entre las variables. En el presente trabajo se consideró que el primer componente principal resume la información sobre el tamaño de los cráneos estudiados.

Posteriormente, se realizó un análisis discriminante de dos grupos y se obtuvo una variable canónica que fue utilizada con el fin de evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los sexos, según el sexo determinado a partir de la evaluación macroscópica a partir de rasgos cualitativos del esqueleto pélvico y del cráneo.

Se utilizó la matriz de clasificación *jackknifed*, que realiza los cálculos a partir de remuestreos en lugar de las mismas observaciones. Los análisis fueron realizados con los programas MorphoJ (37) y R (38).

RESULTADOS

En primer lugar se compararon las determinaciones de los seis conjuntos de datos morfométricos con las realizadas mediante el esqueleto pélvico. Luego se compararon los seis conjuntos de datos con las determinaciones realizadas mediante el cráneo, y finalmente se calcularon variables canónicas para analizar el grado de asignaciones correctas de cada conjunto de datos morfométricos.

Se encontraron diferencias entre sexos cuando se compararon las determinaciones realizadas mediante el esqueleto pélvico con los seis conjuntos de datos morfométricos (Fig. 2). La magnitud de estas diferencias varía de acuerdo al conjunto de datos considerado. El cráneo completo y la bóveda presentan una distribución similar a lo largo de los dos primeros componentes principales (Figs. 2a y 2c). Si bien existe una leve separación de los individuos masculinos y femeninos a lo largo del primer componente principal, las muestras se encuentran mayormente superpuestas. Sin embargo, los dos primeros componentes principales de la bóveda explican un porcentaje mayor de variación que los del cráneo completo (36% y 35% respectivamente). En la cara (Fig. 2b) las principales diferencias entre las dos muestras se observan a lo largo del componente principal 2, aunque la variación explicada es menor que en el caso de la bóveda (32%). La mandíbula, base y los puntos dimórficos convencionales, presentan una distribución similar a lo largo de los dos primeros

componentes principales (Figs. 2d, 2e y 2f) aunque la variación explicada en la mandíbula es mayor (45%) que en los dos otros casos (37% en la base y 42% los puntos dimórficos convencionales).

