

# DISCRIMINACIÓN DE SEXO EN UNA POBLACIÓN MEDIEVAL DEL SUR DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Sex discrimination in a medieval population of the Southern Iberian Peninsula

JUAN MANUEL JIMÉNEZ ARENAS\*

**RESUMEN:** La determinación del sexo de los individuos de colecciones arqueológicas es un tema fundamental porque a partir de ella se pueden discutir muchos aspectos sociales y biológicos. Es bien conocido que no todos los huesos, incluso partes de los mismos, alcanzan la misma relevancia para la discriminación del sexo puesto que no todos reflejan con la misma intensidad el dimorfismo sexual. En este trabajo se muestra un ejemplo de determinación sexual a partir del fémur y aplicado a una colección arqueológica medieval (La Torrecilla, Arenas del Rey, Granada) con asignaciones sexuales previas muy fiables. Los resultados muestran que el área de la diáfisis del fémur y el tamaño global del mismo (~93% y ~98% de discriminación respectivamente) son variables a partir de las cuales se puede deducir razonablemente bien el sexo de los individuos. Sin embargo, la robustez del fémur muestra un alto grado de solapamiento y, por tanto, no se puede considerar un buen discriminante.

**Palabras clave:** Discriminación del sexo, Edad Media, fémur, prueba de Lubischew, análisis de componentes principales

**ABSTRACT:** Sex determination of the archaeological individuals is a relevant topic because from this it is possible to establish several social and biological inferences. It is well known that some bones are better than other ones in order to sex discrimination. The main reason is because not all of the bones reflect in the same way the sexual dimorphism. In this paper, it is shown an example of sexual determination from femur, applied to Middle Age archaeological collection (La Torrecilla, Arenas del Rey, Granada, Spain) with a previous reliable sex assignment. The results show that the area of the femoral diaphysis and the whole size of the femur are good discriminant variables. On the contrary, the femoral robustness show a high level of overlapping and it cannot be considered as a good discriminant.

**Key words:** Sex discrimination, Middle Age, femur, Lubischew's test, Principal Component Analysis.

---

\* Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada. [jumajia@ugr.es](mailto:jumajia@ugr.es)

Fecha de recepción: 30-11-09. Fecha de aceptación: 03-12-09.

## INTRODUCCIÓN

La determinación del sexo de los individuos es un tema muy relevante en Antropología forense que puede ser aplicable a poblaciones del presente y del pasado. Especialmente importante resulta en individuos pretéritos puesto que en la mayoría de los casos no existe información escrita que permita la identificación sexual de los individuos. Ésta es relativamente fácil cuando los esqueletos se presentan completos. No obstante, este escenario no es habitual, principalmente cuando se trata de colecciones arqueológicas. Asimismo, la determinación del sexo en Arqueología es fundamental como paso previo para establecer otros tipos de inferencias, por ejemplo las de tipo bio-demográfica (masas corporales de mujeres y hombres, número de aquéllas en relación al número de éstos, edad diferencial de muerte, etc.).

El sexo de los individuos se puede deducir preferentemente a través de dos técnicas: la anatomía comparada y la morfometría ósea. Es bien conocido que no todos los huesos determinan de la misma forma el sexo de los individuos debido a que no todos los huesos reflejan de la misma forma el dimorfismo sexual. Es más, distintas partes de un mismo hueso pueden variar en la fiabilidad para alcanzar tal fin. Como ya se ha comentado anteriormente, no suele ser frecuente que los individuos procedentes de colecciones arqueológicas aparezcan completos. Por tanto, cuantas menos variables se utilicen y cuantas menos partes de un mismo hueso se necesiten, mayores posibilidades de uso tendrán los análisis en contextos forenses y arqueológicos. Esto podría resumirse como que en la determinación del sexo de los individuos *menos es más*.

Entre los huesos largos, el fémur es uno de los más estudiados puesto que presenta diferencias sexuales significativas, sobre todo en lo que se refiere al tamaño y a la robustez. Es por ello que la literatura al respecto es prolija. Desde los pioneros trabajos de Pearson y Bell (1917-1919) hasta nuestros días (Alunni-Perret *et al.*, 2008) la lista de trabajos comprometidos con el uso del fémur como elemento para discriminar entre sexos en poblaciones de variada procedencia geográfica y/o temporal es vastísima (vg. Pons, 1955; Godycki, 1957; Hanihara, 1958; Singh y Singh, 1972a, b; Black, 1978; Di Bernnardo y Taylor, 1979, 1982; Iscan y Miller-Shaivitz 1984, 1986, MacLaughlin, y Bruce, 1985; Dittrick y Suchey, 1986; Wu, 1987; Hernández *et al.*, 1991; Iscan y Shahai, 1995; Alemán Aguilera *et al.*, 1997; Steyn e Iscan, 1997; Trancho *et al.*, 1997; King *et al.*, 1998; Mall *et al.*, 2000; Purkait y Chandra, 2002; Slaus *et al.*, 2003; Purkait y Chandra, 2004). Este trabajo pretende ser uno más que añadir a los ya existentes y presenta como novedades el empleo de una técnica, el análisis de componentes principales, que habitualmente no se utiliza para discriminar entre los sexos, principalmente porque no está diseñada para ello, y otra, la prueba de Lubischew, que estando pensada para evaluar el poder discriminatorio de una variable, no se ha usado para discriminar entre los sexos de los individuos en poblaciones arqueológicas, pese a que se ha utilizado con éxito para dirimir problemas taxonómicos en especies actuales (Lubischew, 1962) y también en colecciones paleontológicas (Palmqvist *et al.*, 2007).

