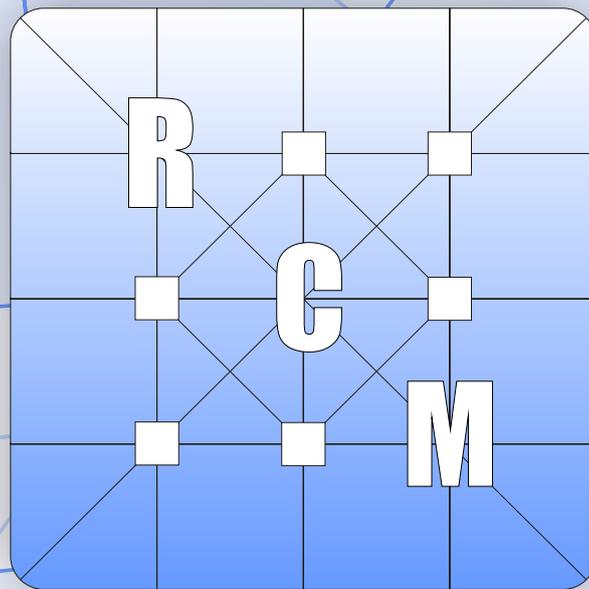


ISSN 1851-7862
Volumen XV N° 1



CIENCIAS MORFOLÓGICAS

Publicación periódica de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de la Plata

Junio 2013

CIENCIAS MORFOLÓGICAS

Revista de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata
Publicación periódica de trabajos científicos del área de la Morfología

EDITOR CIENTÍFICO

Dr. Claudio G. Barbeito. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Rocío García Mancuso. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Med. Vet. Pedro Fernando Andrés Laube. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Dra. Marcela García. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Dra. Silvia E. Plaul. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

COMITÉ DE POLÍTICA EDITORIAL

Dra. Graciela Navone. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dr. Mario Restelli. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Dra. Susana Salceda. Universidad Nacional de La Plata. CIC. Argentina.

PhD Gustavo Zuccolilli. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

CONSEJO CIENTÍFICO EDITORIAL

Dra. María del Carmen Carda Batalla. Universidad de Valencia. España.

Dra. Ana Lía Errecalde. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

MSc Antonio Felipe. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Dra. María Teresa Ferrero. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

MSc Stella Maris Galván. Universidad Nacional del Litoral. Argentina.

PhD Eduardo Gimeno. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dra. María Elsa Gómez de Ferraris. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Dra. Alda González. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

PhD Ben Hanelt. Universidad de Nebraska. Estados Unidos.

Dr. Daniel Lombardo. Universidad Nacional de Buenos Aires. Argentina.

Dra. Inés Martín Lacave. Universidad de Sevilla. España.

Dra. Marta Graciela Méndez. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dr. Hugo Ortega. Universidad Nacional del Litoral. CONICET. Argentina.

Dr. Martí Pomarola. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Dr. Enrique Portiansky. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dra. Sara Sánchez. Universidad Nacional de Tucumán. CONICET. Argentina.

PhD Andreas Schmidt-Rhaesa. Biekefeld. Alemania.

Dr. Eduardo Tonni. Universidad Nacional de La Plata. CIC. Argentina.

Dra. Irene von Lawzewitzch. Universidad Nacional de Buenos Aires. CONICET. Argentina.

Dr. Mauricio Zamponi. Universidad Nacional de Mar del Plata. CONICET. Argentina.

Propiedad: Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata.

Sede: Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Distribución: Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata.

CIENCIAS MORFOLÓGICAS

Publicación periódica de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata

AÑO 2013, Vol. 15, N° 1

ÍNDICE

TRABAJOS ORIGINALES

- Rocío GARCÍA-MANCUSO; Paula N GONZÁLEZ
RECONOCIMIENTO DE RASGOS DIMÓRFICOS EN ILION INFANTIL MEDIANTE EL
USO DE MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA 1-11
- Lumila Paula MENÉNDEZ; Federico LOTTO
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..... 12-21
- #### RESUMEN DE TESIS
- María Laura GARRO
DEPILADO ENZIMÁTICO CONSERVADOR DEL PELO: INJURIA QUÍMICA Y MECÁNICA
DE LA EPIDERMIS PARA INCREMENTAR LOS PROCESOS DIFUSIVOS..... 22-23
- Bárbara DESÁNTOLO
VALIDACIÓN METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE EDAD EN RESTOS ÓSEOS
HUMANOS ADULTOS: ANÁLISIS HISTOMORFOMÉTRICO..... 24-27

EDITORIAL

Hacia otros caminos

Recuerdo cuando se acercó María Laura Garro a proponerme participar de su trabajo de tesis DEPILADO ENZIMÁTICO CONSERVADOR DEL PELO: INJURIA QUÍMICA Y MECÁNICA DE LA EPIDERMIS PARA INCREMENTAR LOS PROCESOS DIFUSIVOS, inicialmente como codirector. Me sorprendió. Yo como histólogo me sentí extraño, trabajando en conjunto con expertos de la industria del cuero. Hoy esa tesis ya fue defendida, y se presenta su resumen en este número de Ciencias Morfológicas. Todos estos años me fueron mostrando, a partir de este trabajo y muchos otros, como la morfología es un pilar para áreas del conocimiento muy diversas.

Sin dudas una de las ciencias en las que la morfología otorga conocimientos indispensables es la Antropología Biológica. El resto de este número de Ciencias Morfológicas incluye trabajos en los que las bases morfológicas son el sustento para alcanzar una aplicación antropológica directa. Al respecto, el otro resumen de tesis que se presenta es VALIDACIÓN METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE EDAD EN RESTOS ÓSEOS HUMANOS ADULTOS: ANÁLISIS HISTOMORFOMÉTRICO de Bárbara Desántolo, como en el caso del trabajo de Garro nuevamente el conocimiento de la estructura tisular permite resolver problemas cuyos objetivos parecen lejanos a la propia Histología. Los dos artículos restantes utilizan la morfología para estudiar aspectos relacionados con el dimorfismo sexual y la determinación del sexo en restos óseos, estos trabajos son: RECONOCIMIENTO DE RASGOS DIMÓRFICOS EN ILION INFANTIL MEDIANTE EL USO DE MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA de García Macuso y González, y 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 de Menéndez y Lotto. En el primero de ellos el uso de morfometría geométrica permite encontrar diferencias de género en el Ilión de individuos aún no maduros, en los que la morfología clásica no permite hallarlas. En el artículo de Menéndez y Lotto se comparan técnicas para determinación de sexo de restos óseos y también se determinó cual es la región ósea más útil para ese fin.

Los invito a introducirse nuevamente en estos caminos, a veces impensados, a los que nos llevan las Ciencias Morfológicas.

Claudio G. Barbeito
Editor Científico

RECONOCIMIENTO DE RASGOS DIMÓRFICOS EN ILION INFANTIL MEDIANTE EL USO DE MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA

RECOGNITION OF DIMORPHIC TRAITS IN INFANT ILIUM USING GEOMETRIC MORPHOMETRIC

Rocío GARCÍA-MANCUSO¹; Paula NGONZÁLEZ²

¹Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A", Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata. Argentina. ²Instituto de Genética Veterinaria, IGEVET-CONICET, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

RESUMEN.

El diagnóstico del sexo en restos esqueléticos es fundamental en investigaciones forenses y resulta de especial relevancia para conocer aspectos demográficos y adaptativos de las poblaciones humanas del pasado. Sin embargo, la determinación sexual en restos esqueléticos de individuos que no desarrollaron los caracteres sexuales secundarios es tema de controversias. En este trabajo se analiza la variación morfológica en iliones humanos de individuos de 0 a 4 meses postnatales pertenecientes a la Colección Osteológica Prof. Dr. Rómulo Lambre integrada por restos óseos de sexo conocido. Con el objeto de identificar variables sexualmente dimórficas se emplearon técnicas de morfometría geométrica y se analizaron tanto el ilion completo, como una serie de rasgos dentro del ilion: escotadura ciática mayor, carilla auricular, ala ilíaca, región acetabular y borde anterior. Se encontró que existen diferencias sexuales al analizar el ilion completo, y, respecto de los rasgos particulares, solo la región acetabular no mostró variaciones morfológicas atribuibles a las diferencias por sexo lo que indica que la mayoría de los rasgos aquí analizados contribuyen a la diferenciación dimórfica del ilion en su conjunto. Este trabajo representa una exploración de las características morfológicas del hueso ilíaco y constituye un aporte al análisis del dimorfismo sexual en individuos infantiles.

Palabras claves: determinación de sexo, subadultos, innominado.

ABSTRACT.