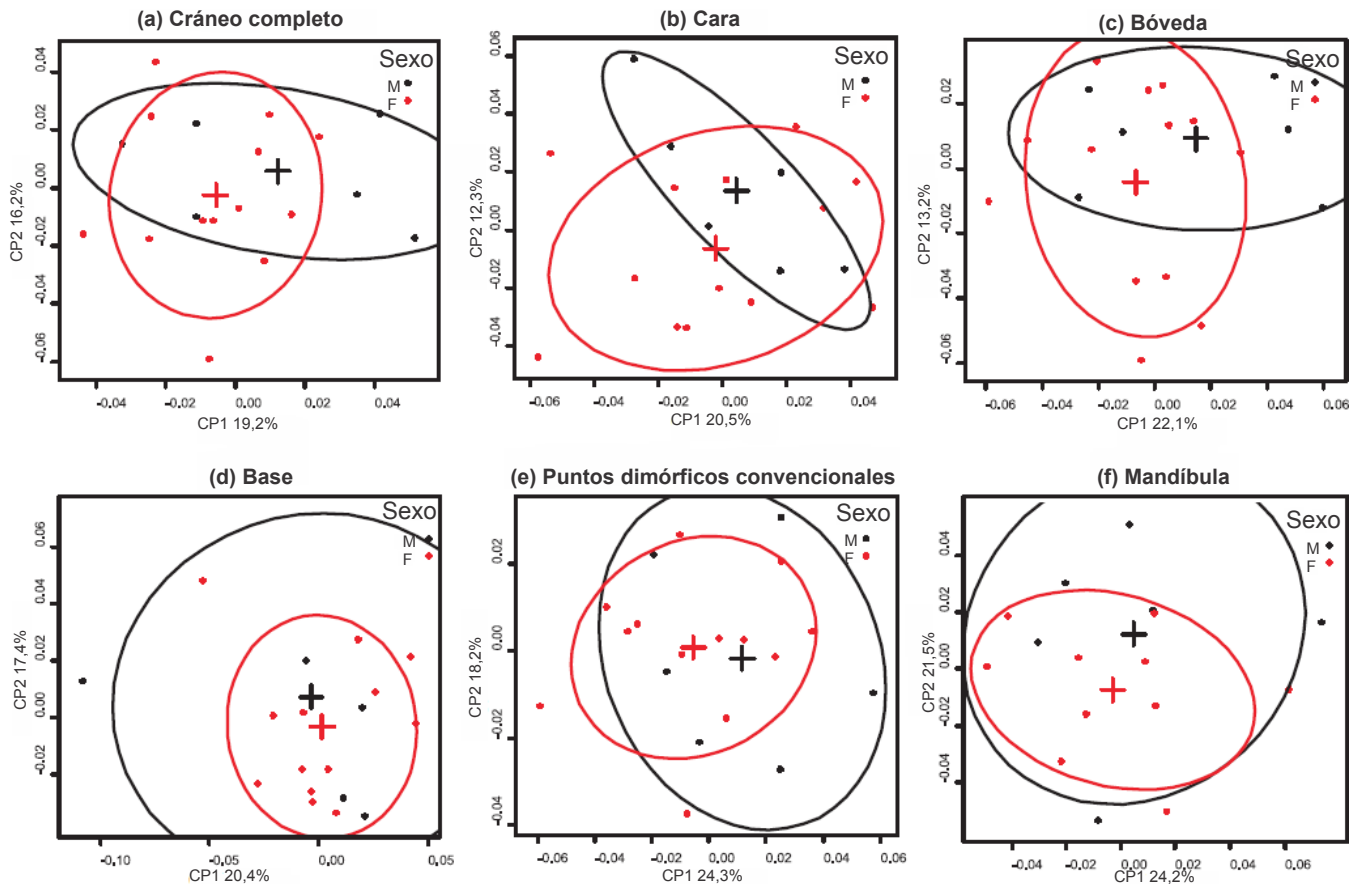


Figura 2. Análisis de Componentes Principales, individuos clasificados según determinación del sexo a partir del esqueleto pélvico. En: a) cráneo completo, b) cara, c) bóveda, d) base, e) puntos dimórficos convencionales, y f) mandíbula.

También se encontraron diferencias entre sexos cuando se compararon las determinaciones realizadas mediante el cráneo con los seis conjuntos de datos morfométricos (Fig. 3). Al igual que en la determinación del esqueleto pélvico, la magnitud de estas diferencias varía de acuerdo al conjunto de datos considerado. Las muestras presentan una distribución similar entre sí a lo largo de los dos primeros componentes principales del cráneo completo, la cara y la bóveda (Figs. 3a, 3b y 3c), siendo la variación explicada por estos dos componentes de 30%, 36% y 38% respectivamente.

Cuando se cruzan los conjuntos de datos morfométricos con la determinación realizada mediante el cráneo, la separación entre sexos es mayor entre el componente principal 1 y el componente principal 2 que cuando se inspeccionó otros componentes, con excepción de la mandíbula. En este caso, si bien la separación entre sexos es leve a lo largo de los componentes principales 1 y 2 (Fig. 3f), a lo largo de los CP2 y CP3 es notablemente mayor. Es decir, a diferencia de los demás conjuntos de datos, la mandíbula es el único caso donde el tamaño no es el principal

componente de la variación dimórfica del rasgo. Cabe destacar que los primeros tres CP de la mandíbula expresan más del 70% de la variación de la distribución.