Respecto a la población estudiada en el presente trabajo <sup>1</sup> tendríamos que decir que los materiales provienen de las campañas de excavación del bienio 1968-1969 dirigidas por los doctores Arribas y Riu (Arribas y Riu, 1974-1979) y de las de 1974 y 1976 por el doctor du Souich (du Souich, 1979). La necrópolis se encontraba situada en la parte norte del Pantano de los Bermejales, a cinco kilómetros aproximadamente del edificio administrativo y a menos de setenta y cinco metros del antiguo poblado medieval. Se localizaron ciento treinta y nueve sepulturas de las cuales ciento treinta y ocho seguían el patrón islámico de orientación, NE-SO. Los cadáveres fueron depositados en decúbito lateral derecho con los pies hacia el N, la cabeza hacia el S y la cara mirando a La Meca. Las tumbas son estrechas y en ellas tendría cabida el cuerpo amortajado, con la probable excepción de una tumba en la que se recuperaron tres clavos metálicos que Arribas y Rius interpretaron como pertenecientes a un ataúd (Arribas y Rius, 1974-1979), y, como es preceptivo en el ritual islámico, sin ajuar. El total de individuos recuperados en las cuatro campañas de excavación ascendió a ciento cincuenta y dos, con un número parecido de mujeres y hombres. La cronología de la necrópolis de La Torrecilla se extiende desde los siglos IX-X (época de utilización más intensa) hasta el siglo XIV con un progresivo descenso del uso de la misma. La determinación del sexo de los individuos fue realizada por el equipo del Laboratorio de Antropología de la Universidad de Granada basándose en diferentes partes esqueléticas, fundamentalmente cráneo y pelvis, dos de los elementos esqueléticos que mejor discriminan entre los sexos (Krogman e Iscan, 1986). Además, Hernández y colaboradores incluyeron la población de La Torrecilla en un estudio sobre el dimorfismo sexual, las asimetrías y discriminación de sexo en fémures y húmeros en tres poblaciones de la Península Ibérica (Hernández *et al.*, 1991).

Para alcanzar el objetivo primero de este estudio, la discriminación del sexo de la población medieval musulmana de La Torrecilla, se plantean dos objetivos subsidiarios: el primero, evaluar qué variable, o variables son mejores discriminadoras del sexo de los individuos; el segundo, testar si las técnicas empleadas en este estudio son procedentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados son, como ya se ha comentado previamente, los fémures de una necrópolis medieval musulmana de la provincia de Granada, La Torrecilla, situada en la localidad de Arenas del Rey. Se han medido un total de 73 fémures (33 mujeres y 40 hombres). Aunque los fémures fueron previamente medidos, y sus medias publicadas por el doctor du Souich (1976, 1979), fue él mismo quien consideró que el autor del presente trabajo debía volver a medirlos si tenía la intención de contar con las medidas individuales. Con el objetivo de caracterizar morfométricamente el fémur se han empleado seis medidas lineales definidas por Martin y Saller (1957), dos co-

---

1. Los datos que a continuación se citan corresponden a los trabajos de Arribas y Riu (1974-1979) y du Souich (1976, 1979).

rrespondientes a la longitud del mismo, otras dos a la epífisis proximal y, finalmente, dos al punto medio de la diáfisis, los diámetros anteroposterior y mediolateral en el punto medio de la diáfisis (tabla 1 y fig. 1). Por último, se obtuvo una variable resultante de multiplicar FDDap por FDDml y que se ha denominado área de la diáfisis del fémur (FDA).

TABLA 1  
VARIABLES UTILIZADAS EN ESTE ESTUDIO

Variable	Abreviatura	Descripción	Instrumento de medida
Longitud máxima	FLmax	Cuerda entre el punto más proximal de la cabeza y el más distal del cóndilo según el eje de la diáfisis	Plancha osteométrica
Longitud fisiológica	FLfis	Cuerda entre el punto más proximal de la cabeza y el plano de ambos cóndilos	Plancha osteométrica
Diámetro vertical de la cabeza	FHDsi	Cuerda entre los puntos craneal y caudal de la cabeza del fémur	Pie de rey
Diámetro horizontal de la cabeza	FHDap	Cuerda entre los puntos anterior y posterior de la cabeza del fémur, perpendicular a FHDsi	Pie de rey
Diámetro antero-posterior en la mitad	FDDap	Anchura de la diáfisis en sentido anteroposterior, tomado en la mitad de la diáfisis	Pie de rey
Diámetro transversal en la mitad	FDDml	Cuerda perpendicular a la anterior	Pie de rey

La evaluación de los datos se ha llevado a cabo mediante dos técnicas, el análisis de componentes principales (ACP) y el test de Lubischew. El ACP es una técnica estadística de síntesis de la información, o de reducción de la dimensiones del problema abordado, que intenta identificar variables subyacentes, o factores, que expliquen la configuración de las correlaciones dentro de un conjunto de variables observadas. El ACP se suele utilizar en la reducción de los datos para identificar un pequeño número de factores que explique la mayor parte de la varianza observada, perdiendo el mínimo de información posible. El ACP permite sintetizar la información contenida en un conjunto de  $n$  variables originales en otro conjunto menor  $m$  de variables no correlacionadas entre sí, que se denominan componentes principales o vectores propios. Tales nuevas variables se obtienen como combinaciones lineales de las variables originales, a partir de sus correlaciones o covarianzas. Los componentes se ordenan en función de sus autovalores, una medida de la dispersión relativa de los ejemplares analizados sobre estos nuevos ejes, que permite estimar el porcentaje de la varianza original que explica cada componente. Esta técnica contribuye a realizar análisis exploratorios que permiten descubrir interrelaciones entre los datos y entre las variables. También produce una reducción de la dimensionalidad de la matriz de los datos, con el fin de evitar redundancias y destacar relaciones. Por último, permite elaborar nuevas variables a partir de las relaciones existentes entre las disponibles, no