Diagnosis of sex in skeletal remains is critical in forensic investigations and is particularly relevant for the analysis of demographic and adaptive processes of human past populations. However, sex determination in skeletal remains of individuals who did not develop secondary sexual characteristics remains controversial. In this paper, the morphological variation in human ilia of individuals of 0-4 postnatal months of age from the Prof. Dr. Romulo Lambre skeletal collection (formed by skeletons of known sex) is analyzed. In order to identify sexually dimorphic variables using geometric morphometric techniques, it was analyzed the entire ilium as well as a set of features within the ilium: greater sciatic notch, auricular surface, iliac crest, acetabular region and anterior border. We found sex differences in the complete ilium, and, for particular traits, only the acetabular region showed no morphological variation attributable to sex differences, indicating that most of the features discussed here contribute to the dimorphic differentiation of the ilium. This work represents an exploration of the morphological characteristics of the ilium and is a contribution to the analysis of sexual dimorphism in infant individuals.

Keywords: sex determination, subadults, innominate.

Recibido junio 03, 2013 - Aceptado julio 15, 2013

* Correspondencia de autor: Rocío García Mancuso. Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A", Facultad de Ciencias Médicas. UNLP. Av. 60 y 120 s/n (CP 1900). La Plata, Argentina. e-mail: rgarciamancuso@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las modificaciones ontogenéticas y el dimorfismo sexual constituyen las principales fuentes de variación esquelética intra-específica. En particular, la variación en tamaño y forma entre los individuos de ambos sexos se expresa diferencialmente a lo largo de las etapas de crecimiento y desarrollo. Algunos estudios señalan que las diferencias sexuales en el esqueleto son identificables en etapas tempranas del desarrollo postnatal e incluso prenatal, mientras otros autores señalan que la mayor parte del dimorfismo se desarrolla durante el empuje puberal de crecimiento (1-3).

La pelvis es considerada como la estructura del esqueleto que ofrece información más fiable para la determinación del sexo en individuos adultos (4), en tanto que en el esqueleto infantil, el hueso ilíaco ha sido el elemento más estudiado en busca de rasgos dimórficos (2,5-11). El hueso ilíaco puede estudiarse desde el período fetal dado que el centro de osificación aparece alrededor de fines del segundo y principios del tercer mes de desarrollo gestacional, en la región del pericondrio del techo del acetábulo, donde se constituirá la escotadura mayor, y continúa la osificación en forma radiada (12). Al momento del nacimiento el ilion ha desarrollado las principales características del hueso adulto (Fig. 1), sin embargo, aunque numerosos trabajos han descrito diferencias sexuales en la pelvis fetal y juvenil, la posibilidad de realizar una determinación sexual confiable parece estar vinculada a momentos específicos del desarrollo (8,13-15).

En líneas generales, la posibilidad de detectar diferencias morfológicas entre los individuos masculinos y femeninos depende tanto del carácter dimórfico

del rasgo o estructura seleccionada, como de la capacidad y sensibilidad de la técnica empleada para captar las diferencias de forma y tamaño en tales estructuras (16). Las técnicas basadas en datos métricos resultan especialmente adecuadas ya que son más objetivas y replicables, y permiten una mejor descripción de diferencias morfológicas sutiles. En años recientes se han producido notables avances en el desarrollo de técnicas morfométricas que permiten una muy eficiente descripción y análisis de la forma biológica. Estas técnicas, incluidas bajo la denominación genérica de morfometría geométrica (17), han sido empleadas exitosamente para el análisis de rasgos dimórficos en la pelvis y el cráneo de individuos adultos (18-20). Por el contrario, la aplicación de estas técnicas al estudio del dimorfismo sexual en etapas tempranas de la ontogenia es aun limitada. Esto puede deberse en parte a la escasez de muestras de restos óseos de individuos subadultos de sexo y edad conocidos; situación que ha comenzado a revertirse recién en los últimos años (21-24).

En este trabajo se analizará la variación morfológica en iliones humanos de individuos de 0 a 4 meses pertenecientes a una colección osteológica documentada, mediante el empleo de técnicas de morfometría geométrica, con el objeto de identificar variables sexualmente dimórficas. El presente estudio contribuirá al desarrollo de criterios de estimación del sexo, tópico que resulta de interés tanto para las investigaciones forenses en las que el objetivo es lograr la identificación individual, como para los estudios bioarqueológicos en los cuales la estructura sexual de las muestras osteológicas adquiere especial relevancia para conocer aspectos demográficos y adaptativos de las poblaciones humanas del pasado (25,26).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron un conjunto de restos esqueléticos de sexo conocido pertenecientes a la Colección Osteológica Prof. Dr. Rómulo Lambre alojada en la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP (22,27). Dicha colección está integrada por restos óseos humanos de sexo conocido y con edades que abarcan desde el período fetal hasta los 101 años de edad.

Se tomaron fotografías digitales de 21 iliones correspondientes a 11 individuos femeninos y 10 masculinos con edades entre 0 y 4 meses posteriores al nacimiento. Las fotografías fueron tomadas sobre el hueso ilíaco izquierdo en vista ventral, sólo en el caso en que éste no se encontrara o que estuviera muy deteriorado se tomó el derecho. La toma de las imágenes fue estandarizada por el uso de una cámara Lumix de Panasonic a 15cm de distancia entre el objetivo de la cámara y la superficie ósea. Cada ilion se posicionó sobre un fondo negro y se colocó una escala milimetrada que permitiera estandarizar el tamaño de las imágenes y las medidas relevadas sobre las mismas (18,28).

Se registraron como variables las coordenadas de 37 puntos (*landmarks* y *semilandmarks*) (29,30) que describen la forma del ilion. Fueron definidos como *landmarks*: los extremos de la escotadura ciática mayor [1 y 2] y el punto de la carilla auricular más cercano a la cresta ilíaca [15]; las espinas ilíacas superiores anterior [17] y posterior [16]; los bordes extremos anterior y posterior de la carilla acetabular en vista ventral [28 y 32] y los extremos del borde anterior donde en el adulto definirá el espacio entre la espina ilíaca anterior superior e inferior [33 y 37] (Fig. 1). Los demás puntos corresponden a *semilandmarks* o puntos distribuidos sobre contornos sin rasgos anatómicos conspicuos. Las

coordenadas fueron digitalizadas sobre las imágenes digitales utilizando TPsDig v.1.44 (31).

Se evaluó el error intraobservador (RGM) en digitalización de los puntos. Para esto se digitalizaron, sobre el total de los 21 individuos de la muestra, los 9 *landmarks* descritos en el párrafo anterior. La digitalización de puntos se llevó adelante sobre el mismo conjunto de imágenes en 2 oportunidades, espaciadas por 7 días. Se realizó un análisis de ANOVA de medidas repetidas sobre las coordenadas crudas con

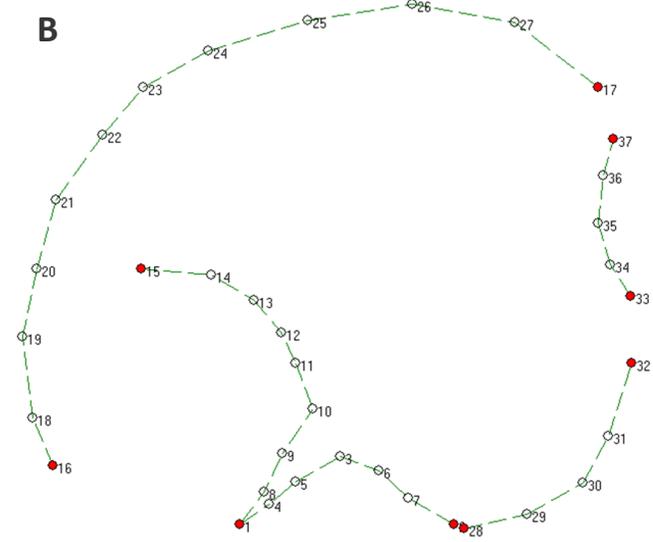


Figura 1. A) Características anatómicas del ilion al nacimiento; B) Coordenadas de puntos que definen la forma del ilion. Los puntos marcados en color rojo corresponden a *landmarks* y aquellos en marcados en color blanco a *semilandmarks*.

el objeto de evaluar si había diferencias en la ubicación de los puntos. Estableciéndose un nivel de significación $> 0,05$ como indicador de que la definición y ubicación de los puntos es confiable en sucesivas repeticiones.

Además, sobre los puntos digitalizados en estas dos oportunidades se realizó un análisis de componentes principales mediante la utilización del programa MorphoJ (32) y los puntajes obtenidos para cada individuo fueron analizados en los primeros tres componentes mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI). El CCI es un índice de concordancia entre dos datos continuos que funciona como una medida relativa de confiabilidad y puede variar entre 0 y 1, con las puntuaciones más altas reflejando el mayor acuerdo entre los conjuntos de datos (33). Para la realización de los análisis estadísticos se utilizó el programa R versión i386 3.0.2 (34) y el paquete psy (35).