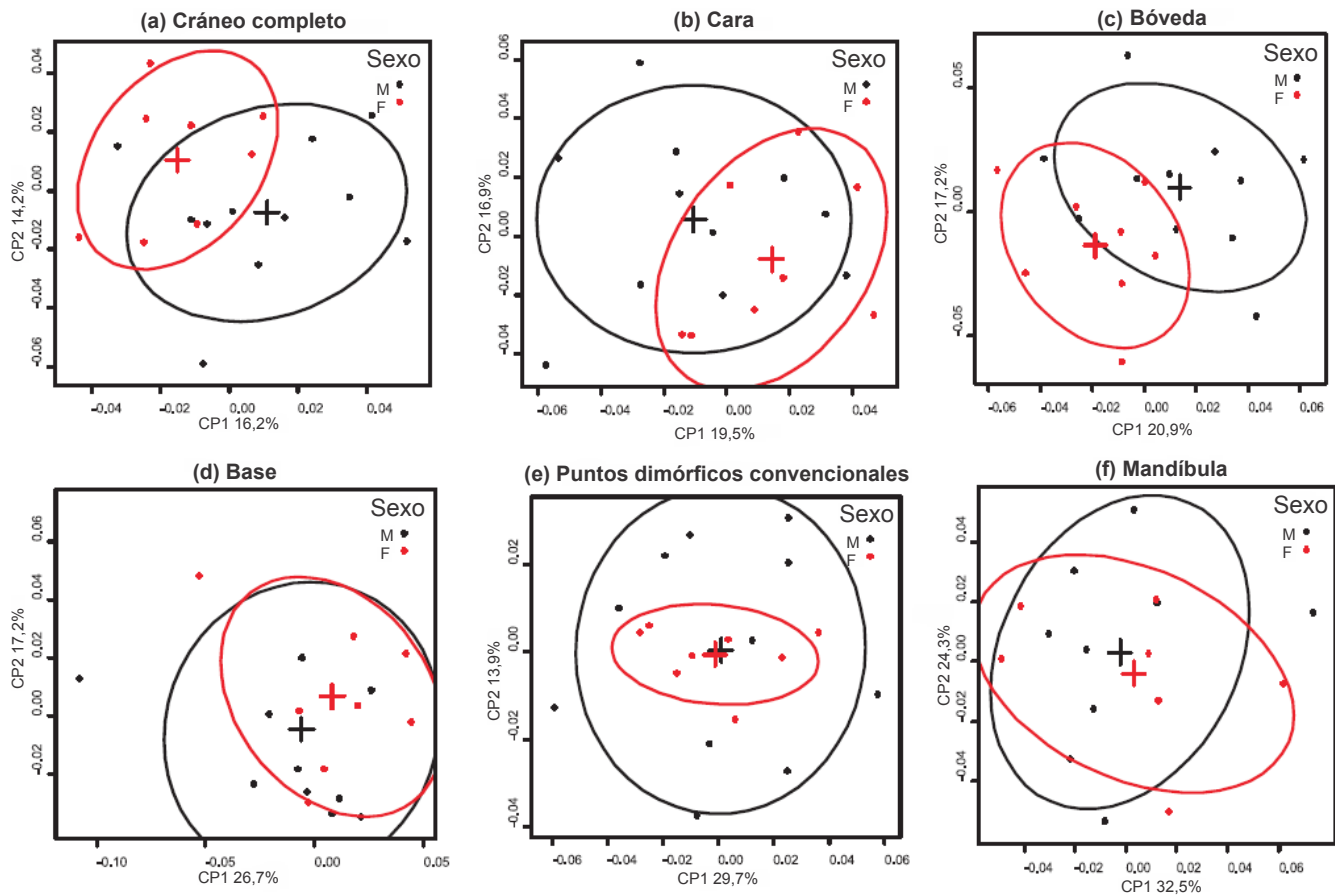


Figura 3. Análisis de Componentes Principales, individuos clasificados según determinación del sexo a partir de cráneo. En: a) cráneo completo, b) cara, c) bóveda, d) base, e) puntos dimórficos convencionales, y f) mandíbula.

Los resultados de los análisis de variables canónicas muestran una gran variación en cuanto al grado de asignaciones coincidentes obtenidas. La Tabla 3, muestra los resultados de la matriz de clasificación del análisis discriminante para cinco conjuntos de datos morfométricos: cráneo completo, cara, bóveda craneana, puntos dimórficos convencionales y mandíbula. Se excluyó la base de cráneo de este análisis debido a que este conjunto de datos presentó una leve separación entre sexos. La separación más clara entre individuos de acuerdo al sexo determinado a partir del

cráneo se observa entre los conjuntos de datos de la bóveda craneana, seguida de puntos dimórficos convencionales del cráneo y cráneo completo. Cuando el sexo fue determinado mediante el esqueleto pélvico los conjuntos de datos con un mayor porcentaje de asignaciones coincidentes fueron el de la cara y el de la mandíbula. Se puede observar que las asignaciones coincidentes para los conjuntos de datos determinados a partir del cráneo presentan valores bajos (58 a 69%), mientras que las determinadas a partir del esqueleto pélvico, presentan porcentajes de asignaciones

correctas más altas, pero con un gran variación (26 a 95%). Es decir, las asignaciones realizadas mediante el esqueleto pélvico coincidieron en mayor medida que las realizadas mediante el cráneo.