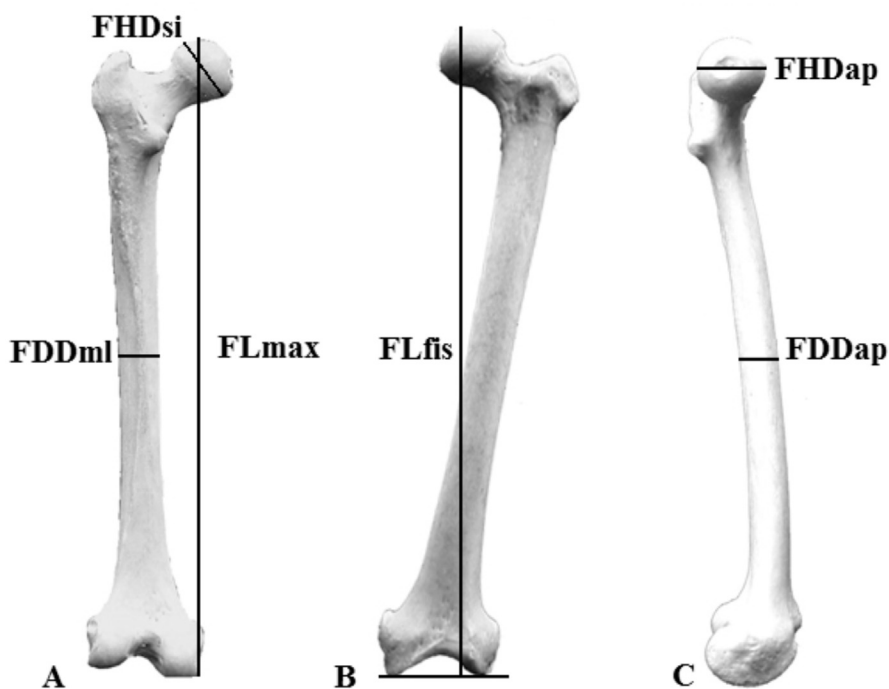


Fig. 1.—Variables osteométricas del fémur utilizadas en el presente trabajo. Abreviaturas, ver Tabla 1. A: vista posterior; B: vista anterior; C: vista medial.

siempre fácilmente observables en los diagramas de dispersión bivalente. Por todas estas cuestiones el ACP se ha convertido en una herramienta metodológica fundamental para explorar datos cuantitativos en Arqueología. Más concretamente, el uso de esta técnica ha contribuido, desde sus primeras aplicaciones en Antropología, a caracterizar la morfometría, la morfología y la funcionalidad en poblaciones actuales y del pasado. Para calcular las puntuaciones factoriales se han transformado logarítmicamente las variables originales, a efectos de conseguir una distribución normal multivariante. Para obtener las puntuaciones factoriales se ha escogido la matriz de correlaciones, en lugar de la de varianzas y covarianzas, con el fin de no ponderar diferencialmente las variables dependiendo de cuanto mayores o menores sean sus valores medios.

De manera independiente y en combinación con el ACP se ha utilizado el test de Lubischew. Dicho test, que se basa en la prueba t de Student, permite evaluar el grado de solapamiento entre las distribuciones muestrales de dos poblaciones y, con ello, determinar qué capacidad tiene dicha variable de discriminar entre ambas (Lubischew, 1962; Palmqvist *et al.*, 2007; Sneath y Sokal, 1973). Y, lo que es más importante, lo hace no sólo en función de la muestra utilizada sino que, como en cualquier prueba en la que se evalúa una distribución de probabilidad, los resultados son extrapolables a la población en su conjunto. El coeficiente de discriminación (K) se calcula siguiendo la fórmula:

$$K = (\bar{X}_a - \bar{X}_b) / 2S_x^2$$

Donde  $\bar{X}_a$  y  $\bar{X}_b$  son las medias de la variable X en las dos muestras comparadas (A y B) y  $S_x^2$  es la varianza mancomunada para ambas muestras. Dado que el porcentaje de clasificaciones erróneas a partir de la variable X (es decir, el solapamiento entre las muestras) es aproximadamente la probabilidad de que una desviada normal exceda el valor  $\sqrt{K}/2$ , conforme mayor sea K mejor será el carácter X a la hora de discriminar. Como en cualquier prueba de la estadística paramétrica, la de Lubischew requiere que las distribuciones de los valores de la variable en cuestión en las muestras comparadas sean aproximadamente normales y de varianza similar. Por tanto, antes de llevar a cabo la prueba de Lubischew es necesario evaluar dos hipótesis nulas: la primera, que las distribuciones de las muestras en cada una de las variables sean normales y la segunda, que las varianzas de las muestras que se comparan para cada una de las variables no sean significativamente diferentes entre sí (homocedasticidad). Para ello se han empleado las pruebas de Shapiro-Wilk (normalidad de las distribuciones de las muestras) y de Levene (homocedasticidad u homogeneidad de las varianzas). Todas las pruebas estadísticas, salvo la de Lubischew, se han realizado con el software PASW 18.0.

## RESULTADOS

El ACP arroja los siguientes resultados. El primer componente principal (CPI) explica el 86,3% del total de la varianza, mientras que el segundo componente principal se reduce al 6,7% de la misma (tabla 2). Dado que el CPI presenta factores de carga positivos y con una alta puntuación, el primer componente principal puede ser interpretado como un vector de formas en el que las observaciones siguen un gradiente en el que los valores más bajos corresponden a los individuos de más pequeño tamaño y los más altos a los de mayor tamaño (tabla 3). El segundo componente principal (CPII) es algo más complejo de interpretar. Presenta factores de carga positivos, aunque moderados en las puntuaciones, para las dos variables que dan cuenta del tamaño de la diáfisis del fémur (FDDml y FDDap) y negativos, e igualmente moderados, para las variables relacionadas con la longitud del mismo (FLmax y FLfis) (tabla 3). Por tanto, puede interpretarse como un vector de formas. Así, las observaciones se distribuyen siguiendo un gradiente en el que los valores bajos representan a los fémures más largos y a la vez con diáfisis más delgadas, y los valores altos a los cortos y con diáfisis más gruesas.

