

Estudio de dimorfismo sexual en la población islámica medieval de la *maqbara* de Pamplona

MUÑOZ A.¹, DE-MIGUEL-IBÁÑEZ M.P.², FONTECHA L.³ Y BENITO M.¹

¹Departamento de Medicina Legal, Psiquiatría y Patología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.

²Universidad de Alicante.

³Investigadora.

Corresponding Author: alexandm@ucm.es

RESUMEN

La estimación del sexo en poblaciones arqueológicas a partir de restos humanos incompletos o fragmentados es muy frecuente debido al estado de conservación o preservación de las muestras. En ocasiones, ante el estudio de las poblaciones del pasado, el investigador puede enfrentarse a tener que escoger entre un estudio de estimación del sexo basado en una población arqueológica, más cercana en el tiempo y espacio, pero por otra parte peor conservada, o bien un estudio de referencia contemporáneo de sexo conocido, mejor conservado y preservado, pero más alejado en tiempo y espacio. Ante la ausencia de estudios de referencia en poblaciones islámicas medievales, se propone el primer estudio de dimorfismo sexual de la *Maqbara* de Pamplona (España), datada en el siglo VIII. La investigación se llevó a cabo con una muestra de 57 individuos adultos islámicos medievales, cuyos resultados fueron contrastados con una muestra contemporánea española de 192 individuos de sexo y edad conocidos. Para ello, se aplicó la regresión logística a 9 variables métricas del húmero, fémur y tibia en ambas poblaciones. El porcentaje de correcta asignación del sexo en islámicos osciló entre el 77.5% y el 97.6% de los casos y el 82.1% y 93.6% en contemporáneos. En la muestra control de 25 individuos islámicos, las frecuencias de correcta asignación fueron mayores empleando la población islámica medieval (un 72.7% a un 94.7% de individuos) respecto a la muestra española contemporánea, donde se obtuvieron resultados de entre el 50% y el 85%. En conclusión, podemos decir que este estudio sobre dimorfismo sexual es una buena referencia para arqueólogos y antropólogos que estudien la cultura y biología de las poblaciones islámicas medievales.

Palabras claves:

Maqbara

Estimación del sexo

Población islámica

Regresión logística

Arqueología medieval

Recibido: 15-03-2021

Aceptado: 14-10-2021

ABSTRACT

The estimation of sex in archaeological populations from incomplete or fragmented human remains is very frequent due to the state of conservation or preservation of the samples. On occasions, when studying the populations of the past, the researcher may face having to choose between a study of sex estimation based on an archaeological population, closer in time and space, but, on the other hand, worse preserved; or, a contemporary reference study of known sex, better conserved and preserved but more remote in time and space. In the absence of reference studies in medieval Islamic populations, the first study of sexual dimorphism from the *Maqbara* of Pamplona, Spain, dated in the 8th century, is proposed. The research was carried out with a sample of 57 medieval Islamic adults, the results of which were contrasted with a contemporary Spanish sample of 192 individuals of known sex and age. For this, logistic regression was applied to 9 metric variables of humerus, femur and tibia in both populations. The percentage of correct allocation in Islamic people ranged between 77.5% and 97.6% of the cases and 82.1% and 93.6% in contemporaries. In the control sample of 25 Islamic individuals, the frequencies of correct allocation were higher using the medieval Islamic population, obtaining between 72.7% and 94.7% of correctly sexed individuals, compared to the contemporary Spanish, which were obtained results between 50% and 85%. In conclusion, we can say that this study of sexual dimorphism is a good reference for archaeologists and anthropologists who study the culture and biology of medieval Islamic populations.

Keywords:

Maqbara

Sex estimation

Islamic population

Logistic regression

Medieval archaeology

Introducción

La estimación de sexo a partir de restos humanos en antropología física y en arqueología es esencial para llevar a cabo estudios demográficos, paleopatológicos y de carácter biocultural en las poblaciones del pasado. Es fundamental a la hora de estudiar las poblaciones arqueológicas, contar con metodología y técnicas de bajo coste, rápidas y efectivas en la asignación del perfil biológico. De acuerdo a las recomendaciones de la mayoría de los autores (Cox y Mays, 2000; Scheuer, 2002; White, Black y Folkens, 2005), la estimación del sexo basándonos en un esqueleto completo se lleva a cabo fundamentalmente empleando las características morfológicas del cráneo y del coxal (Buikstra y Ubelaker, 1994) con un índice de acierto de entre el 95 y el 100% si el observador es experimentado (Krogman e Iscan, 1986). Sin embargo, cuando el esqueleto se encuentra fragmentado, la osteometría puede ayudar en el proceso de asignación de sexo empleando regiones anatómicas muy diversas, como así lo confirma la bibliografía para el cráneo (Walrath, Turner y Bruzek, 2004; Franklin, Freedman y Milne, 2005; Dayal, Spocter y Bidmos, 2008), huesos largos de miembro superior e inferior (Mall et al., 2001; Albanese, Cardoso y Saunders, 2005; Anzellini y Toyne, 2019), carpos (Mastrangelo, Alemán y Botella, 2011), tarsos (Alonso-Llamazares y Pablos, 2019) e incluso costillas (Muñoz et al., 2018) en diversas poblaciones arqueológicas y contemporáneas.

En la Península Ibérica, hubo una convivencia entre poblaciones de diverso origen genético y cultural -judíos, musulmanes y cristianos- durante los siglos VIII a XV, dejando esta impronta en la arquitectura, gastronomía, religión, lengua y cultura actuales. Fruto de ello y relacionado con el enterramiento de restos humanos en el periodo tardo-antiguo y medieval, destacan las necrópolis cristianas y las *maqābir* islámicas localizadas a lo largo y ancho de la península (McMillan, 1997; Botella et al., 2005; Ríos y Pérez, 2008; Roca de Togores, 2008; De Miguel, 2012; De Miguel et al., 2016; Doe et al., 2019). Destaca la arqueología de la *maqbara* de Pamplona, por acoger el enterramiento individual de 177 individuos adultos y subadultos en decúbito lateral derecho, como establece el rito islámico mirando hacia La Meca, en algunas de

las ocasiones con presencia de cobertura con lajas en las tumbas (De Miguel, 2016). Además de la posición del cuerpo, destacan las modificaciones dentales de carácter cultural africano con signos claros de limado (Prevedorou et al., 2010) en algunos de los individuos, lo cual indica que podría tratarse de algunos de los primeros pobladores islámicos de origen africano de la Península Ibérica. Dada la alta representatividad de estas poblaciones en la arqueología de la Península Ibérica, norte de África y países mediterráneos existe una necesidad de mejorar los métodos de estimación del sexo combinando para ello los avances moleculares y las nuevas técnicas estadísticas.