Determinaciones del sexo realizadas mediante el cráneo															
Cráneo completo				Cara			Bóveda craneana			Puntos dimórficos convencionales			Mandíbula		
f	m	% asignaciones coincidentes		f	m	% asignaciones coincidentes		f	m	% asignaciones coincidentes		f	m	% asignaciones coincidentes	
f	5	6	45	f	4	7	36	f	6	5	55	f	7	4	64
m	2	6	75	m	1	7	88	m	3	5	63	m	2	6	75
total	7	12	58	total	5	14	58	total	9	10	58	total	9	10	68
Determinaciones del sexo realizadas mediante la pelvis															
Cráneo completo				Cara			Bóveda craneana			Puntos dimórficos convencionales			Mandíbula		
f	m	% asignaciones coincidentes		f	m	% asignaciones coincidentes		f	m	% asignaciones coincidentes		f	m	% asignaciones coincidentes	
f	2	4	33	f	6	0	100	f	0	6	0	f	2	4	33
m	8	5	38	m	1	12	92	m	8	5	38	m	6	7	54
total	10	9	37	total	7	12	95	total	8	11	26	total	8	11	47

Tabla 3. Matriz de clasificación del análisis discriminante.

DISCUSIÓN

Las diferencias halladas en la determinación del sexo se deberían a que el dimorfismo sexual se expresa de forma desigual en distintas estructuras anatómicas, siendo la cara la estructura que permitió una mejor discriminación entre los sexos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo confirman que considerando diferentes conjuntos de datos morfométricos, se observan diferencias en el poder discriminante de los métodos utilizados, tanto al considerar las determinaciones realizadas a partir del esqueleto pélvico como del cráneo. Si bien la mayoría de los trabajos coinciden en que determinadas unidades anatómicas o regiones del cráneo no expresan dimorfismo sexual (e.g. base), las que lo hacen pueden presentar diferentes grados de dimorfismo, específicos para cada caso (*i.e.*, algunas estructuras presentan mayor ambigüedad que otras en la expresión del dimorfismo en distintas poblaciones) (39). La mandíbula es una unidad anatómica consi-

derada altamente dimórfica (30, 40, 41). Nuestros resultados coinciden con estos antecedentes, ya que la mandíbula permitió el mayor porcentaje de asignaciones correctas.

Encontramos que la distribución de los casos a lo largo de los dos primeros componentes muestra, en general, mayor separación cuando analizamos los conjuntos de datos morfométricos a partir de las determinaciones realizadas mediante el cráneo que las realizadas mediante el esqueleto pélvico. Esto coincide con la observación de que las determinaciones realizadas mediante el esqueleto pélvico tienen menores coincidencias con los conjuntos de datos morfométricos que las determinaciones realizadas mediante el cráneo. Al contrario de lo esperado, en términos generales, las determinaciones realizadas mediante el esqueleto pélvico presentan mayores porcentajes de coincidencia con los conjuntos de datos morfométricos. Si bien las determinaciones realizadas

sobre el cráneo presentan porcentajes de asignaciones coincidentes con valores porcentuales medios, las determinaciones mediante el esqueleto pélvico presentan un gran rango de variación en la clasificación con los valores más bajos y más altos. Esto se podría deber al mayor poder discriminante que presenta el esqueleto pélvico en relación al cráneo tal como fue mencionado anteriormente.

Cuando se comparan las determinaciones del cráneo con los conjuntos de datos morfométricos entre sí, se puede observar que en los conjuntos de puntos dimórficos convencionales y de la base del cráneo las muestras se separan en un menor grado. Dichos conjuntos presentan una distribución similar donde los individuos de ambos sexos se encuentran superpuestos, aunque con una leve separación cuando se consideran los puntos dimórficos convencionales determinados mediante el esqueleto pélvico. La cara es el conjunto de datos que presenta mayor poder de discriminación entre los sexos, seguida de la bóveda y la mandíbula.