El morfoespacio generado por los dos primeros componentes principales (fig. 2) pone de manifiesto una separación diáfana en dos grupos en el primer componente principal, correspondiendo a las mujeres aproximadamente la mitad izquierda del morfoespacio (puntuaciones negativas) y la derecha (puntuaciones positivas) a los hombres. Mientras, en el CPII el solapamiento entre los individuos de ambos sexos es muy grande.

TABLA 2  
 VARIANZA EXPLICADA POR LOS DOS PRIMEROS COMPONENTES PRINCIPALES

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5,18	86,35	86,35
2	0,40	6,65	93,00

TABLA 3  
 MATRIZ DE COMPONENTES. ABREVIATURAS, VER TABLA 1

Variables	Componente	
	1	2
LogFLmax	0,94	-0,33
LogFLfis	0,94	-0,32
LogFHDap	0,97	0,04
LogFHDsi	0,96	0,06
LogFDDml	0,88	0,38
LogFDDap	0,89	0,20

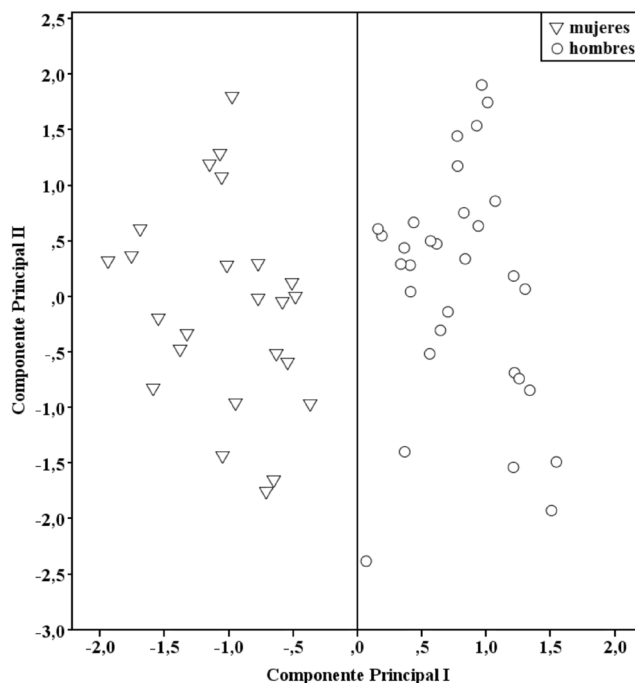


Fig. 2.—Gráfico bivalente. Componente Principal II sobre Componente Principal I.

TABLA 4

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS, VALOR DEL ESTADÍSTICO DE SHAPIRO-WILK Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA DE LUBISCHEW. ABREVIATURAS DE LAS VARIABLES, VER TABLA 1, CPI: PRIMER COMPONENTE PRINCIPAL; FDA: ÁREA DE LA DIÁFISIS; ♂: HOMBRES; ♀: MUJERES; N: NÚMERO DE OBSERVACIONES; X: PROMEDIO;  $\sigma$ : DESVIACIÓN TÍPICA; K: COEFICIENTE DE DISCRIMINACIÓN; R:  $\sqrt{K/2}$ . SI EL VALOR P CALCULADO A PARTIR DEL ESTADÍSTICO DE SHAPIRO-WILK ES  $< 0,05$  SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA, ESTO ES, QUE LAS DISTRIBUCIONES DE LAS MUESTRAS SON NORMALES

La Torrecilla ♂	CPI	FLmax	FLfis	FHDap	FHDsi	FDDml	FDDap	FDA
N	31	27	24	27	33	40	40	40
X	0,79	403,45	401,72	39,28	39,21	23,46	24,26	842,34
$\sigma$	0,41	19,74	20,61	1,53	1,72	1,70	1,86	99,51
P (Shapiro-Wilk)	0,52	<0,002	<0,001	0,07	0,14	0,62	0,15	0,26
La Torrecilla ♀	CPI	FLmax	FLfis	FHDap	FHDsi	FDDml	FDDap	FDA
N	24	33	29	31	35	33	33	33
X	-1,02	451,88	450,64	45,95	46,42	27,54	28,72	573,69
$\sigma$	0,45	22,11	21,58	2,74	2,87	2,04	2,18	79,34
P (Shapiro-Wilk)	0,10	0,50	0,47	0,51	0,42	0,34	0,45	0,07
La Torrecilla♂/La Torrecilla♀	CPI	FLmax	FLfis	FHDap	FHDsi	FDDml	FDDap	FDA
$N_{\text{♂}} + N_{\text{♀}}$	55	-	-	-	-	73	73	73
$(X_{\text{♂}} - X_{\text{♀}})^2$	3,28	-	-	-	-	16,59	19,91	72171,49
$(\sigma_{\text{♂}}^2 N_{\text{♂}}) + (\sigma_{\text{♀}}^2 N_{\text{♀}})$	9,97	-	-	-	-	211,82	246,00	633528,34
$S_x^2$	0,18	-	-	-	-	3,59	4,17	8335,90
K	9,04	-	-	-	-	2,31	2,39	4,33
R	2,13	-	-	-	-	1,07	1,09	1,47

Todas las pruebas de Shapiro-Wilk (tabla 4) para evaluar si se puede rechazar la normalidad de la distribución de las muestras producen resultados negativos, es decir que no se puede descartar que las distribuciones sean normales, salvo para ambas longitudes de los fémures (FLmax y FLfis). Por su parte, las pruebas de Levene (tabla 5) determinan que las varianzas de los dos grupos utilizados en este análisis (mujeres y hombres) para las variables relacionadas con la extremidad proximal del fémur (FHDap y FHDsi) presentan varianzas significativamente diferentes entre sí. Como consecuencia de estos resultados, la prueba de Lubischew para evaluar el solapamiento entre muestras se ha aplicado únicamente a FDDml, FDDap, FDA y CPI y ha proporcionado los siguientes resultados: para las dos variables lineales que dan cuenta de la diáfisis del fémur