En lo que respecta a los estudios de dimorfismo sexual de poblaciones islámicas medievales son inexistentes empleando la osteometría de huesos largos. Únicamente destaca un estudio obtenido a partir de la región craneal (Jiménez Arenas, 2013) con porcentajes combinados de correcta asignación de entre el 79.5% y el 91.9% empleando la aproximación multivariante. En relación con estudios de referencia del continente africano, son abundantes las investigaciones con población sudafricana blanca y negra (Steyn e Iscan, 1997, 1999; Dayal, Spocter y Bidmos, 2008; Krüger, L'Abbé, y Stull, 2017) pero escasos los estudios con muestras contemporáneas del norte de África. Destacan algunas investigaciones en población egipcia contemporánea en húmero (Ali y Elbaky, 2016), fémur (Abozaid y Hasan, 2018) y tibia (Fouad et al., 2005) con porcentajes de asignación de entre el 66.7% y el 93.3%.

A pesar de que la población española contemporánea ha sido ampliamente estudiada en el pasado mediante el uso de funciones discriminantes (Alemán, Botella y Ruiz, 1997; Muñoz, 2017), la mayoría de los autores (Kleinbaum et al., 2002; Acharya, Prabhu y Muddapur, 2011; Santos, Guyomarc'h y Bruzek, 2014; Anzellini y Toyne, 2019; Bidmos et al., 2020) recomiendan aplicar nuevas técnicas estadísticas como la regresión logística para la estimación del sexo. En concreto, el análisis de regresión logística (LRA) presenta buenos resultados en la predicción del sexo en muestras osteológicas y no es susceptible de error cuando el *sex ratio* es diferente de 1 (Santos, Guyomarc'h y Bruzek, 2014).

Cuando nos enfrentamos a la estimación del sexo en una población arqueológica, nos pueden surgir

dudas a la hora de seleccionar la población de referencia. Las poblaciones contemporáneas identificadas se encuentran alejadas temporalmente de la muestra que queremos estudiar, pero tenemos absoluta certeza en lo relativo al sexo y el estado de conservación suele ser excelente. Por otra parte, las poblaciones arqueológicas a partir de las cuáles se realizan mediciones osteométricas, suelen estar peor conservadas y preservadas y el sexo suele ser obtenido a partir de la estimación morfológica de los caracteres de cráneo y pelvis de los individuos. Por este motivo, se lleva a cabo un estudio de estimación de sexo a partir de variables métricas en una muestra de población islámica medieval con el objetivo de aportar en primer lugar, un estudio de referencia osteométrico en poblaciones islámicas medievales. En segundo lugar, se propone testar una muestra islámica control, con los estadísticos obtenidos en población española contemporánea y los estimadores calculados con su propia población, con el fin de saber cuál de ellas funciona mejor.

Material y Métodos

A pesar de que la *maqbara* de Pamplona acoge a 177 individuos, para llevar a cabo el presente estudio se descartaron los individuos subadultos y se seleccionó una muestra de individuos adultos. Por tanto, la muestra islámica incluida en este estudio se compone de 57 individuos de edad adulta cuyo sexo fue estimado morfológicamente y corroborado en su mayor parte por los datos moleculares disponibles-únicamente

hubo dos discrepancias entre la estimación morfológica y genética, prevaleciendo los resultados genéticos en la presente investigación (Fontecha, 2013; De Miguel, 2016). En total, 37 son hombres y 20 mujeres confirmados genéticamente con una distribución de edad tal y como se aprecia en la Figura 1. La estimación del sexo a nivel molecular, se llevó a cabo mediante cuatro métodos diferentes, el análisis de un fragmento de amelogenina AMEL, que presenta dimorfismo en secuencia y longitud, el análisis de la secuencia repetitiva alfoide (DYZ1), el análisis del gen SRY del cromosoma Y, y el análisis mediante qPCR de los SNPs del cromosoma Y (Fontecha, 2013). Por su parte, la población contemporánea española se corresponde con una colección del siglo XX identificada, ubicada en la Escuela de Medicina Legal de Madrid, que consta de 112 individuos masculinos y 80 femeninos, con una distribución de edad tal y como se muestra en la Figura 1, con edad cronológica y sexo conocidos.

Se escogieron individuos adultos que tuvieran las epífisis fusionadas y la erupción y maduración dentaria culminada en el caso de los islámicos y mayores de 20 años en la población contemporánea. La estimación de la edad de los islámicos se llevó a cabo por los métodos antropológicos clásicos: el estudio de la cuarta costilla (Iscan, Loth y Wright, 1993), sínfisis púbica (Suchey y Brooks, 1990), carilla auricular (Lovejoy et al., 1985), además se estudió el patrón de degeneración de las vértebras (Ubelaker, 2007) y el desgaste dental (Brothwell, 1987). Basándonos en estos intervalos se establecieron 5 grupos de edad en adultos: jóvenes (entre los 20 y 29 años), medios (30 y 44 años), maduros (45 y 55 años), seniles (mayores de 55 años)