Con el objeto de analizar las diferencias por sexo, en primer lugar, se tomaron el conjunto de las coordenadas correspondientes a los 37 puntos, para evaluar la existencia de dimorfismo en la configuración completa del ilion y luego se analizaron de manera aislada rasgos particulares que pudieran contribuir a la diferenciación dimórfica. Es así como se analizaron 6 conjuntos de datos: 1) ilion completo; 2) escotadura ciática mayor; 3) carilla auricular; 4) ala ilíaca; 5) región acetabular y 6) borde anterior (36).

Se realizó la superposición Procrustes generalizada de mínimos cuadrados con el objeto de remover los efectos de escala (proporcionalidad), localización y orientación en la configuración de puntos y alinear los *semilandmarks* a lo largo de sus respectivos contornos (29,30). A partir de las coordenadas superpuestas obtenidas mediante el programa tpsRelw v.1.46 (31), se realizó un análisis de componentes principales con la

utilización del programa MorphoJ (32) y de esta manera se obtuvieron los scores de los componentes principales, que fueron analizados estadísticamente como nuevas variables. Este procedimiento se realizó sobre el ilion completo y sobre cada uno de los rasgos definidos en el párrafo anterior.

Para evaluar la existencia de dimorfismo sexual en la forma del ilion se realizó un análisis discriminante, con la utilización del método de inclusión por pasos. El análisis discriminante es una técnica multivariada capaz de aprovechar las relaciones existentes entre un gran número de variables maximizando la capacidad de discriminación entre dos o más grupos (37). Esta técnica ayuda a identificar las características que diferencian (discriminan) los grupos utilizando una variable categórica independiente, que en este caso fue el sexo conocido, y un conjunto de variables dependientes o variables de clasificación que presentan diferencias significativas entre los grupos a discriminar. Estas últimas estuvieron representadas por los puntajes correspondientes a cada individuo en los componentes principales, particularmente, aquellos que resumieran el 80% de la variación, tanto en el ilion en su conjunto como en cada uno de los rasgos analizados de manera independiente.

RESULTADOS

El error de medición fue evaluado a partir de un análisis de ANOVA de medidas repetidas sobre las coordenadas crudas con el objeto de evaluar si había diferencias en la ubicación de los puntos. Los resultados indicaron que no se encontraron diferencias significativas en la ubicación de los puntos digitalizados en ninguna de las 18 coordenadas ($P > 0,05$). De igual manera, el ICC calculado sobre los primeros

componentes principales para las dos observaciones arrojó un acuerdo casi perfecto ($ICC > 0,9$) (38).

Respecto del análisis de dimorfismo, se encontró que existen diferencias sexuales en el ilion, solo la región acetabular no mostró variaciones morfológicas atribuibles a las diferencias por sexo (Tabla 1). En la Tabla 2 se presenta el porcentaje de variación explicada por cada uno de los componentes para cada una de los rasgos analizados.

	PC	Lambda de Wilks	P	% de clasificaciones correctas
Ilion completo	2	,604	,002	71,4
Escotadura	1	,702	,011	76,2
Carilla	1	,671	,007	66,7
Ala	1	,755	,022	66,7
Borde anterior	1	,783	,034	61,9

Tabla 1. Resultados del análisis discriminante. PC: componente principal ingresado en el análisis.

En la configuración de los 37 puntos que describen la forma de ilion, la diferencia atribuible al sexo de los individuos se manifestó en el 2do componente principal, arrojando un 61,9% de clasificaciones correctas en la validación cruzada (excluyendo un caso) del análisis discriminante (Fig. 2).

También se encontraron diferencias por sexo al analizar la configuración de puntos que describe la escotadura ciática mayor, con 76,2% de asignaciones correctas en la validación cruzada incluyendo en el análisis el 1er componente principal. En este caso se observó que la forma de la escotadura ciática mayor en el sexo masculino tiene mayor profundidad y es más simétrica que la escotadura femenina (Fig. 3).

Las configuraciones de puntos que definen la carilla auricular, ala ilíaca y borde anterior también manifestaron diferenciación dimórfica, arrojando 66,7%, 66,7% y 61,9% de clasificaciones correctas en la validación cruzada del análisis discriminante respectivamente. La forma de la carilla auricular en el sexo masculino se

PC	Autovalores	% Varianza	Acumulada %
Ilion completo			
1	0.1164	24.79%	24.79%
2	<i>0.10866</i>	<i>21.61%</i>	<i>46.40%</i>
3	0.07734	10.95%	57.35%
4	0.07043	9.08%	66.43%
5	0.06666	8.13%	74.56%
6	0.06054	6.71%	81.27%
7	0.04669	3.99%	85.26%
8	0.04142	3.14%	88.40%
9	0.03961	2.87%	91.27%
10	0.03121	1.78%	93.05%
Escotadura ciática mayor			
1	<i>0.16221</i>	<i>51.06%</i>	<i>51.06%</i>
2	0.12294	29.33%	80.40%
3	0.06887	9.21%	89.60%
4	0.04836	4.54%	94.14%
5	0.03837	2.86%	97.00%
6	0.0332	2.14%	99.14%
7	0.02036	0.80%	99.94%
8	0.0042	0.03%	99.98%
9	0.00327	0.02%	100.00%
10	0.00135	0.00%	100.00%
Carilla auricular			
1	<i>0.32026</i>	<i>56.54%</i>	<i>56.54%</i>
2	0.19445	20.84%	77.38%
3	0.13139	9.52%	86.90%
4	0.11224	6.94%	93.85%
5	0.06152	2.09%	95.93%
6	0.04764	1.25%	97.18%
7	0.04709	1.22%	98.41%
8	0.03601	0.71%	99.12%
9	0.03268	0.59%	99.71%
10	0.01479	0.12%	99.83%
Cresta ilíaca			
1	<i>0.13757</i>	<i>54.47%</i>	<i>54.47%</i>
2	0.10196	29.92%	84.39%
3	0.05059	7.37%	91.76%
4	0.03562	3.65%	95.41%
5	0.02504	1.80%	97.22%
6	0.01785	0.92%	98.13%
7	0.01418	0.58%	98.71%
8	0.01224	0.43%	99.14%
9	0.01086	0.34%	99.48%
10	0.00869	0.22%	99.70%
Región Acetabular			
1	<i>0.15584</i>	<i>47.86%</i>	<i>47.86%</i>
2	0.13146	34.05%	81.92%
3	0.07635	11.49%	93.41%
4	0.05109	5.14%	98.55%
5	0.02675	1.41%	99.96%
6	0.00459	0.04%	100.00%
Borde anterior			
1	<i>0.20125</i>	<i>45.47%</i>	<i>45.47%</i>
2	0.15805	28.04%	73.51%
3	0.13202	19.57%	93.07%
4	0.07225	5.86%	98.93%
5	0.0288	0.93%	99.86%
6	0.011	0.14%	100.00%

Tabla 2. Componentes principales obtenidos del análisis de cada una de las configuraciones de puntos que describen el hueso ilíaco que manifestaron variación dimórfica. En cursiva se destacan aquellos componentes que presentaron diferencias significativas por sexo en los análisis discriminantes.

manifiesta más estrecha que en el sexo femenino (Fig. 4), mientras que el ala ilíaca tiene mayor extensión entre los extremos anterior y posterior en el sexo masculino al tiempo que en el sexo femenino el ala ilíaca presenta mayor altura (Fig. 5). Por último, el borde anterior que se

describe el espacio entre lo que será la espina ilíaca anterior superior e inferior también manifestó diferencias dimórficas con una forma curva marcada en el sexo masculino y una forma menos pronunciada en el sexo femenino (Fig. 6).

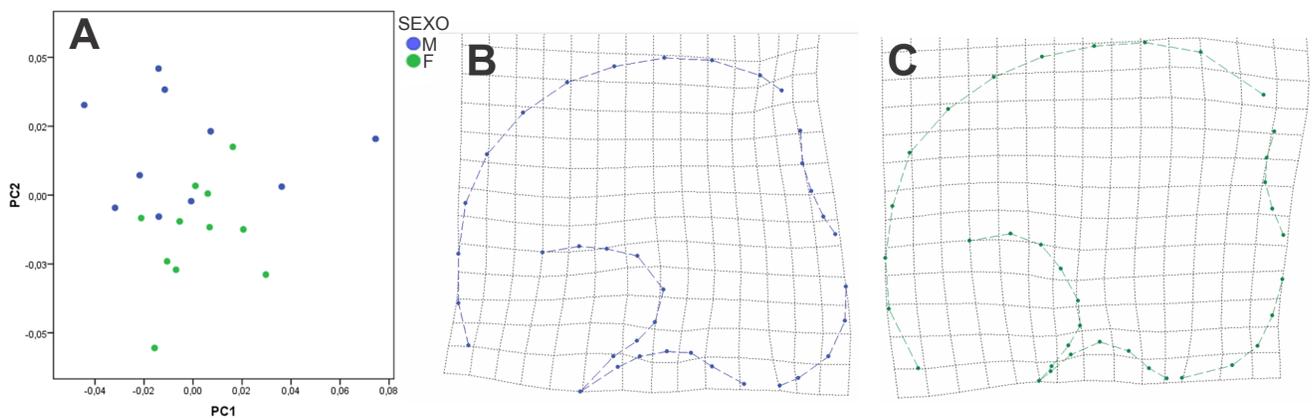


Figura 2. A) Análisis de componentes principales (PC) del ilion completo. B) Grilla de deformación representando los cambios de forma en el 2do componente principal mostrando la forma típica masculina y C) femenina.