TABLA 5

PRUEBA DE LEVENE PARA EVALUAR LA HOMOGENEIDAD DE LAS VARIANZAS DE LOS GRUPOS ESTABLECIDOS EN CADA VARIABLE. SI EL VALOR P CALCULADO A PARTIR DEL ESTADÍSTICO DE LEVENE ES  $< 0,05$  SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA, ESTO ES, QUE LAS VARIANZAS DE LOS DISTINTOS GRUPOS SEAN HOMOGÉNEAS

Variable	P (Estadístico de Levene)
FHDap	$<0,001$
FHDsi	$<0,0001$
FDDap	0,56
FDDml	0,97
FDA	0,72

el solapamiento es moderado (FDDml = 14,23% y FDDap = 13,69%) (tabla 4). Para el área de la diáfisis (FDA) el solapamiento disminuye hasta el 7,08% (tabla 4) y para el CPI, es decir, para el vector de tamaños, el solapamiento de la población es apenas existente, sólo un 1,66% (tabla 4), dando cuenta de su altísimo poder de discriminación.

## DISCUSIÓN

Es bien conocido que, en promedio, el esqueleto de los hombres es mayor que el de las mujeres. Esto se debe a cuestiones relacionadas con la genética, con el desarrollo, con factores ambientales que afectan a este último (nutrición, estrés, actividad física, etc.) o a la interacción de ellos (Trancho *et al.*, 1997). El fémur es, entre los huesos largos, uno de los más dimórficos puesto que soporta las cargas propias de la masa corporal durante la locomoción bípeda así como las propias de otras actividades físicas. Por tanto, el uso de este hueso, el más largo de la osamenta humana, para la discriminación del sexo en diferentes poblaciones ha gozado de gran atención por parte de los investigadores (vg. Pearson y Bell, 1917-1919; Pons, 1955; Godycki, 1957; Hanihara, 1958; Singh y Singh, 1972a, b; Black, 1978; Di Bernardo y Taylor, 1979, 1982; Iscan y Miller-Shaivitz 1984, 1986; MacLaughlin, y Bruce, 1985; Dittrick y Suchey, 1986; Wu, 1987; Hernández *et al.*, 1991; Iscan y Ding, 1995; Alemán Aguilera *et al.*, 1997; Steyn e Iscan, 1997; Trancho *et al.*, 1997; King *et al.*, 1998; Mall *et al.*, 2000; Purkait y Chandra, 2002; Slaus *et al.*, 2003; Purkait y Chandra, 2004; Alunni-Perret *et al.*, 2008).

Los resultados de este estudio ponen de manifiesto, en primer lugar, que algunas de las variables consideradas inicialmente no deben ser utilizadas en pruebas discriminantes basadas en la t de Student puesto que no cumplen con los requisitos de normalidad y/u homocedasticidad. Es el caso de las longitudes del fémur y de los diámetros de la cabeza del mismo, variables que, por muy buenas que sean para discriminar, no deben ser utilizadas en las pruebas de Lubischew. Por tanto, las únicas variables que se pueden emplear para la discriminación del sexo son las relacionadas con la diáfisis

y el tamaño global del fémur. Respecto a la diáfisis es lógico plantear *a priori* que discrimine bien entre sexos. Sobre todo si las muestras pertenecen a poblaciones que han llevado a cabo actividades diferenciales en relación al sexo. Esto es debido a que las epífisis están más condicionadas por factores genéticos que las diáfisis las cuales responden, mediante remodelación ósea, a los estreses habituales a los cuales son sometidas a lo largo de la vida de los individuos (Lieberman *et al.*, 2003). Como el área de la diáfisis femoral es una buena variable para discriminar el sexo de los individuos de la necrópolis de La Torrecilla, una inferencia lógica sería plantear una diferenciación sexual en las actividades que, no obstante debería ser confirmada mediante otro tipo de estudios. Por ejemplo, el aplicado por Jiménez Brobeil y colaboradores a diferentes muestras arqueológicas del sur de la Península Ibérica durante la Edad del Bronce, y más concretamente adscritos a la Cultura del Argar. Estos autores utilizaron tres tipos de marcadores esqueléticos (artrosis, marcadores de estrés músculo-esquelético y traumatismos) para señalar una diáfana diferencia entre los patrones de actividad de las mujeres y los de los hombres (Jiménez Brobeil *et al.*, 2004). En la población de La Torrecilla la mayoría de las evidencias de artrosis, traumatismos y hernias intraesponjosas (~70%) corresponden a individuos masculinos (du Souich Henrici y Campillo, 1990-1991). No obstante, es importante poner de relieve que las enfermedades degenerativas (vg. artrosis) están muy relacionadas con la edad, y las mujeres de la necrópolis de La Torrecilla mueren más jóvenes que los hombres. Por todo ello, en el presente estudio, cualquier interpretación relacionada con una segregación laboral en función del sexo debe tomarse con cautela. También porque en el análisis de componentes principales no existe una separación sexual en función de la robustez del fémur. Así, es pertinente recordar que los fémures más largos son a su vez los que presentan diáfisis relativamente más cortas y los más cortos, diáfisis relativamente más largas sin que el sexo juegue ningún papel aparente.

Un problema que se deriva del uso de la variable que mejor discrimina el sexo en la muestra estudiada es que para el obtener una dimensión del tamaño global del fémur es necesario que los huesos estén prácticamente completos, escenario no muy habitual en determinadas contextos arqueológicos y forenses. Sin embargo, para los tamaños de las diáfisis sólo es necesario que esté preservada esta parte. En este estudio se ha conseguido una discriminación muy cercana al 85% para las dos variables lineales de la diáfisis del fémur y al 93% para el área de ésta calculada a partir de aquéllas dos variables. Por tanto, y a pesar de que el área de la diáfisis del fémur discrimina un poco menos que el tamaño global del mismo, puede resultar más práctico y aplicable su uso.