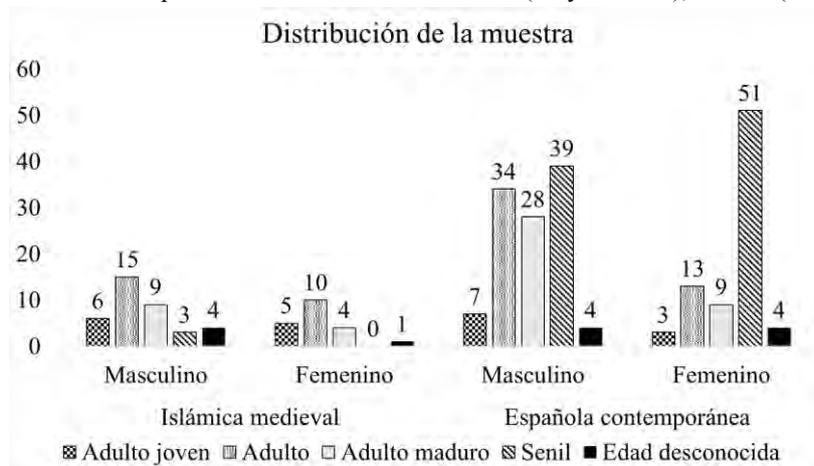


Figura 1: Distribución de la muestra de acuerdo al sexo, edad y población.

y un grupo de edad desconocida adulta porque no hubo los suficientes indicadores para llevar a cabo la estimación de la edad en esos esqueletos. Se seleccionaron 9 variables métricas del lado izquierdo de acuerdo al Protocolo Data Collection Procedures for Forensic Skeletal Material 2.0 (Langley et al., 2016), tres de ellas del húmero, tres del fémur y tres de la tibia incluidas en la Tabla 1.

Los datos se analizaron con la versión 25.0 del SPSS. Se llevó a cabo el análisis de la normalidad de la muestra mediante el análisis de Shapiro Wilks obteniendo una muestra normal ($p > 0.05$). La estadística seleccionada para estudiar el dimorfismo sexual fue el t- test two way ANOVA y la regresión logística. También se analizó el efecto poblacional sobre las 9 variables métricas mediante el two way ANOVA.

Las fórmulas de regresión de ambas muestras fueron testadas sobre la muestra control, que consta de 25 individuos, no incluidos en el LRA de población

islámica. Se estimó el sexo de los individuos basándonos en las recomendaciones de Buikstra y Ubelaker (1994), y se obtuvo que 14 eran hombres y 11 mujeres, todos ellos adultos. Para testar la muestra control se trabajó con Excel 2010.

Resultados

Respecto al análisis estadístico descriptivo de ambas muestras, se incluyen en la Tabla 1 el número de individuos (N), la media y la desviación típica en cada población en función de cada sexo. Destaca que, en los islámicos, las medias son más elevadas, tanto para los parámetros que miden la longitud del hueso, como para los que miden la anchura. La variable naturaleza de la muestra o procedencia, medievales islámicos y españoles contemporáneos, se evaluó mediante el test two way ANOVA con resultados significativos, p-valor de entre 0.000 hasta 0.002 en las variables HEB, FML,

Tabla 1. Estadísticos descriptivos incluyendo las variables y sus abreviaturas, el número de individuos (N) y la media y desviación típica (SD) en población islámica medieval y población española contemporánea masculina (M) y femenina (F). *Los p-valores del two way ANOVA para el dimorfismo sexual fueron todos significativos ($p < 0.001$).

Hueso	Variable	Sexo	Islámica medieval			Española contemporánea		
			N	Media	SD	N	Media	SD
Húmero	Longitud máxima (HML)	M	30	319.71	17.36	87	317.40	15.73
		F	12	290.29	14.21	59	282.20	12.00
	Anchura epicondílea (HEB)	M	32	61.46	3.25	94	56.70	3.94
		F	16	54.93	2.45	64	47.79	3.16
Fémur	Diámetro máximo de la cabeza (HHD)	M	26	46.85	2.19	84	46.17	2.55
		F	15	39.16	2.77	57	39.07	1.72
	Longitud máxima (FML)	M	27	451.90	20.32	89	443.24	25.32
		F	17	413.08	24.28	67	396.03	19.82
Diámetro máximo de la cabeza (FDH)	M	30	46.54	2.55	74	46.27	2.98	
	F	19	41.22	2.61	62	40.29	1.91	
Tibia	Anchura epicondílea (FEB)	M	24	80.85	2.30	87	77.34	4.10
		F	14	71.10	2.83	63	67.79	3.42
	Longitud (TL)	M	25	361.08	21.22	94	360.94	22.91
		F	15	333.40	14.99	62	321.50	16.73
Anchura epífisis proximal (TPEB)	M	28	75.17	3.57	82	72.23	3.74	
	F	16	66.68	2.32	59	62.15	3.37	
Anchura epífisis distal (TDEB)	M	26	51.78	3.01	96	48.44	2.97	
	F	16	45.78	2.81	62	42.01	2.52	

FEB, TPEB y TDEB. Por su parte, las variables que no mostraron diferencia en función del parámetro procedencia ($p>0.05$) fueron HML, HHD, FDH y TL.

El dimorfismo sexual es evaluado a partir de p-valores de los resultados del two way ANOVA. En todos los parámetros los p-valores fueron significativos ($p<0.001$). Mediante esta misma prueba de ANOVA también se valora la interacción de las variables sexo y colección, no resultando esta interacción significativa en ninguno de los casos ($p>0.05$).

En la Tabla 2 se incluyeron las fórmulas obtenidas a partir del LRA, por una parte, para las 9 fórmulas univariantes en ambas poblaciones y por otra, para la fórmula multivariante que incluye todas las variables. En el caso de la población islámica no pudo ser obtenida esta última debido al estado de conservación, por no existir suficientes casos en los que estuvieran conservadas las 9 medidas.

Tabla 2. Fórmulas LRA univariantes y multivariantes.