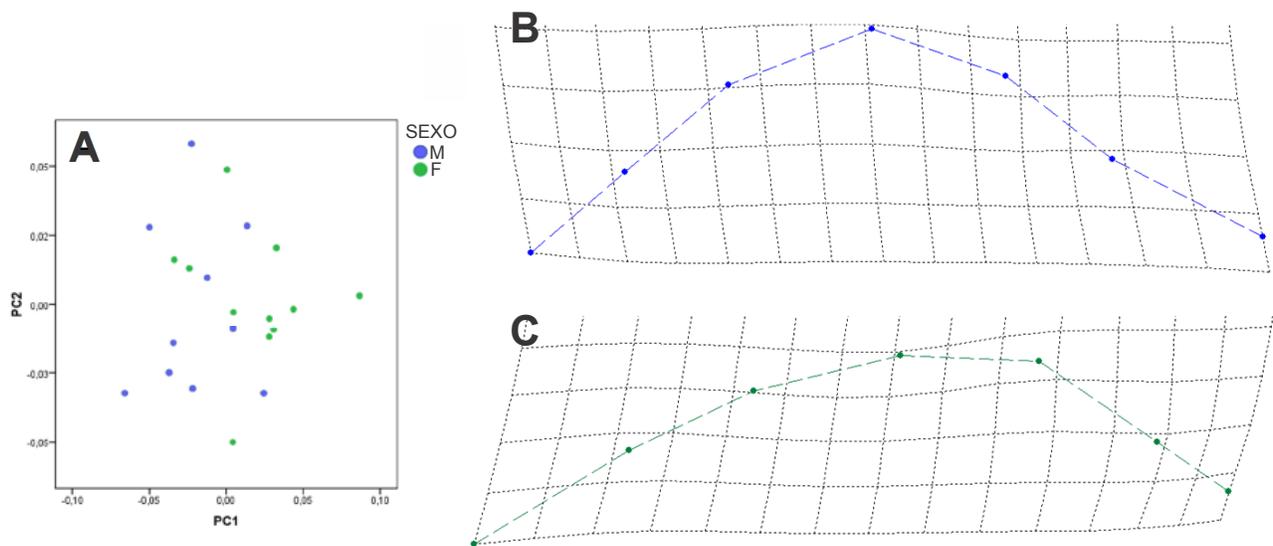


Figura 3. A) Análisis de componentes principales (PC) de la escotadura ciática mayor. B) Grilla de deformación representando los cambios de forma en el 1er componente principal mostrando la forma típica masculina y C) femenina.

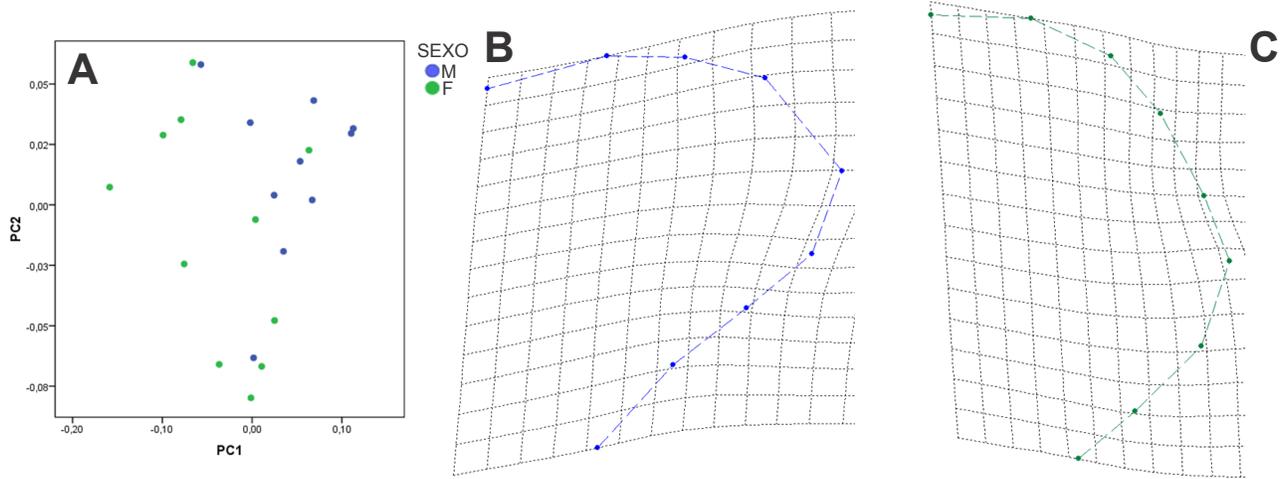


Figura 4. A) Análisis de componentes principales (PC) de la carilla auricular. B) Grilla de deformación representando los cambios de forma en el 1er componente principal mostrando la forma típica masculina y C) femenina.

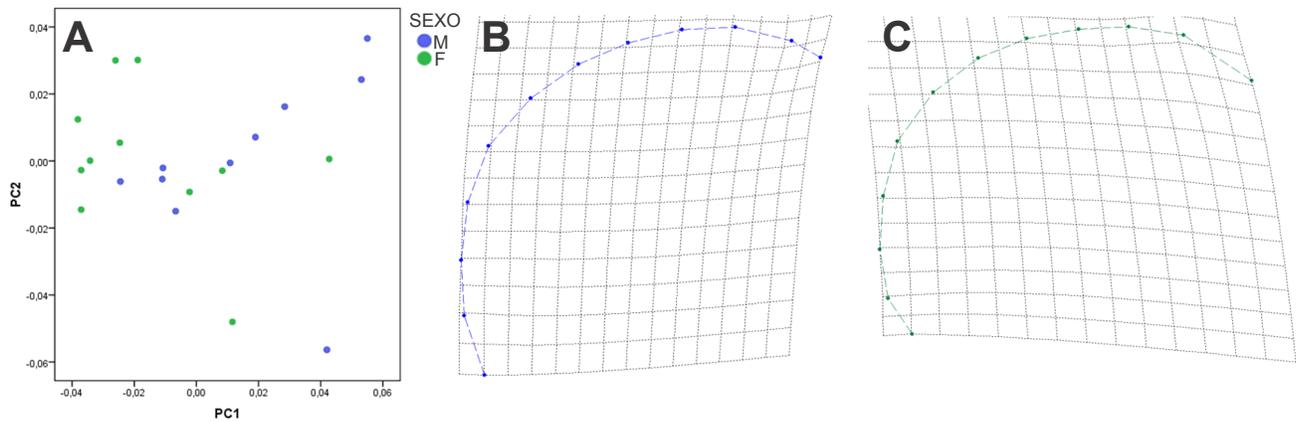


Figura 5. A) Análisis de componentes principales (PC) de la cresta ilíaca. B) Grilla de deformación representando los cambios de forma en el 1er componente principal mostrando la forma típica masculina y C) femenina.