¿Cómo se pueden interpretar los resultados obtenidos en el contexto de la investigación sobre discriminación del sexo a partir del fémur? Como ya ha sido mencionado, estudios previos han puesto de manifiesto la capacidad que tiene la diáfisis para discriminar entre los sexos. Sin embargo, y en líneas generales, se puede decir que, frente a otras partes del fémur (vg. la epífisis distal) la diáfisis es un pobre discriminador. Así, para poblaciones asiáticas y europeas nunca se ha alcanzado más del 90% de reclasi-

TABLA 6  
DIÁFISIS DEL FÉMUR. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE ESTUDIO  
CON LOS PUBLICADOS EN UN GRUPO SELECCIONADO DE TRABAJOS.

Población	% discriminación	Variable	Fuente
California Central ( <i>Early Horizon</i> )	80 75 84,6	Diámetro anteroposterior Diámetro mediolateral Circunferencia	Dittrick y Suchey, 1986
California Central ( <i>Middle and Late Horizon</i> )	79,9 79,2 65	Diámetro anteroposterior Diámetro mediolateral Circunferencia	Dittrick y Suchey, 1986
La Torrecilla	86,3 85,8 92,9	Diámetro anteroposterior Diámetro mediolateral Área	Este estudio
Chinos	81,7	Circunferencia	Iscan y Shihai, 1995
Tailandeses	85,6	Circunferencia	King <i>et al.</i> , 1998
Hindúes	84,3 85,7	Circunferencia Diámetro anteroposterior	Purkait y Chandra, 2002
Hindúes	75,0 71,4 77,4	Diámetro anteroposterior Diámetro mediolateral Circunferencia	Purkait y Chandra, 2004
Alemanes	72,4	Diámetro máximo	Mall <i>et al.</i> , 2000

ficaciones correctas (tabla 6). En el caso concreto de la muestra de La Torrecilla, los resultados de los diámetros anteroposterior y mediolateral son similares a los obtenidos para otras muestras y sensiblemente superiores a los obtenidos por otros autores para la misma muestra (ver tabla 6). Este hecho puede ser atribuible a las diferentes técnicas estadísticas utilizadas en ambos trabajos: análisis discriminante *stepwise* (Hernández *et al.*, 1991) *vs.* prueba de Lubischew (este trabajo), lo cual pondría de manifiesto que la prueba de Lubischew es una técnica con mayor poder discriminante, al menos para este caso particular. Sea como fuere, las clasificaciones correctas para la muestra de La Torrecilla a partir de la diáfisis oscilan entre el 85% y el 93%, siendo muy cercanas, e incluso superiores, a las obtenidas para una población tailandesa (85,6%) a partir de la circunferencia de la diáfisis en su punto medio (King *et al.*, 1998) y para una población hindú a partir de esa misma variable (85,7%) y del diámetro anteroposterior (84,3%) (Purkait y Chandra, 2002). De esta coincidencia en los resultados se puede concluir la fiabilidad de los resultados del presente trabajo. Aquellas tres poblaciones (La Torrecilla, Tailandia, India) muestran, sin embargo, un porcentaje de reclasificaciones correctas muy superior al obtenido con otras muestras. Así, para dos muestras arqueológicas de California se llega al 84,6%, 80% y 75% (*Early Horizon*) y al 79,2%, 79,9% y 65% (*Middle and Late Horizon*) utilizando respectivamente la circunferencia y los diámetros anteroposterior y mediolateral en el punto medio de la diáfisis (Dittrick

y Suchey, 1986), para la muestra alemana sólo se alcanza el 72,4% de reclasificaciones correctas utilizando el diámetro máximo de la diáfisis (Mall *et al.*, 2000) y para la otra muestra hindú basada en tres variables, los diámetros anteroposterior y mediolateral y la circunferencia de la diáfisis en su punto medio, las reclasificaciones correctas ascienden al 75%, al 71,4% y al 77,4% respectivamente (Purkait y Chandra, 2004). Por su parte, el valor máximo de discriminación obtenido en este trabajo (98,3%) es también muy similar a los resultados obtenidos por otros autores (tabla 7). Por ejemplo, Purkait y Chandra obtuvieron un 99,2% de reclasificaciones correctas a partir de un análisis discriminante con seis variables (Purkait y Chandra, 2004). Por su parte, Trancho y colaboradores alcanzaron el 99% de reclasificaciones correctas usando tan sólo dos variables de la epífisis distal del fémur (Trancho *et al.*, 1997), lo que otorga a este trabajo el valor añadido de la escasa cantidad de variables empleadas.

TABLA 7  
VALORES MAYORES DE DISCRIMINACIÓN. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE ESTUDIO CON LOS PUBLICADOS EN UN GRUPO SELECCIONADO DE TRABAJOS.

Población	% discriminación	Variable	Fuente
Españoles	90,9	Anchura de la epífisis distal Diámetro vertical de la cabeza	Alemán Aguilera <i>et al.</i> , 1997
Españoles	99	Dos variables de la epífisis	Trancho <i>et al.</i> , 1997
La Torrecilla	80,2	Diámetro anteroposterior de la cabeza Diámetro anteroposterior de la diáfisis	Hernández <i>et al.</i> , 1991
La Torrecilla	98,3	Combinación de seis variables	Este estudio
Surafricanos blancos	88,6	Combinación de tres variables	Steyn e Iscan, 1997
Chinos	94,9	Anchura bicondilar	Iskan y Shihai, 1995
Tailandeses	94,2	Diámetro máximo de la cabeza + anchura bicondilar	King <i>et al.</i> , 1998
Hindúes	93,2	Combinación de tres variables	Purkait y Chandra, 2002
Hindúes	99,2	Combinación de seis variables	Purkait y Chandra, 2004
Alemanes	91,7	Conjunto de seis variables	Mall <i>et al.</i> , 2000
Franceses	95,4	Anchura bicondilar	Alunni-Perret <i>et al.</i> , 2008

Entendida como una totalidad, la disparidad en los resultados a lo hora de discriminar el sexo de las muestras no hace sino abundar en un hecho que es bien conocido desde hace tiempo: la limitación que tiene la morfometría para la discriminación intrapoblacional del sexo de los individuos debido a las variabilidades intrapoblacional e interpoblacional. De tal manera que los resultados y las fórmulas obtenidos para

diferentes poblaciones no pueden ser extrapolados a otras (Lavelle, 1974). Por tanto, es necesario tratar a cada una de las poblaciones como entes discretos y calcular para cada una de ellas sus particulares funciones discriminantes.