	Islámica medieval	Española contemporánea
1	$Y = 0.112 * HML - 33.238$	$Y = 0.157 * HML - 46.336$
2	$Y = 0.639 * HEB - 36.373$	$Y = 0.650 * HEB - 33.455$
3	$Y = 1.593 * HHD - 68.051$	$Y = 1.142 * HHD - 47.860$
4	$Y = 0.086 * FML - 36.785$	$Y = 0.088 * FML - 36.512$
5	$Y = 0.744 * FDH - 32.241$	$Y = 1.115 * FDH - 47.632$
6	$Y = 2.006 * FEB - 151.271$	$Y = 0.614 * FEB - 44.072$
7	$Y = 0.081 * TL - 27.603$	$Y = 0.093 * TL - 31.058$
8	$Y = 0.831 * TPEB - 57.974$	$Y = 0.679 * TPEB - 45.164$
9	$Y = 0.661 * TDEB - 31.771$	$Y = 0.802 * TDEB - 35.781$
10	-	$Y = 568.107 - 0.792 * HML + 0.855 * HEB - 2.092 * HHD - 0.426 * FML - 0.007 * FEB - 0.583 * HHD + 1.062 * TL - 8.238 * TPEB + 2.241 * TDEB$

El punto de corte es 0.5. Los valores mayores o iguales del punto de corte son masculinos y viceversa. La fórmula de regresión multivariante en islámicos no pudo ser obtenida por no existir un N suficiente con todas las variables valorables.

En la Tabla 3 se incluyen los resultados del LRA para la población islámica medieval y para la población contemporánea española. Se puede observar los

resultados en restos islámicos y españoles contemporáneos cuantificados por la correcta asignación en porcentajes y frecuencias para hombres, mujeres y para la combinación de ambos. En general, los porcentajes para el sexo masculino son superiores a los del femenino en ambas muestras. Los porcentajes combinados en islámicos varían desde el 77.5% de acierto, empleando TL, hasta el 97.6% de acierto usando HHD. En contemporáneos, nuevamente es la longitud de la tibia la que tiene un porcentaje combinado más moderado (82.1% de acierto) en contraposición a TPEB, que presenta un 93.6% de acierto. Tanto en islámicos como en población española, la anchura de las epífisis es más discriminante que las longitudes de los huesos largos.

Tabla 3. Resultados de validación cruzada para individuos masculinos (M), femeninos (F) y combinados (C) usando LRA expresados en porcentajes y frecuencias.

Islámica medieval						
	%M	Freq.	%F	Freq.	%C	Freq.
1	96.7	29/30	66.7	8/12	88.1	37/42
2	90.6	29/32	75.0	12/16	85.4	41/48
3	96.2	25/26	100	15/15	97.6	40/41
4	92.6	25/27	82.4	14/17	88.6	39/44
5	90.0	27/30	84.2	16/19	87.8	43/49
6	95.8	23/24	92.9	13/14	94.7	36/38
7	80.0	20/25	73.3	11/15	77.5	31/40
8	92.9	26/28	87.5	14/16	90.9	40/44
9	88.5	23/26	81.3	13/16	85.7	36/42
10	-	-	-	-	-	-
Española contemporánea						
	%M	Freq.	%F	Freq.	%C	Freq.
1	89.7	78/87	89.8	53/59	89.7	131/146
2	90.4	85/94	85.9	55/64	88.6	140/158
3	94.0	79/84	91.2	52/57	92.9	131/141
4	84.3	75/89	83.6	56/67	84.0	131/156
5	93.2	69/74	88.7	55/62	91.2	124/136
6	92.0	80/87	82.5	52/63	88.0	132/150
7	84.0	79/94	79.0	49/62	82.1	128/156
8	95.1	78/82	91.5	54/59	93.6	132/141
9	93.8	90/96	80.6	50/62	88.6	140/158
10	100	49/49	100	26/26	100	75/75

Las fórmulas univariantes obtenidas a partir de la población islámica y contemporánea fueron testadas en la muestra control de 25 individuos islámicos, y los resultados se muestran en la Tabla 4. Se observa que, a excepción de HML, todos los porcentajes de acierto son superiores, o iguales como en el caso de HHD, empleando las fórmulas obtenidas a partir de la población islámica medieval en comparación con la española.

Tabla 4. Resultados de validación cruzada para individuos masculinos (M), Femeninos (F) y Combinados (C) usando LRA en población islámica medieval y población española contemporánea en la muestra control expresando LRA en porcentajes y frecuencias.

Islámica medieval						
	%M	Freq.	%F	Freq.	%C	Freq.
1	100	9/9	63.6	7/11	80.0	16/20
2	77.7	7/9	81.8	9/11	80.0	16/20
3	75.0	6/8	90.0	9/10	83.3	15/18
4	83.3	5/6	88.8	8/9	86.6	13/15
5	100	8/8	90.9	10/11	94.7	18/19
6	83.3	5/6	77.7	7/9	80.0	12/15
7	100	4/4	57.1	4/7	72.7	8/11
8	100	3/3	77.7	7/9	83.3	10/12
9	85.0	6/7	85.0	6/7	85.7	12/14
Española contemporánea						
	%M	Freq.	%F	Freq.	%C	Freq.
1	100	9/9	72.7	8/11	85.0	17/20
2	88.8	8/9	63.6	7/11	75.0	15/20
3	87.5	7/8	80.0	8/10	83.3	15/18
4	100	6/6	66.6	6/9	80.0	12/15
5	100	8/8	63.6	7/11	78.9	15/19
6	83.3	5/6	33.3	3/9	53.3	8/15
7	100	4/4	0.0	0/7	36.3	4/11
8	100	3/3	33.3	3/9	50.0	6/12
9	85.0	6/7	28.5	2/7	57.1	8/14

Discusión

La necesidad de estimar el sexo correctamente, tanto en identificación forense como en investigaciones bioarqueológicas requiere de esfuerzos

dirigidos en esta línea por parte de los equipos de investigación. Es frecuente encontrar en el Norte de África (Manzano Moreno, 2010) y poblaciones mediterráneas (Gleize et al., 2016), especialmente en la Península Ibérica (Ríos y Pérez, 2008; De Miguel, 2016, 2020; Doe et al., 2019), asentamientos islámicos que involucran restos humanos. Para llevar a cabo un estudio exhaustivo de la arqueología funeraria y la biología de estas poblaciones es fundamental conocer la demografía de sus enterramientos, y para ello estimar el sexo de los individuos a partir de restos en diferentes estados de conservación y preservación.