Cabe destacar que pese a que la muestra estudiada pertenece a una población considerada agrícola, manifiesta un alto grado de dimorfismo. En general, se espera que las poblaciones agrícolas exhiban un menor grado de dimorfismo que las poblaciones cazadoras-

recolectoras, ya que las primeras estarían expuestas a condiciones de estrés nutricional que llevarían a una reducción general del tamaño a expensas de los individuos masculinos (17, 42, 43). Esta reducción general del tamaño y del dimorfismo sería observable también a nivel de estructuras particulares tales como el cráneo y el esqueleto pélvico (44, 45). En los resultados del presente trabajo, no se observa dicha reducción del dimorfismo, ya que existen considerables diferencias entre la muestras, particularmente en la cara, seguida de la bóveda y mandíbula. Estos resultados indican que dicha diferenciación podría reflejar la acción de factores ambientales que actuaron sobre estas poblaciones acentuando el dimorfismo en determinadas estructuras. Aún deben realizarse estudios en profundidad para indagar la relación entre el grado de expresión del dimorfismo sexual en determinadas estructuras anatómicas, variables ambientales relevantes y la historia evolutiva de las poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Iván Pérez, Paula González y Valeria Bernal por la lectura crítica del manuscrito y sus enriquecedoras sugerencias que ayudaron a mejorarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Berdnikovs S (2005) Evolution of Sexual Dimorphism in Mustelids. Tesis Doctoral Inédita. University of Cincinnati, Cincinnati, Estados Unidos.
2. Blanco MB, Godfrey LR (2006) Craniofacial Sexual Dimorphism in *Alouatta palliata*, the mantled howling monkey. *J Zool* 270 (2): 268-276.
3. Bulygina E, Mitteroecker P, Aiello L (2006) Ontogeny of Facial Dimorphism and Patterns of Individual Development Within One Human Population. *Am J Phys Anthropol* 131: 432-443.
4. Leigh SR (1992) Patterns of Variation in the Ontogeny of Primate Body Size Dimorphism. *J Hum Evol* 23 (1): 27-50.
5. Shea BT (1985) Bivariate and Multivariate Growth Allometry: Statistical and Biological Considerations. *J Zool* 206 (3): 367-390.
6. Shea BT (1986) Ontogenetic Approaches to Sexual Dimorphism in Anthropoids. *J Hum Evol* 1 (2): 97-110.
7. Albanese J (2003) A Metric Method for Sex Determination using the Hipbone and the Femur. *J Forensic Sci* 48: 1-11.
8. Bruzek J (2002) A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone. *Am J Phys Anthropol* 117: 157-168.
9. Buikstra J, Ubelaker D (1994) Standards for Data Collection From Human Skeletal Remains. *Arkansas Archaeological Survey Research Series* 44, Fayetteville, Estados Unidos.