Una de las características de la prueba de Lubischew es su robustez estadística, pero a pesar de ello ha sido escasamente utilizada. De hecho, este estudio es uno de los primeros, si no el primero, en aplicar dicha prueba a muestras humanas arqueológicas para discriminar entre los dos sexos. Por otro lado, el análisis de componentes principales y la prueba de Lubischew para el primer componente principal ponen de manifiesto que, siempre y cuando haya un número elevado de fémures completos, la mejor forma de discriminar entre hombres y mujeres en esta muestra es utilizar un conjunto no amplio de variables que caractericen al fémur en los tres ejes del espacio euclidiano. Hay que tener en cuenta que el análisis de componentes principales no es una técnica que esté pensada para discriminar y aún así lo hace de manera casi perfecta cuando se trata del tamaño. Y todo ello a pesar de que se trata de una muestra que incluye individuos que se distribuyen a lo largo de cinco siglos. Por tanto, no parece que tamaño del fémur se haya visto afectado por cambios seculares que sí se han detectado en otras poblaciones (Estados Unidos) en un intervalo temporal más reducido (ciento setenta años) (Jantz y Jantz, 1999) que el correspondiente al periodo de uso de la necrópolis de La Torrecilla. De forma provisional se puede plantear que la población enterrada en ésta no se habría visto afectada, de manera significativa, por reemplazamientos de población (vg. almorávides y almohades) ni por cambios sustanciales en el modo de vida, de ahí el alto nivel de discriminación entre los sexos. De haberse producido cambios es muy posible que el solapamiento fuese mayor, bien por la presencia de hombres con fémures más pequeños, bien por la aparición de mujeres con éstos más grandes. No obstante, para evaluar estos aspectos en toda su dimensión sería conveniente afinar la cronología de cada uno de los enterramientos y recurrir a análisis biogeoquímicos para evaluar posibles patrones de movilidad de las poblaciones (vg. Evans *et al.*, 2006) y/o cambios en la dieta (vg. Lubell *et al.*, 1994).

Por último, es muy relevante poner de manifiesto que algunos de los resultados de este trabajo (análisis de componentes principales y prueba de Lubischew para el primer componente principal) coinciden con la determinación de sexo efectuada por el Laboratorio de Antropología Física de la Universidad de Granada, lo cual da más credibilidad a la validez de la técnicas empleadas en este trabajo puesto que se ha llegado a las mismas conclusiones por parte de dos equipos independientes y mediante metodologías que resultan ser complementarias.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio de Antropología Física de la Universidad de Granada, especialmente a los profesores Philippe du Souich y Miguel Botella por haber permitido al autor de este trabajo utilizar los materiales de la colección de La Torrecilla custodiada en dicha institución. A María Ruiz por sus correcciones de estilo y a Paul Palmqvist por sus comentarios y discusiones que, sin duda, han mejorado sustancialmente las versiones preliminares de este trabajo.

Este trabajo se ha podido llevar a cabo gracias a un Contrato de Reincorporación de Doctores del Plan Propio de la Universidad de Granada y al apoyo del grupo de investigación HUM-607 (Junta de Andalucía) y de los proyectos de investigación CGL2008-04896 y HAR2008-04577 (Ministerio de Ciencia e Innovación).