Se constata un vacío de estudios de referencia en población islámica medieval, en lo relativo al dimorfismo sexual en el esqueleto postcraneal. Si que existe un estudio a partir de variables métricas del cráneo (Jiménez-Arenas, 2013), cuyos porcentajes aportados por el autor son buenos, aunque su máximo (91.9%) es ligeramente inferior al del presente estudio (97.6%), debido a que la región craneal presenta porcentajes de acierto más moderados en comparación con las anchuras de las epífisis de huesos largos.

En lo que respecta a la bibliografía postcraneal de poblaciones islámicas actuales del noroeste de África (Marruecos, Argelia, Túnez y Libia), se observa que son inexistentes. En cambio, en Egipto sí se han llevado a cabo estudios en población contemporánea que muestran que los valores medios de la anchura epicondílea de húmero y fémur son más parecidos a los de la *maqbara* tanto en hombres como en mujeres (Figuras 2, 3, 4 y 5).

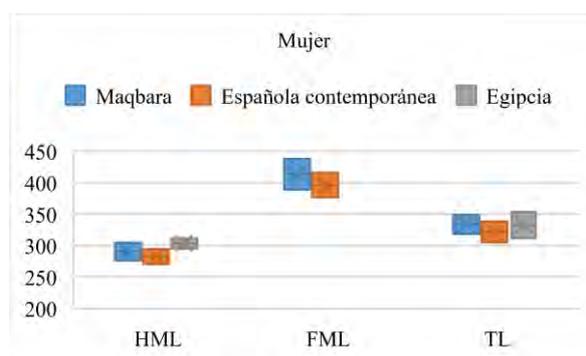


Figura 2: Distribución de la media de las variables de longitud en las tres poblaciones femeninas (intervalo de confianza 95%).

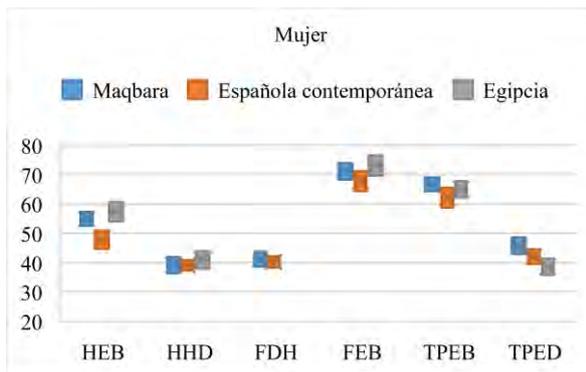


Figura 3: Distribución de la media de las variables de anchura en las tres poblaciones femeninas (intervalo de confianza 95%).

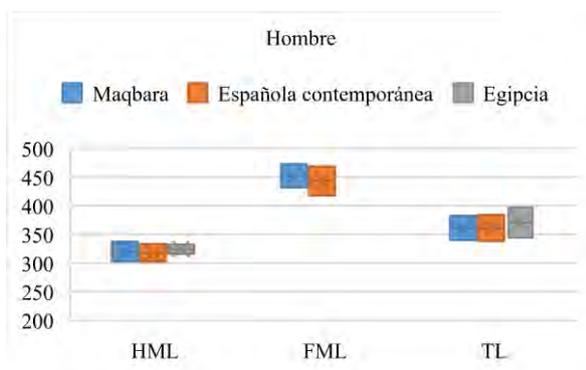


Figura 4: Distribución de la media de las variables de longitud en las tres poblaciones masculinas (intervalo de confianza 95%).

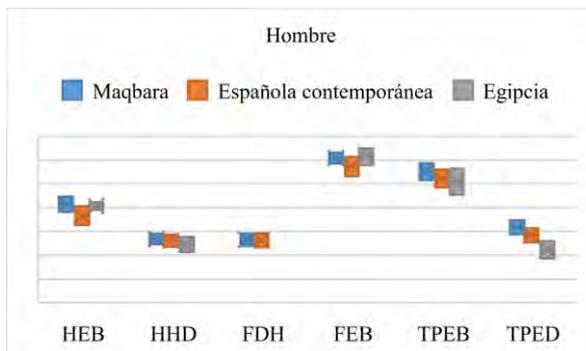


Figura 5: Distribución de la media de las variables de anchuras en las tres poblaciones masculinas (intervalo de confianza 95%).

De igual forma, en la Tabla 1 se aprecia que en todas las variables, a excepción de HHD, FDH y TL, a pesar de que podríamos esperar una mayor media de longitud de huesos largos en la población española contemporánea en comparación con la islámica, los resultados sorprenden indicando que los islámicos del siglo VIII presentaban mayor longitud y anchura de

huesos largos, y, por tanto, predicablemente mayor estatura, en comparación con la población española actual. No sólo en los resultados de nuestra muestra, con fechas de nacimiento que oscilan desde 1881 hasta 1976 y fechas de defunción oscilando entre 1976 y 1996, sino que al comparar estos resultados con las medias de Belmonte (2013) obtenidas en hueso fresco de autopsia del siglo XXI, los resultados son equivalentes. Se pone de manifiesto, que, a pesar de las mejoras de alimentación y salud en la población española actual junto con su ya estudiado cambio secular (Ross, Ubelaker y Kimmerlee, 2011; Muñoz, 2017), podría existir un componente genético poblacional que esté influyendo en la expresión de estos valores métricos.

En relación con el presente estudio, la población no sólo exhibe rasgos culturales africanos propios, como el limado de los dientes entre otros aspectos, sino que se inhumaron siguiendo el rito funerario islámico. Estos hallazgos arqueológicos, junto con la datación de la muestra, que sitúa históricamente a la *maqbara* de Pamplona en el siglo VIII, unido a los hallazgos antropológicos, apunta a que una parte muy significativa de la población tendrían un origen africano, siendo de las de estas primeras poblaciones islámicas que llegaron a la Península Ibérica (De Miguel, 2016).