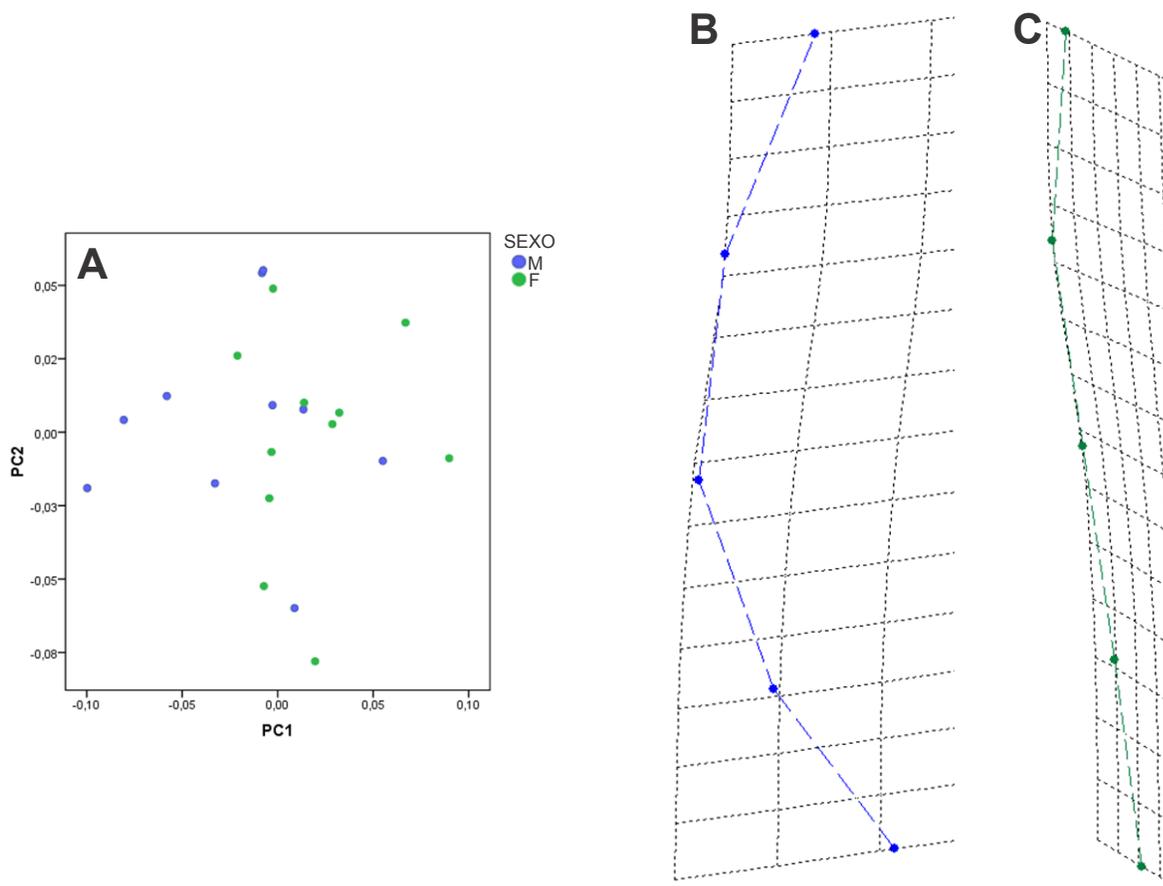


Figura 6. A) Análisis de componentes principales (PC) del borde anterior. B) Grilla de deformación representando los cambios de forma en el 1er componente principal mostrando la forma típica masculina y C) femenina.

DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis muestran que existe dimorfismo sexual en el hueso ilíaco de individuos de entre 0 y 4 meses. La forma del ilion se considera un carácter diagnóstico de sexo en individuos adultos, dado que en el sexo masculino es más alto y estrecho, en tanto que en el femenino es bajo y ancho (39,40). Estas mismas características pudieron observarse en la forma general del ilion analizado en este trabajo a partir de la configuración general de puntos (Fig. 2).

En congruencia con estudios previos, se observó que la escotadura ciática mayor es el rasgo más dimórfico en etapas tempranas del desarrollo (2,6,11,41). En particular, para la muestra analizada en este trabajo, se

encontró que la profundidad de la escotadura y la localización antero-posterior del punto de mayor profundidad varían según el sexo. Dicha localización del punto de mayor profundidad se asocia a la simetría o asimetría del rasgo y ha sido propuesta como una variable cualitativa para realizar la discriminación sexual en fetos e infantes(42-44), ésta misma característica fue evaluada a partir de medidas lineales en muestras de sexo conocido pero se encontraron diferencias dimórficas (28,45). En los iliones analizados en el presente trabajo los individuos de sexo masculino tienen escotaduras más profundas, al tiempo que el punto de mayor profundidad se encuentra levemente hacia la región posterior. Estas mismas características se

han observado en la escotadura ciática mayor de individuos adultos estudiados mediante técnicas morfometría geométrica (46), lo que sugiere que estas características se mantienen a lo largo del crecimiento. Es decir que, durante la ontogenia, se conserva este patrón de diferenciación sexual aunque las proporciones de asignaciones correctas en individuos infantiles está muy por debajo de la alcanzada en individuos que atravesaron el despegue puberal.

La carilla auricular es un rasgo importante en la determinación sexual tanto en restos esqueléticos adultos como en infantiles. Su observación se ha centrado en el diagnóstico de caracteres cualitativos (1,2) pero los resultados alcanzados en términos de asignación sexual correcta, en el caso de individuos en desarrollo, no han sido satisfactorios (9,47,48). En nuestro estudio, la forma de la carilla auricular mostró la existencia de diferencias dimórficas y, los porcentajes de clasificación correcta (alrededor del 67%), coinciden con los resultados alcanzados por Wilson *et al.* (14) mediante una técnica similar y para el grupo de edad homologable al aquí analizado.

En este trabajo se analizó la forma del ala ilíaca representada por el contorno del ilion entre las espinas ilíacas anterior y posterior en vista ventral, y se encontró que su forma presenta diferencias por sexo. En un trabajo previo referido al análisis de variables métricas longitudinales se observó que el ilion masculino tiene una mayor extensión entre las espinas ilíacas superiores que el sexo femenino (49). Esto sugiere que variación en tamaño está acompañada por la variación en forma de la misma región.

El último rasgo que manifestó diferencias entre los sexos fue el borde anterior. Este rasgo no tiene correlato en los estudios de dimorfismo sexual en individuos

adultos, sin embargo la existencia de diferencias sexuales, indica que la mayoría de los rasgos aquí analizados contribuyen a la diferenciación dimórfica del ilion en su conjunto.

El análisis del dimorfismo sexual en individuos en desarrollo es un tema que ha sido abordado desde diferentes perspectivas. Se han estudiado rasgos cualitativos, variables de morfometría lineal y geométrica, cada uno de los estudios ha conseguido definir la existencia de dimorfismo, pero ninguno ha conseguido una alta proporción de asignaciones sexuales correctas en los individuos infantiles. La utilización de la escotadura ciática mayor como la variable que mejor expresa la variación dimórfica tiene un enorme sustento, sin embargo, la exploración de otras estructuras que pudieran aportar a la determinación del sexo no ha recibido mayor atención.