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEMÁN AGUILERA, I., BOTELLA LÓPEZ, M.C. y RUIZ RODRÍGUEZ, L. (1997): "Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual", *Archivo Español de Morfología* 2, pp. 69-79.
- ALUNNI-PERRET, V., STACCINI, P. y QUATRE-HOMME, G. (2008): "Sex determination from the distal part of the femur in a French contemporary population", *Forensic Science International* 75, pp. 113-117.
- ARRIBAS, A. y RIU, M. (1974-1979): "La necrópolis y poblado de La Torrecilla (Pantano de los Bermejales, provincia de Granada). I Estudio arqueológico", *Anuario de Estudios Medievales* 9, pp. 17-40.
- DI BERNNARDO, R. y TAYLOR, J.V. (1979): "Sex assessment of the femur: A test of new method", *American Journal of Physical Anthropology* 50, pp. 635-638.
- DI BERNNARDO, R. y TAYLOR, J.V. (1982): "Classification and misclassification in sexing the black femur by discriminant function analysis", *American Journal of Physical Anthropology* 58, pp. 145-151.
- DITTRICK, J. y SUCHEY, J.M. (1986): "Sex determination of prehistoric central California skeleton remains using discriminant analysis of the femur and humerus", *American Journal of Physical Anthropology* 70, pp. 3-9.
- DU SOUICH, P. (1974-1979): "La necrópolis y poblado de La Torrecilla (Pantano de los Bermejales, provincia de Granada). I Estudio antropológico", *Anuario de Estudios Medievales* 9, pp. 41-74.
- DU SOUICH, P. (1979): "Estudio antropológico de la necrópolis medieval de Torrecilla (Arenas del Rey, Granada)", *Antropología y paleoecología humana* 1, pp. 27-40.
- DU SOUICH HENRICI, P. y CAMPILLO, D. (1990-1991): "Estudi paleopatològic de les restes humanes exhumades a la necrópolis arab de "La Torrecilla" (Arenas del Rey, Granada), *Acta Historica et Archaeologica Medievalia* 11-12, pp. 447-474.
- EVANS, J., STOODLEY, N. y CHENERY, C. (2006): "A strontium and oxygen isotope assessment of a possible fourth century immigrant population in a Hampshire cemetery, southern England", *Journal of Archaeological Science* 33, pp. 265-272.
- GODYCKI, M. (1957): "Sur la certitude de détermination de sexe d'après le femur le cubitus, et l'humerus", *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 110, pp. 405-410.
- HANIHARA, T. (1958): "Sexual diagnosis of Japanese long bones by means of discriminant function", *Journal of Anthropological Society Nippon* 67, pp. 21-27.
- HÉRNANDEZ, M., PÉREZ-PÉREZ, A. y JIMÉNEZ, S. (1991): "Dimorfismo sexual y asimetrías de húmero y fémur en poblaciones de la Península Ibérica, *Nuevas perspectivas en Antropología vol. 1* (Botella, M., Jiménez, S. Ruiz, L. y du Souich, P. eds.), Universidad de Granada, Granada, pp. 387-400.
- ISCAN, M.Y. y MILLER-SHAIVITZ, P. (1984): "Determination of sex from femur in blacks and whites", *Collegium Anthropology* 8, pp. 169-177.
- ISCAN, M.Y. y SHISHAI, D. (1995): "Sexual dimorphism in the Chinese femur", *Forensic Science International* 74, pp. 79-87.
- ISCAN, M.Y. y DING, S. (1995): "Sexual dimorphism in the Chinese femur", *Forensic Science International* 74, pp. 79-87.
- JIMÉNEZ BROBEIL, S.A., AL OUMAOU, I. y ESQUIVEL, J.A. (2004): "Actividad física según sexo en la cultura argárica. Una aproximación desde los restos humanos", *Trabajos de Prehistoria* 61, pp. 141-154.
- KING, C.A., ISCAN, M.Y. y LOTH, S.R. (1998): "Metric and comparative analysis of sexual dimorphism in the Thai femur", *Journal of Forensic Sciences* 43, pp. 954-958.
- KROGMAN, W.M. e ISCAN, M.Y. (1986): *The human skeleton in forensic Medicine*, Springfield, Charles C. Thomas Publishers.

- LIEBERMAN, D.E., PEARSON, O.M., POLK, J.D., DEMES, B. y CROMPTON, A.W. (2003): "Optimization of bone growth and remodeling in response to loading in tapered mammalian limbs", *Journal of Experimental Biology* 206, pp. 3125-3138.
- LUBELL, D., JACKES, M., SCHWARCZ, H., KNYF, M. y MEIKLEJOHN, C. (1994): "The Mesolithic-Neolithic transition in Portugal: Isotopic and dental evidence of diet", *Journal of Archaeological Science* 21, pp. 201-216.
- LUBISCHEW, A.A. (1962): "On the use of discriminant functions in taxonomy", *Biometrics* 18, pp. 455-477.
- MALL, G., GRAW, M., GEHRING, K.D. y HUBIG, M. (2000): "Determination of sex from Femora", *Forensic Science International* 113, pp. 315-321.
- MACLAUGHLIN, S.M. y BRUCE, M.F. (1985): "A simple univariate technique for determining sex from fragmentary femora: Its application to a Scottish short cist population", *American Journal of Physical Anthropology* 67, pp. 281-288.
- MARTIN, R. y SALLER, K. (1957): *Lehrbuch der Antropologie*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- PALMQVIST, P., TORREGROSA, V., PÉREZ-CLAROS, J.A., MARTÍNEZ-NAVARRO, B. y TURNER, A. (2007): "A re-evaluation of the diversity of Megantereon (Mammalia, Carnivora, Machairodontinae) and the problem of species identification in extinct carnivores", *Journal of Vertebrate Paleontology* 27, pp. 160-175.
- PEARSON, K. y BELL, J. (1917-1919): "A study of the long bones of the English skeleton. I The Femur", *Drapers' Company Research Memoirs. Biometric Series 1019* 10, pp. 1-224.
- PONS, J. (1955): "The sexual diagnosis of isolated bones of the skeleton", *Human Biology* 27, pp. 12-21.
- PURKAIT, R. y CHANDRA, H. (2002) Sexual dimorphism in femora: An Indian study. Forensic Science Communications 4, <http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/july2002/purkait.htm>
- PURKAIT, R. y CHANDRA, H. (2004): "A study of sexual variation in Indian femur", *Forensic Science International* 146, pp. 25-33.
- SINGH, S.P. y SINGH, S. (1972a): "The sexing of adult femora: Demarking points for Varanasi zone", *Journal of the Indian Academy of Forensic Sciences* 11, pp. 1- 6.
- SINGH, S.P. y SINGH, S. (1972b): "Identification of sex from the head of the femur: The demarking points for Varanasi zone", *Indian Medical Gazette* 11, pp. 45-49.
- SLAUS, M. STRINOVIC, J. y PETROVECKI, V. (2003): "Discriminant function sexing of fragmentary and complete femora: standards for contemporary Croatia", *Journal of Forensic Sciences* 48, pp. 509-512.
- SNEATH, P.H.A. y SOKAL, R.R. (1973): *Numerical Taxonomy*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- STEYN, M. e ISCAN, Y. (1997): "Sex determination from the femur and tibia in south African Whites", *Journal of Forensic Sciences* 90, pp. 111-119.
- TRANCHO, G.J., ROBLEDO, B., LÓPEZ-BUEIS, I. y SÁNCHEZ, J.A. (1997): "Sexual determination of the femur using discriminant functions. Analysis of a Spanish population of known sex and age", *Journal of Forensic Sciences* 42, pp. 181-185.
- WU, L. (1989): "Sex determination of Chinese femur by discriminant functions", *Journal of Forensic Sciences* 34 (5): pp. 1222-1227.