A pesar de la importancia arqueológica y antropológica de estos hallazgos, deben tenerse en cuenta algunas limitaciones del estudio:

En primer lugar, que el tamaño muestral es limitado y existe una desproporción entre el número de mujeres y hombres, tanto en islámicos como en contemporáneos. En relación con la recomendación de Santos, Guyomarc'h y Bruzek (2014) se aplicó la regresión logística, dada su idoneidad para el estudio de poblaciones arqueológicas porque existe una tasa pequeña de individuos que son clasificados incorrectamente y los porcentajes de acierto que se alcanzan son buenos, como así lo confirma el presente estudio. Además de que es frecuente que en los yacimientos arqueológicos se encuentren poblaciones donde el *sex ratio* no es balanceado, como ocurre en la presente investigación.

En segundo lugar, que la estimación de la edad en individuos islámicos es aproximativa y somos conscientes de que puede haber algún individuo cuya

edad cronológica no corresponda con la estimación biológica. No obstante, consideramos que este error es asumible ya que la edad no influye en la estimación del sexo basada en los caracteres métricos en adultos, por lo que únicamente se incluye a modo informativo en material y métodos para conocer la demografía de la muestra utilizada.

Otro reto al que se han enfrentado las autoras, es la conservación de la muestra arqueológica. Por una parte, el estado de conservación de los esqueletos con los que se han obtenido las fórmulas, ha hecho que algunas medidas no tengan un número suficientemente representativo, especialmente en las mujeres. Por otra parte, los 25 individuos de la muestra control islámica sobre la que se han testado las fórmulas, se encontraba en un estado de conservación deficiente, y el sexo de la muestra control no está confirmado genéticamente, sino que se obtuvo a partir de variables morfológicas de cráneo y pelvis, por tanto, los porcentajes deben ser tomados con precaución. No obstante, para futuros estudios se valora ampliar la muestra con individuos de sexo confirmado genéticamente. Por este motivo, las autoras han incluido las frecuencias de asignación sexual correcta y el N total por cada variable en las Tablas 3 y 4.

También, es importante considerar que, como ocurre en el resto de investigaciones bioarqueológicas, esta muestra islámica puede no ser representativa de toda la población islámica medieval. No obstante, los arqueólogos y antropólogos ya trabajan con este precepto en mente, y a partir de las muestras y yacimientos disponibles pretendemos acercarnos a conocer el patrón de dimorfismo sexual de estas poblaciones.

Como última limitación, podemos hacer referencia a que únicamente se seleccionaron las medidas del lado izquierdo. No obstante, y dado que, en trabajos previos de dimorfismo sexual, no se encontraron diferencias significativas (Akman, Karakaş y Bozkır, 2006; Charisi et al., 2011) y porque está aceptado que el lado izquierdo podría ser el lado que menos afectación biomecánica presenta, podemos aceptar que el sesgo sobre el estudio puede ser mínimo. La ventaja que presentan las fórmulas univariantes propuestas en población islámica y española (Tablas 2 y 3), es que son aplicables cuando el estado de conservación y preservación es deficiente. Además,

estos porcentajes de acierto combinados de las fórmulas tanto en población islámica como en contemporánea revelan que la estimación del sexo a partir de variables métricas es muy buena (mayores al 85% de los casos correctamente clasificados).

Concordamos también, en la presente investigación con los resultados de otros autores (Albanese, Cardoso y Saunders, 2005) que han observado que las anchuras de las epífisis son más dimórficas que las longitudes de los huesos largos. Por ejemplo, la longitud de la tibia, presenta porcentajes de acierto no aceptables (77.5%) ni en identificación forense ni en estudios paleodemográficos con muestras arqueológicas. Entre los resultados, destaca positivamente la fórmula multivariante de población española contemporánea, que obtiene un porcentaje de acierto combinado del 100% sobre 75 individuos. No obstante, únicamente será aplicable cuando el estado de conservación de la muestra sea bueno, ya que requiere que las 9 variables sean valorables.

Respecto a la aplicación de las fórmulas obtenidas a partir de islámicas de la *maqbara* y las fórmulas de población española contemporánea sobre la muestra control destaca, como era de esperar, un porcentaje de acierto combinado mejorado, o igual como en el caso de HHD, en todas las variables a excepción de HML, la cual difiere en la clasificación de único individuo femenino. En contraposición, es muy llamativa la diferencia en las tres variables de la tibia donde las fórmulas de población española no presentan resultados aceptables.

Para estudiar si es el efecto temporal o espacial lo que determina el dimorfismo sexual y las proporciones de la población islámica medieval, se testaron las fórmulas de población egipcia contemporánea en húmero (Ali y Elbaky, 2016), fémur (Abozaid y Hasan, 2018) y tibia (Fouad et al., 2005) sobre la muestra control con resultados sorprendentes (Tabla 5).

En todas las variables, a excepción de TDEB donde obtiene porcentajes del 50%, la población egipcia consigue mejores porcentajes combinados de acierto, no sólo en comparación con la población española sino también con las fórmulas obtenidas a partir del propio estudio islámico medieval. Esto podría ser debido a que las fórmulas en población egipcia contemporánea han sido obtenidas con un N

significativamente mayor y que las dimensiones osteológicas de islámicos medievales y de la población egipcia contemporánea son semejantes.

Tabla 5. Resultados de validación cruzada para individuos masculinos (M), femeninos (F) y Combinados (C) en la muestra control usando funciones discriminantes de una población egipcia contemporánea.

Egipcia contemporánea						
	%M	Freq.	%F	Freq.	%C	Freq.
1	77.7	7/9	90.9	10/11	85.0	17/20
2	77.7	7/9	90.9	10/11	85.0	17/20
3	75.0	6/8	90.0	9/10	83.3	15/18
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	66.6	4/6	100	9/9	86.6	13/15
7	-	-	-	-	-	-
8	100	3/3	77.7	7/9	83.3	10/12
9	100	7/7	0	0/7	50	7/14

Conclusiones

Respondiendo al problema inicial que se planteaba de sí, ante la estimación del sexo en una población arqueológica, debemos usar referentes contemporáneos por tener estas fórmulas mayor número muestral y estar mejor conservadas y preservadas, en comparación con fórmulas obtenidas a partir de muestras arqueológicas peor conservadas, la respuesta es clara: funcionan mejor los referentes contemporáneos únicamente cuando las dimensiones de las poblaciones sean semejantes.