Este trabajo constituye un aporte al análisis del dimorfismo sexual en individuos infantiles y representa una exploración de las características morfológicas del hueso ilíaco. Los resultados alcanzados necesitan complementarse con un mayor número de casos y la ampliación del rango etario a fin de conocer la variación temporal de la diferenciación dimórfica con el crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Valeria Bernal por sus valiosos comentarios sobre el manuscrito. A los integrantes del Proyecto "Análisis macro y microscópico de restos óseos humanos". A la Dra. Susana Salceda por su apoyo. Al personal del Cementerio Municipal de La Plata por su colaboración en la integración de la colección osteológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Weaver DS (1980) Sex differences in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant skeletons. *Am J Phys Anthropol* 52: 191-195.
2. Schutkowski H (1993) Sex determination of infant and juvenile skeletons: i. morphognostic features *Am J Phys Anthropol* 90: 199-205.
3. González Martín A (1999) *Infancia y adolescencia en la Murcia musulmana. Estudio de restos óseos*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. 263 p.
4. Brothwell DR (1981) *Desenterrando huesos*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
5. Thomson A (1899) The Sexual Differences of the Foetal Pelvis. *J Anat Physiol* 33: 359-526 355.
6. Holcomb SM, Konigsberg LW (1995) Statistical study of sexual dimorphism in the human fetal sciatic notch. *Am J Phys Anthropol* 97: 113-125.
7. Adalian P, Boutin-Forzano S, Piercecchi-Marti M-D, Ardagna Y, Signoli M, et al. (2001) Estimation du sexe foetal à partir de l'ilium. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 13.
8. Rissech C, Malgosa A (2005) Ilium growth study: applicability in sex and age diagnosis. *Forensic Sci Int* 147: 165-174.
9. Cardoso HF, Saunders SR (2008) Two arch criteria of the ilium for sex determination of immature skeletal remains: a test of their accuracy and an assessment of intra- and inter-observer error. *Forensic Sci Int* 178: 24-29.
10. Wilson LA, MacLeod N, Humphrey LT (2008) Morphometric criteria for sexing juvenile human skeletons using the ilium. *J Forensic Sci* 53: 269-278.
11. Boucher B (1957) Sex differences in the foetal pelvis. *Am J Phys Anthropol* 15: 581-600.
12. Volpato V (2008) Morphogenèse de l'endostructure osseuse de l'ilion humain. *CR Palevol* 7: 463-471.
13. González PN (2008) *Morfometría geométrica aplicada al análisis del dimorfismo sexual en restos óseos humanos de individuos adultos y subadultos [Tesis Doctoral]*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. 199 p.
14. Wilson LA, Cardoso HFV, Humphrey LT (2011) On the reliability of a geometric morphometric approach to sex determination: A blind test of six criteria of the juvenile ilium. *Forensic Sci Int* 206: 35-42.
15. Coleman WH (1969) Sex differences in the growth of the human bony pelvis. *Am J Phys Anthropol* 31: 125-152.
16. Meindl RS, Russell KS (1998) Recent advances in method and theory in paleodemography. *Annu Rev Anthropol* 27: 375-399.
17. Adams D, Rohlf F, Slice D (2004) Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution'. *Ital J Zool* 71: 5-16.
18. González PN, Bernal V, Ivan Perez S, Barrientos G (2007) Analysis of dimorphic structures of the human pelvis: its implications for sex estimation in samples without reference collections. *J Archaeol Sci* 34: 1720-1730.
19. González PN, Bernal V, Perez SI (2011) Analysis of sexual dimorphism of craniofacial traits using geometric morphometric techniques. *Int J Osteoarchaeol* 21: 82-91.
20. Pretorius E, Steyn M, Scholtz Y (2006) Investigation into the usability of geometric morphometric analysis in assessment of sexual dimorphism. *Am J Phys Anthropol* 129: 64-70.
21. Cardoso HF (2006) Brief communication: The collection of identified human skeletons housed at the Bocage Museum (National Museum of Natural History), Lisbon, Portugal. *Am J Phys Anthropol* 129: 173-176.
22. Salceda SA, Desántolo B, García-Mancuso R, Plischuk M, Prat G, et al. (2009) Integración y conservación de la Colección osteológica "Profesor Doctor Rómulo Lambre": avances y problemáticas. *Rev Arg Antrop Biol* 11: 133-141.
23. Alemán I, Irurita J, Valencia AR, Martínez A, López-Lázaro S, et al. (2012) Brief communication: The Granada osteological collection of identified infants and young children. *Am J Phys Anthropol* 149: 606-610.
24. Rocha MA (1995) *Les collections ostéologiques humaines identifiées du Musée Anthropologique de l'Université de Coimbra*. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, Instituto de Antropologia.
25. Hoppa RD, Vaupel JW (2002) *Paleodemography: Age Distributions from Skeletal Samples*: Cambridge University Press.
26. Spradley MK, Jantz RL (2011) Sex Estimation in Forensic Anthropology: Skull Versus Postcranial Elements. *J Forensic Sci* 56: 289-296.
27. Salceda SA, Desántolo B, García-Mancuso R, Plischuk M, Inda AM (2012) The 'Prof. Dr. Rómulo Lambre' Collection: An Argentinian sample of modern skeletons. *HOMO* 63: 275-281.
28. Blake K (2011) *An investigation of the sex determination from subadult pelvis: a morphometric analysis*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
29. Bookstein FL (1997) Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Med Image Anal* 1: 225-243.
30. Slice D (2005) Modern Morphometrics. In: Slice D, editor. *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*: Springer US. pp. 1-45.
31. Rohlf JF (2010) <http://life.bio.sunysb.edu/morph/soft-dataacq.html>.
32. Klingenberg CP (2011) MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Mol Ecol Resour* 11: 353-357.
33. Weir JP (2005) Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res* 19: 231-240.
34. R Core Team (2013) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria URL <http://www.R-project.org/>.
35. Falissard B (2012) psy: Various procedures used in psychometry. R package version 1.1. <http://CRAN.R-project.org/package=psy>.
36. Scheuer L, Black S (2000) *Developmental Juvenile Osteology*. Londres: Academic Press. 587 p.
37. Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC (1995) *Multivariate data analysis*. 4th Edition New Jersey: Prentice Hall.
38. Mandeville P (2005) Tema 9: el coeficiente de correlación intraclass (ICC). *Ciencia UANL VIII*: 414-416.
39. 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.

40. Buikstra JE, Ubelaker DH (1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas: Arkansas Archeological Survey Research Series.
41. Vlák D, Roksandic M, Schillaci MA (2008) Greater sciatic notch as a sex indicator in juveniles. *Am J Phys Anthropol* 137: 309-315.
42. Majó T (1992) Ontogénèse de l'os coxal et détermination sexuelle: l'importance de l'ilium. *Bull Mém Soc Anthropol Paris*: 53-65.
43. Majó T (1996) Réflexions méthodologiques liées à la diagnose sexuelle des squelettes non-adultes. *Bull Mém Soc Anthropol Paris*: 481-490.
44. González PN, Bernal V, Barrientos G (2005) Estimación del dimorfismo sexual en el esqueleto pélvico y mandibular de individuos subadultos: comparación de técnicas visuales y de morfometría geométrica. *Werken* 6: 49-61.
45. García-Mancuso R (2013) Análisis bioantropológico de restos esqueléticos de individuos subadultos. Diagnóstico de edad y sexo, validación técnica metodológica. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. 283 p.
46. González PN, Bernal V, Perez SI (2009) Geometric morphometric approach to sex estimation of human pelvis. *Forensic Sci Int* 189: 68-74.
47. Hunt DR (1990) Sex determination in the subadult ilia: an indirect test of Weaver's nonmetric sexing method *J Forensic Sci* 35: 881-885.
48. Mittler DM, Sheridan SG (1992) Sex determination in subadults using auricular surface morphology: a forensic science perspective. *J Forensic Sci* 37: 1068-1075.
49. García-Mancuso R (2009) Diferencias sexuales en variables métricas del ilion fetal. *Rev Cs Morfol* 11: 5-14.

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 nugal, 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.

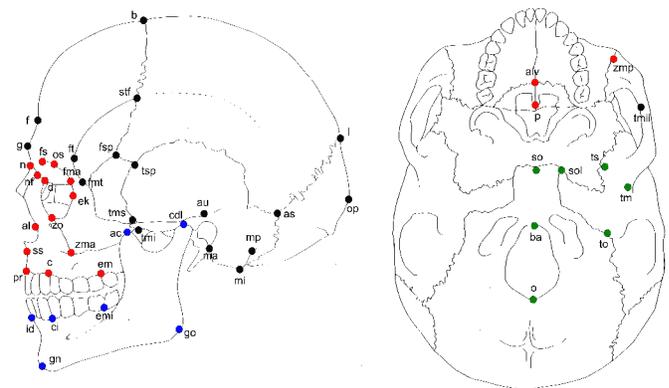


Figura 1. Landmarks relevados para el presente trabajo: cara (rojo), bóveda craneana (negro), mandíbula (azúl) y base de cráneo (verde).

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	Formen 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	fmt	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	boveda/dimórfico
23	f	Frontex	boveda/dimórfico
24	b	Bregma	boveda
25	l	Lambda	boveda
26	op	Opistocráneo	boveda
27	ft	Frontotemporal	boveda
28	stf	Estefanion	boveda
29	fsp	Frontoesfenoparietal	boveda
30	tsp	Temporoefenoparietal	boveda
31	as	Asterion	boveda
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	boveda
40	ma	Mastoides anterior	boveda/dimórfico
41	mi	Mastoides inferior	boveda/dimórfico
42	mp	Mastoides posterior	boveda/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).