10. Molleson T, Cruse K, Mays S (1998) Some Sexually Dimorphic Features of the Human Juvenile Skull and their Value in Sex Determination in Immature Skeletal Remains. *J Archaeol Sci* 25: 719-728.
11. Phenice TW (1969) A Newly Developed Visual Method of Sexing the Os Pubis. *Am J Phys Anthropol* 30 (2): 297-301.
12. Schutkowski H (1993) Sex Determination of Infant and Juvenile Skeletons: I. Morphognostic Features. *Am J Phys Anthropol* 90 (2): 199-205.
13. Walrath DE, Turner P, Bruzek J (2004) Reliability Test of the Visual Assessment of Cranial Traits for Sex Determination. *Am J Phys Anthropol* 125: 132-137.
14. Washburn SL (1948) Sex Differences in the Pubic Bone. *Am J Phys Anthropol* 6 (2): 199-208.
15. Eveleth PB (1975) Differences between ethnic groups in sex dimorphism of adult height. *Ann Hum Biol* 2:35-39.
16. Frayer DW, Wolpoff MH (1985) Sexual dimorphism. *Ann Rev Anthropol* 14: 429-473.
17. Hamilton ME (1982) Sexual Dimorphism in Skeletal Samples. En *Sexual dimorphism in Homo sapiens*, Hall R (ed) Praeger, Nueva York, Estados Unidos, pp: 107-163.
18. Oxnard CE (1983) Sexual dimorphism in the overall proportions of primates. *Am J Primatol* 4:1-22.
19. Vick AE (2005) Sexual dimorphism and the transition to agriculture a meta-analysis. Tesis inédita. Universidad de Florida.
20. Meindl RS, Russel KS (1998) Recent Advances in Method and Theory in Paleodemography. *Annu Rev Anthropol* 27: 375-399.
21. Ubelaker DH (1978) Human Skeletal Remains. Excavation, Analysis, Interpretation. Aldine Manuals in Archaeology, Chicago, Estados Unidos.
22. Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M (1977-79) Raccomandazioni per la determinazione dell'età e del sesso sullo scheletro. *Rivista di Antropologia* 60: 5-51.
23. Cheverud JM (1995) Morphological integration in the saddle-back tamarin (*Saguinus fuscicollis*) cranium. *Am Nat* 145: 63-89.
24. Lieberman DE, Pearson OM, Mowbray KM (2000) Basicranial influence on overall cranial shape. *J Hum Evol* 38: 291-315.
25. Gonzalez PN, Bernal V, Perez I (2009) Analysis of Sexual Dimorphism of Craniofacial Traits Using Geometric Morphometrics Techniques. *Int. J. Osteoarchaeol* 21(1): 82-91.
26. Bookstein FL (1991) Morphometric Tools for Landmark Data. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.
27. Bookstein FL (1997) Landmark Methods for Forms Without landmarks: Localizing Group Differences in Outline Shape. *Med Image Anal* 1: 225-243.
28. Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE (2004) Geometric Morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Ital J Zool* 71:5-16.
29. Gonzalez PN (2008) Morfometría Geométrica aplicada al Análisis del Dimorfismo Sexual en Restos Óseos Humanos de Individuos Adultos y Subadultos. Tesis Doctoral Inédita. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
30. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I (2007) Sexual Dimorphism and Population Variation in the Adult Mandible. *Forensic Application of Geometric Morphometrics. Forensic Sci Med Pathol* 3 (1): 15-22.
31. Gambier M, Michieli CT, Iantanos N (1988) La fase cultural Punta del Barro. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.
32. Lehman-Nitsche R (1910) Catálogo de la Sección Antropología del Museo de La Plata. Imprenta Coni Hnos, Buenos Aires, Argentina.
33. Catálogo Antropología Física (1988) Inventario de colecciones de antropología biológica del Museo Etnográfico "J.B. Ambrosetti". Inédito.
34. Howells WW (1973) Cranial Variation in Man: A Study by Multivariate Analysis of Patterns of Difference among Recent Human Populations. Papers of the Peabody Museum no. 67. Harvard University Press, Cambridge, Inglaterra.
35. Perez SI, Bernal V, Gonzalez PN (2006) Differences Between Methods of Sliding Semi-Landmarks: Its Importance in Human Population Analysis. *J Anat* 208: 769-784.
36. Mitteroecker P, Bookstein FL (2009) The Ontogenetic Trajectory of the Phenotypic Covariance Matrix, with examples from craniofacial shape in rats and humans. *Evolution* 63 (3): 727-737.
37. Klingenberg CP (2011) MorphoJ: An Integrated Software Package for Geometric Morphometrics. *Mol Ecol Resour* 11 (2): 353-357.
38. R Core Team (2012) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 39.
39. Buikstra J, Mielke J (1985) Demography, diet and health. En: *The analysis of prehistoric diets*, Gilbert RI, Mielke J (ed), pp: 191-223.
40. Steyn M, Iscan MY (1998) Sexual dimorphism in the crania and mandibles of South African whites. *Forensic Sci Int* 98 (1-2): 9-16.
41. Loth SR, Henneberg M (1996) Mandibular ramus flexure: a new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *Am J Phys Anthropol* 99 (3): 473-485.
42. Gray JP, Wolfe LD (1980) Height and Sexual Dimorphism of Stature Among Human Societies. *Am J Phys Anthropol* 53: 441-456.
43. Stini WA (1969) Nutritional Stress and Growth: Sex Difference in Adaptive Response. *Am J Phys Anthropol* 31(3): 417-426.
44. Dahinten SL, Pucciarelli HM (1986) Variations in Sexual Dimorphism in the Skulls of Rats subjected to Malnutrition, Castration and Treatment with Gonadal Hormones. *Am J Phys Anthropol* 71 (1): 63-67.
45. Pucciarelli HM (1980) The Effect of Race, Sex and Nutrition on Craniofacial Differentiation in Rats. A Multivariate Analysis. *Am J Phys Anthropol* 53: 359-368.