En individuos islámicos medievales, las fórmulas obtenidas a partir de su población presentan mejor porcentaje de acierto, siendo muy acusadas estas diferencias en fémur y tibia en comparación con las fórmulas obtenidas a partir de la muestra contemporánea española. No obstante, en ausencia absoluta de estudios de referencia en una población arqueológica determinada, pueden emplearse los estudios de poblaciones contemporáneas, como complemento de la estimación morfológica del sexo, y entendiendo que existe un porcentaje de error en esta asignación.

Con esto, destacamos que la presente investigación puede ser un referente en el estudio de poblaciones islámicas medievales de origen africano inhumadas en *maqābir* localizadas en el sur de Europa.

Bibliografía

- Abozaid S.M.M., Hasan E.I. (2018). Osteometric gender determination from adult femoral distal end in Minia Governorate, Egypt. *Egypt J Forensic Sci Appl Toxicol* 18 (2): 41-52.
<https://dx.doi.org/10.21608/ejfsat.2018.16991>
- Acharya A.B., Prabhu S., Muddapur, M.V. (2011). Odontometric sex assessment from logistic regression analysis. *Int J Leg Med* 125: 199-204.
<https://doi.org/10.1007/s00414-010-0417-9>
- Akman Ş.D., Karakaş P., Bozkir M.G. (2006). The morphometric measurements of humerus segments. *Turk J Med Sci* 36(2): 81-85.
- Albanese J., Cardoso H.F., Saunders S.R. (2005). Universal methodology for developing univariate sample-specific sex determination methods: an example using the epicondylar breadth of the humerus. *J Archaeol Sci* 32(1):143-152.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.08.003>
- Alemán I., Botella M.C., Ruiz L. (1997). Determinación del sexo en el esqueleto postcranial. Estudio de una población mediterránea actual. *Arch Esp Morfol* 2: 69-79.
- Ali D.M., Elbaky F.A.F.A. (2016). Sex identification and reconstruction of length of humerus from its fragments: An Egyptian study. *Egypt J Forensic Sci* 6(2): 48-55.
<https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2016.03.003>
- Allen J.A. (1877). The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical Rev* 1: 108-140.
- Alonso-Llamazares C., Pablos A. (2019). Sex estimation from the calcaneus and talus using discriminant function analysis and its possible application in fossil remains. *Archaeol Anthropol Sci* 11:4927-4946.
<https://doi.org/10.1007/s12520-019-00855-y>
- Anzellini A., Toyne J.M. (2019). Estimating sex using isolated appendicular skeletal elements from Chachapoyas, Peru. *Int J Osteoarchaeol* 29: 961-973.
<https://doi.org/10.1002/oa.2810>
- Belmonte Expósito M.T. (2013). Estimación de la estatura a través de la tibia en población española contemporánea. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Bidmos M.A., Adebisin A.A., Mazengeny P., Olateju O.I., Adegboye, O. (2020). Estimation of sex from metatarsals using discriminant function and logistic

- regression analyses. *Aust J Forensic Sci* 53(5): 543-556. <https://doi.org/10.1080/00450618.2019.1711180>
- Botella Ortega D., Diéguez Ramírez J.P., Martínez Enamorado V., Morena López J.A. (2005). Evidencias arqueológicas de un cementerio andalusí en Córdoba: ¿la maqbara Umm Salama? *Bol Arqueol Med* 12: 19-50.
- Brooks S., Suchey J.M. (1990). Skeletal age determination based on the Os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Hum Evol* 5(3): 227-238.
- Brothwell D.R. (1987). Desenterrando huesos. La excavación, tratamiento y estudio de los esqueletos humanos. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Buikstra J.E., Ubelaker D.H. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville (USA): Arkansas Archaeological Survey series nº 44.
- Charis D., Eliopoulos C., Vanna V., Koiliás C.G., Manolis S.K. (2011). Sexual dimorphism of the arm bones in a modern Greek population. *J Forensic Sci* 56(1): 10-18. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01538.x>
- Cox M., May S. (Eds.). (2000). *Human Osteology in Archeology and Forensic Science*. Cambridge: Cambridge University Press,
- Dayal M.R., Spocter M.A., Bidmos M.A. (2008). An assessment of sex using the skull of black South Africans by discriminant function analysis. *HOMO* 59(3): 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2007.01.001>
- De Miguel M.P. (2012). *Mortui Viventes Docent*. La maqbara de Pamplona. En: De Mahoma a Carlomagno. Semana de estudios medievales. Navarra.
- De Miguel M.P. (2016). *La maqbara de Pamplona* (S. VIII.). Aportes de la osteoarqueología al conocimiento de la islamización en la marca superior. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc8d1w3>
- De Miguel M.P., Fontecha L., Izaguirre N., de la Rúa C. (2016). Paleopatología, ADN y diferenciación social en la maqbara de Pamplona: límites y posibilidades. En: J.A. Quirós-Castillo (Ed.). *Demografía, paleopatologías y desigualdad social en el noroeste peninsular en época medieval*: 163-182. Bilbao: UPV/EHU.
- De Miguel M.P. (2020). Gentes del Islam, ritual funerario e historias de vida en la maqbara de Pamplona. *Studia Histórica. Historia Medieval* 38(1). <https://doi.org/10.14201/shhme2020381728>
- Doe D.M., Pérez J.R., Cambra-Moo O., Martín M.C., Martín A.G. (2019). Assessing pubertal stage in adolescent remains: an investigation of the San Nicolás maqbara burial site (Murcia, Spain). *Archaeol Anthropol Sci* 11(2): 541-554. <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0543-0>
- Franklin D., Freedman L., Milne N. (2005). Sexual dimorphism and discriminant function sexing in indigenous South African crania. *HOMO* 5(3): 213-228. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2004.08.001>
- Fontecha L. (2013) *Análisis genético de la maqbara de Pamplona* (Navarra, s. VIII): Una ventana a la invasión islámica en el norte de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
- Fouad A., Hegazi E., Abdel-Aziz M., Mokhtar Z. (2005). Gender Determination in Adult Egyptians from Complete and Fragmentary Tibiae. *An Anthropological Study*. *Mansoura J Forensic Med Clin Toxicol* 13(1): 91-103. <https://doi.org/10.21608/MJFMCT.2005.65935>
- Gleize Y., Mendisco F., Pemonge M.H., Hubert C., Groppi A., Houix B., Deguilloux M.F., Breuil J.Y. (2016). Early Medieval Muslim Graves in France: First Archaeological, Anthropological and Palaeogenomic Evidence. *PloS One* 11(2): e0148583. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148583>
- Iscan M.Y., Loth S.R., Wright R.K. (1993). Casts of age phases from the sternal end of the rib for white males and females. Fort Collins: France Casting.
- Jiménez-Arenas J.M. (2013). Una aproximación multivariante al dimorfismo sexual de una población islámica medieval de la Península Ibérica. *Arqueología y Territorio Medieval* 20: 205-220.
- Kleinbaum D.G., Dietz K., Gail M., Klein M., Klein M. (2002). *Logistic regression*. New York: Springer-Verlag.
- Krogman W.M., Isçan M.Y. (1986). *The human skeleton in forensic medicine*. Springfield (IL): Charles C. Thomas.
- Krüger G.C., L'Abbé E.N., Stull K.E. (2017). Sex estimation from the long bones of modern South Africans. *Int J Leg Med* 131(1): 275-285. <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1488-z>
- Langley NR., Jantz L.M., Ousley S.D., Jantz R.L., Milner G. (2016). *Data collection procedures for forensic skeletal material 2.0*. University of Tennessee and Lincoln Memorial University.
- Lovejoy C.O., Meindl R.S., Pryzbeck T.R., Mensforth R.P. (1985). Chronological Metamorphosis of the Auricular Surface of the Ilium: A New Method for the Determination of Adult Skeletal Age at Death. *Am J Phys Anthropol* 68:15-28. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330680103>
- Mall G., Hubig M., Büttner A., Kuznik J., Penning R., Graw M. (2001). Sex determination and estimation of stature from the long bones of the arm. *Forensic Sci Int* 117 (1): 23-30. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(00\)00445-X](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(00)00445-X)
- Manzano Moreno E. (2010). The Iberian Peninsula and North Africa. En: C.F. Robinson (Ed.). *The New Cambridge History of Islam*. Volume 1: The Formation