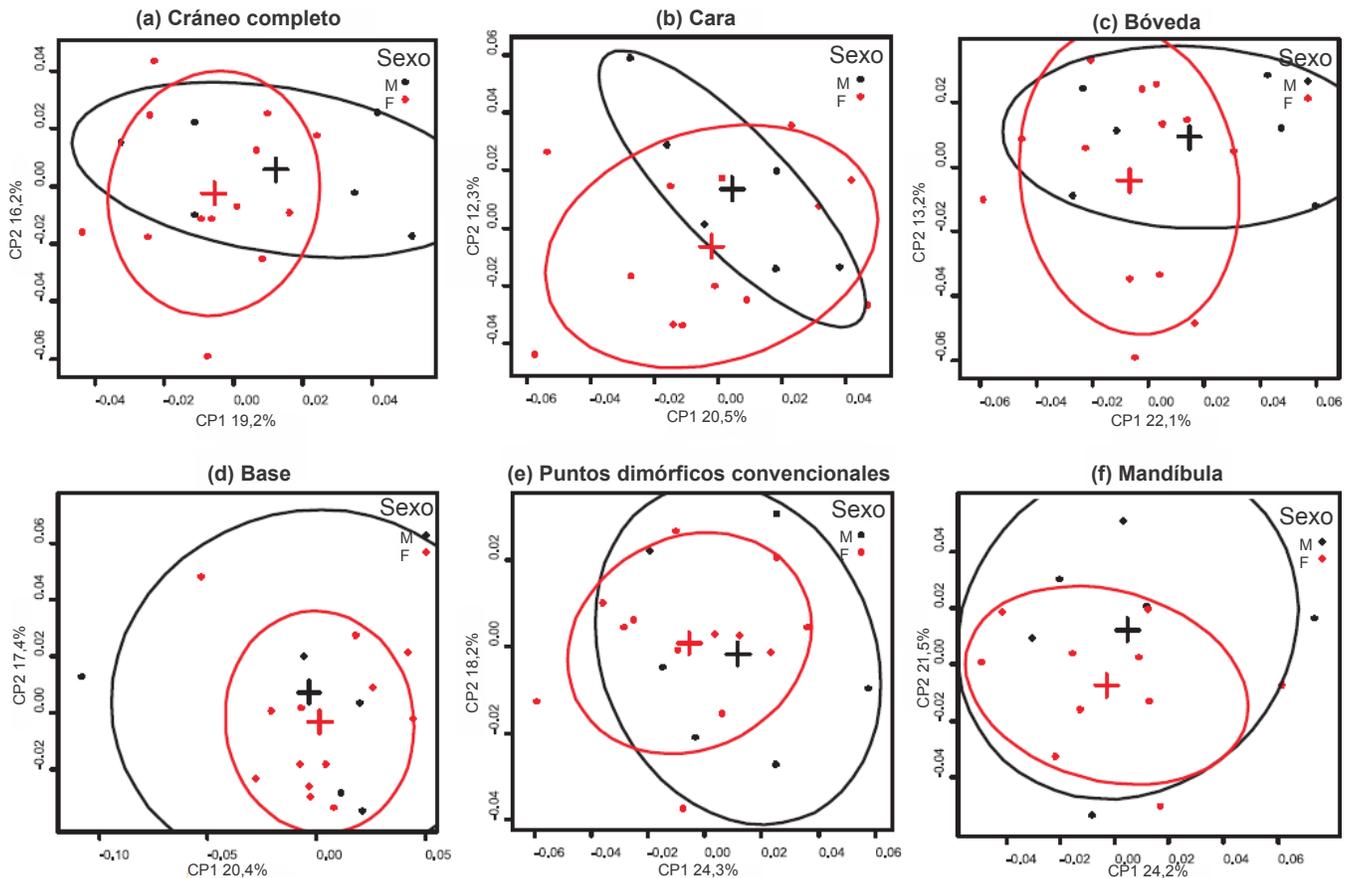


Figura 2. Análisis de Componentes Principales, individuos clasificados según determinación del sexo a partir del esqueleto pélvico. En: a) cráneo completo, b) cara, c) bóveda, d) base, e) puntos dimórficos convencionales, y f) mandíbula.

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.

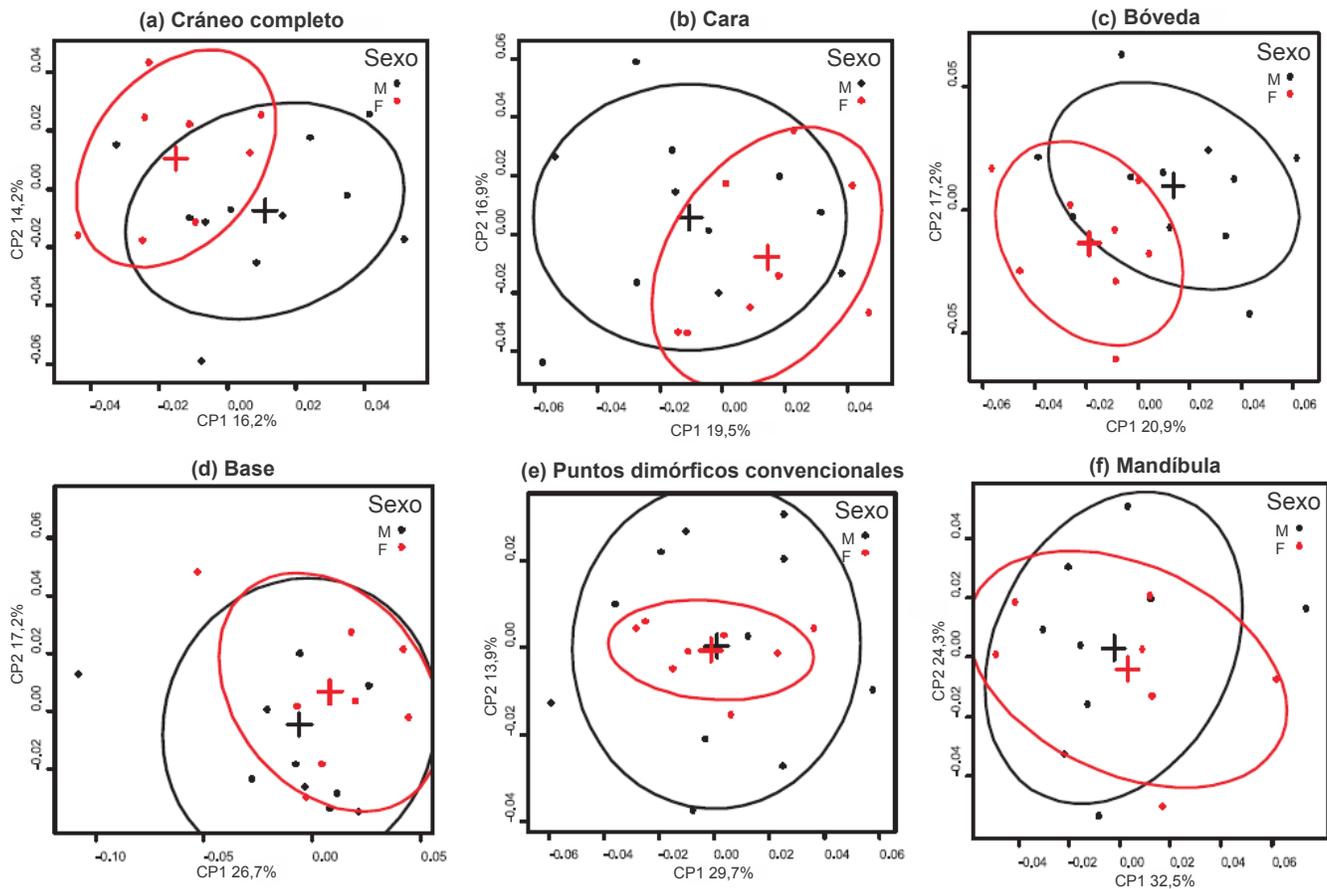


Figura 3. Análisis de Componentes Principales, individuos clasificados según determinación del sexo a partir de cráneo. En: a) cráneo completo, b) cara, c) bóveda, d) base, e) puntos dimórficos convencionales, y f) mandíbula.

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	m	% asignaciones coincidentes				
f	5	6	45	f	4	7	36	f	6	5	55	f	7	4	64	f	5	4	56
m	2	6	75	m	1	7	88	m	3	5	63	m	2	6	75	m	1	6	86
total	7	12	58	total	5	14	58	total	9	10	58	total	9	10	68	total	6	10	69

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	m	% asignaciones coincidentes				
f	2	4	33	f	6	0	100	f	0	6	0	f	2	4	33	f	5	1	83
m	8	5	38	m	1	12	92	m	8	5	38	m	6	7	54	m	0	10	100
total	10	9	37	total	7	12	95	total	8	11	26	total	8	11	47	total	5	11	94

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.

DOCTORADO EN CIENCIAS VETERINARIAS

DEPILADO ENZIMÁTICO CONSERVADOR DEL PELO: INJURIA QUÍMICA Y MECÁNICA DE LA EPIDERMIS PARA INCREMENTAR LOS PROCESOS DIFUSIVOS

HAIR SAVING ENZYMATIC UNHAIRING PROCESS: MECHANICAL AND CHEMICAL EPIDERMIS INJURY TO INCREASE DIFFUSION PROCESS

Autor: María Laura GARRO

Director: Dr. Claudio G. BARBEITO

Lugar: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. -

Fecha de defensa: 17 de diciembre de 2012

RESUMEN.

En la epidermis del bovino a nivel del estrato corneo se encuentran lípidos intercelulares que desempeñan un papel importante como barrera hidrofóbica. Esta barrera deberá transformarse para permitir el paso de enzimas depilatorias hacia la unidad pilosebácea y lámina basal. A su vez las enzimas no deben alterar el colágeno determinante de la calidad del cuero.

El objetivo de este estudio fue vulnerar la epidermis de la piel de bovino utilizando distintos tratamientos previos a la aplicación de la enzima. Se utilizaron tensioactivos y sulfito de sodio como pretratamiento y posteriormente tratamiento con tripsina. El control fue tratado con buffer bicarbonato de sodio.

Se realizaron técnicas histológicas, microscopía electrónica de transmisión, difusión de colorantes y espectroscopia.

Los tratamientos generaron cambios de diferente intensidad en la morfología de la piel bovina y en la permeabilidad de esta a los colorantes.

Con microscopía electrónica de transmisión se observó pérdida de desmosomas que obedecerían al efecto de la tripsina. La lámina basal permaneció luego de los tratamientos, esto podría relacionarse con el tiempo de exposición a la enzima. El pretratamiento con sulfito generó desorganización fibrilar del colágeno, separación dermis-epidermis y aumento en la difusión de colorantes. El sulfito cuando se combina con otros reactivos disminuye su efecto. Las técnicas estadísticas aplicadas en el análisis espectroscópico de los lípidos ubicados en los

Recibido mayo 15, 2013 - Aceptado junio 24, 2013

estratos superficiales de la epidermis demostraron que no fueron alterados por el tratamiento con terpenos.