- of the Islamic World, Sixth to Eleventh Centuries: 581-622. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mastrangelo P., De Luca S., Alemán I., Botella M.C. (2011). Sex assessment from the carpals bones: discriminant function analysis in a 20th century Spanish sample. *Forensic Sci Int* 206 (1): 216e1-216e10. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.04.019>
- McMillan G.P. (1997). A preliminary analysis of the paleochristian and islamic cemeteries of Rossio do Carmo, Mértola, Portugal.
- Muñoz A. (2017). La aplicación de la osteometría en la identificación humana: La estimación del sexo y la ancestralidad en la población española contemporánea. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Muñoz A., Maestro N., Benito M., Sánchez J.A., Márquez-Grant N., Trejo D., Ríos L. (2018). Sex and age at death estimation from the sternal end of the fourth rib. Does İşcan's method really work? *Leg Med* 31: 24-29. <https://10.1016/j.legalmed.2017.12.002>
- Prevedorou E., Díaz-Zorita M., Romero A., De Miguel M.P., Buikstra J.E., Knudson, K.J. (2010). Residential mobility and dental decoration in Early Medieval Spain: Results from the eighth century site of Plaza del Castillo, Pamplona. *Dental Anthropol* 23: 45-52. <https://doi.org/10.26575/daj.v23i2.74>
- Ríos L., Pérez M. (2008). Trauma perimortem en la *maqbara* medieval de Baza, Granada. En: C. Roca De Togores y F. Rodes (Eds.). *Actas de las Jornadas de Antropología Física y Forense*: 89-99. Alicante.
- Roca de Togores C. (2008). Antropología y paleopatología de los restos óseos exhumados en la *maqbara* del Tossal de Manises (La Albufereta, Alicante). *Lucentvm* 27, 229-231. <http://dx.doi.org/10.14198/LVCENTVM2008.27.18>
- Ross A.H., Ubelaker D.H., Kimmerle E.H. (2011). Implications of dimorphism, population variation, and secular change in estimating population affinity in the Iberian Peninsula. *Forensic Sci Int* 206(1-3): 214e1. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.01.003>
- Santos F., Guyomarc'h P., Bruzek J. (2014). Statistical sex determination from craniometrics: Comparison of linear discriminant analysis, logistic regression, and support vector machines. *Forensic Sci Int* 245: 204e1-204e8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.10.010>
- Scheuer L. (2002). Application of osteology to forensic medicine. *Clin Anat* 15: 297-312. <https://doi.org/10.1002/ca.10028>
- Steyn M., İşcan, M.Y. (1997). Sex determination from the femur and tibia in South African whites. *Forensic Sci Int* 90(1): 111-119. [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(97\)00156-4](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(97)00156-4)
- Steyn M., İşcan, M.Y. (1999). Osteometric variation in the humerus: sexual dimorphism in South Africans. *Forensic Sci Int* 106(2): 77-85. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(99\)00141-3](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(99)00141-3)
- Ubelaker D.H. (2007). *Enterramientos Humanos: Excavación, Análisis, Interpretación*. Donostia: Munibe Suplemento 24.
- Walrath D.E., Turner P., Bruzek J. (2004). Reliability test of the visual assessment of cranial traits for sex determination. *Am J Phys Anthropol* 125(2): 132-137. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10373>
- White T.D., Black M.T., Folkens P.A. (2005). *The Human Bone Manual*. Amsterdam: Elsevier, Academic Press.