Palabras Claves: unidad pilosebácea, epidermis, tripsina.

ABSTRACT.

In bovine skin the main barrier for substances is located in the upper layer, stratum corneum, where intercellular lipids play a crucial role as hydrophobic barrier. This barrier must be transformed to allow enzymes reach the pilosebaceous unit and basal lamina without collagen damage. In the present study in bovine epidermis, surfactants and sodium sulphite were employed as pretreatment before trypsin. Bicarbonate buffer was used as control. Samples were analyzed with histological techniques, transmission electron microscopy, stain diffusion and spectroscopy. Changes in skin morphology and stain permeability were visible after the treatments. Loss of desmosomes observed with TEM could be a consequence of trypsin. Persistence of the basal lamina after trypsin could be associated with the period of time used to study enzyme activity. Sulphite pretreatment caused disorganization of collagen fibrils, dermis-epidermis separation and increased stain diffusion. Also when sulphite was combined with reagents its effect decreased. Statistical studies applied in vibrational spectra of stratum corneum lipids demonstrate no alteration by terpenes.

Keywords: Pilosebaceous unit, epidermis, trypsin.

DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD

VALIDACIÓN METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE EDAD EN RESTOS ÓSEOS HUMANOS ADULTOS: ANÁLISIS HISTOMORFOMÉTRICO

METHODOLOGY VALIDATION FOR ESTIMATING AGE IN HUMAN ADULT SKELETAL REMAINS: HISTOMORPHOMETRIC ANALYSIS

Autor: Bárbara DESÁNTOLO

Director: Dra. Susana SALCEDA

Codirector: Dra. Ana María INDA

Lugar: Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. -

Fecha de defensa: 14 de marzo de 2013

RESUMEN.

El presente trabajo de tesis consiste en el desarrollo de una ecuación predictiva para la estimación de edad a la muerte en restos óseos humanos adultos. Dicho trabajo fue desarrollado sobre la base del análisis de la validez y el ajuste de diferentes metodologías microscópicas. La originalidad de la propuesta radica en la utilización del análisis microscópico que facilitará las estimaciones en restos óseos fragmentarios procedentes de contextos arqueológicos y/o forenses.

La muestra estudiada estuvo conformada por restos óseos pertenecientes a la Colección Osteológica "Prof. Dr. Rómulo Lambre" alojada en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata. Para llevar a cabo este estudio se examinaron 150 fémures de individuos adultos, 54 femeninos y 89 masculinos, entre 22 y 91 años con una media de 69,86. Las secciones histológicas analizadas se obtuvieron a partir de la remoción de tejido cortical de la mitad anterior de la diáfisis femoral tal y como sugiere la bibliografía específica.

Se identificaron y cuantificaron cinco variables microestructurales según criterios previamente publicados por varios autores: n° total de osteonas completas (N.On), número de osteonas fragmentarias (N.On.Fg), diámetro promedio de los conductos de Havers (Can.Hav), porcentaje de osteonas fragmentarias (%On.Fg) y la densidad poblacional osteonal (OPD). Para el análisis microscópico se empleó un Fotomicroscopio Trinocular Nikon (Mod. Eclipse E200) con objetivo 10X y ocular 10X, equipado con cámara digital Nikon (Mod. Coolpix S10).

Recibido mayo 20, 2013 - Aceptado junio 30, 2013

* Correspondencia de autor: Bárbara Desántolo. Cátedra de Citología, Histología y Embriología "A", Facultad de Ciencias Médicas. UNLP. Av. 60 y 120 s/n (CP1900). La Plata, Argentina. e-mail: barbaradesantolo@hotmail.com, barbaradesantolo@fcnym.unlp.edu.ar

La observación e identificación de las variables se realizó a través de un programa analizador de imágenes, Image Pro Plus 4.5 (Media Cybernetics). Este permitió efectuar las mediciones y conteo sobre cada microfotografía, cuatro por preparado histológico.

La mayoría de las variables demostraron una asociación significativa con la edad. El N. On. Fg presentó una alta correlación positiva con la edad ($R= 0,779$) seguida por la OPD ($R= 0,741$) y el % On.Fg ($R= 0,646$), a diferencia del N.On ($R= 0,330$) que presentó una correlación positiva baja. Contrariamente, el Can.Hav no presentó relación lineal con la edad ($R= 0,158$; $P > 0,187$), y por lo tanto dicha variable fue excluida del modelo dada su ineficacia como predictora de la edad.

Los análisis estadísticos multivariados nos permiten aseverar que la variable predictiva de la edad para adultos de entre 22 a 91 años es el número de osteonas fragmentarias. Sin embargo, dividiendo la muestra en dos grupos de edad se encontró que: 1) para adultos medios (menores de 49 años) las variables predictivas son el número de osteonas completas y la densidad poblacional osteonal; 2) para adultos mayores (más de 50 años) la variable predictiva es el número de osteonas fragmentarias.

Finalmente, la histomorfometría o histología cuantitativa, ofrece estimaciones precisas y efectivas para adultos mayores de 50 años, en contraste con la mayoría de los métodos basados en la morfología macroscópica del esqueleto, en donde el límite de las estimaciones es, precisamente, los 50 años de edad cronológica. La histomorfometría cobra relevancia en aquellos casos en los cuales los restos se encuentran fragmentados o incompletos, y resulta imposible la aplicación de métodos macroscópicos para la estimación de edad. Si bien la utilización de las técnicas histológicas de estimación de edad han presentado cierta incertidumbre respecto de su exactitud y fiabilidad, concordamos con Stout y Crowder (2012) que la identificación de cuestiones metodológicas específicas así como la mejora de los protocolos, harán de la histomorfometría una herramienta útil para el análisis bioantropológico y forense.

Palabras Claves: estimación de edad, adultos, histomorfometría ósea, fémur.

ABSTRACT.

This thesis develops a predictive equation for estimating age at death in adult human skeletal remains. This work was developed on the basis of the analysis of the validity and adjusting different microscopic methods. The originality of this proposal lies in the using of microscopic analysis to provide estimates on fragmentary skeletal remains from archaeological contexts and / or forensic.

The sample under study consists of bones belonging to the "Prof. Dr. Romulo Lambre" Skeletal Collection, housed in the Faculty of Medical Sciences of the National University of La Plata. To carry out this study there were examined 150 adult femurs, 54 female and 89 male, between 22 and 91 years of age with a mean age at death of 69.86. As suggested by the specific literature, histological sections obtained from cortical tissue of the front half of the femoral diaphysis were analyzed.

Five microstructural variables were identified and quantified according to criteria previously published by several authors: Total of complete osteons (N.On), number of fragmentary osteons (N.On.Fg), average diameter of the Haversian canals (Can.Hav), fragmentary osteons percentage (% On.Fg) osteonal and population density (OPD). For microscopic analysis it was employed Nikon binocular photomicroscope (Model Eclipse E200) with 10X objective and 10X eyepiece equipped with a Nikon digital camera (Coolpix S10 Mod).

The observation and identification of variables was performed through the image analyzer software Image Pro Plus 4.5 (Media Cybernetics). This allowed obtaining four photomicrographs for each histological preparation that were measured and counted.

Most of the variables showed a significant association with age. The N.On.Fg showed a high positive correlation with age ($R = 0.779$) followed by OPD ($R = 0.741$) and %On.Fg ($R = 0.646$), unlike N.On ($R = 0.330$) that showed a low correlation positive. Conversely, Can.Hav did not presented a linear relationship with age ($R = 0.158$, $P > 0.187$), and therefore the variable was excluded f the model due to its inefficiency as a predictor of age.

Multivariate statistical analyzes allow us to assert that the variable predictor of adult age between 22 to 91 years is the number of fragmentary osteons. However, dividing the sample into two age groups it was found that: 1) for average adults (under 49 years) predictors are the number of complete osteon osteonal and population density, 2) for seniors (over 50 years) the predictor is the number of fragmentary osteons.

Finally, quantitative histomorphometry and histology, provides accurate and effective estimates for adults over 50 years, in contrast to most methods based on the gross morphology of the skeleton, where the limit of the estimates is precisely 50 years chronological age. Histomorphometry becomes relevant in cases in which the remains are fragmented or incomplete, and it is impossible to apply macroscopic methods for estimating age. While using histological techniques for estimating age presented some uncertainty as to its accuracy and reliability, we agree with Stout and Crowder (2012) that the identification of specific methodological issues and improving the protocols will make histomorphometry a useful tool for forensic and bioanthropological analysis.

Keywords: age estimation, adults, bone histomorphometry, femur.