

**ESTIMACIÓN DEL SEXO A PARTIR DE LAS EPÍFISIS DEL HÚMERO****SEX ESTIMATION FROM HUMERUS EPIPHYSES**

Machado Mendoza D.<sup>1</sup>  
Urgellés Navarro L.A.<sup>2</sup>  
Monzón González Y.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias Biológicas. Máster en Antropología. Instituto de Medicina Legal de la Habana.

<sup>2</sup>Licenciado en Biología. Máster en Antropología. Universidad de La Habana.

<sup>3</sup>Licenciado en Biología. Servicio Provincial de Medicina Legal de Matanzas.  
Cuba.

Correspondencia: palacinguido@gmail.com

**Resumen:** En el mundo son muchos los estudios realizados sobre estimación del sexo en el húmero con poblaciones de diverso origen y composición. El único estudio de este tipo realizado en Cuba empleó húmeros de sujetos cuya edad promedio era superior a los 64 años. Este estudio tuvo como objetivo elaborar ecuaciones discriminantes que permitan la estimación del sexo con alto grado de fiabilidad, cuando solo se poseen las epífisis humerales. Se realizaron nueve mediciones a 213 húmeros de individuos europoides cubanos de ascendencia hispánica, con sexo, ancestralidad y edad conocidos. Los valores de las mediciones se procesaron con SPSS 27.0 para Windows. Se empleó estadística descriptiva, y el análisis discriminante para la obtención de las ecuaciones. Todas las medias fueron mayores en el sexo masculino. Las medidas más dimórficas fueron las variables distales: anchura epicondilar y la anchura de la superficie articular. De las 22 ecuaciones obtenidas, en 21 se obtuvo un acierto superior al 90%, y se alcanzó hasta 98,1% de fiabilidad con una función que incluye cuatro medidas distales. Se concluyó que, las ecuaciones discriminantes obtenidas permiten la estimación del sexo para poblaciones europoides de ascendencia hispánica, con alto grado de fiabilidad, cuando sólo se poseen las epífisis humerales.

**Palabras clave:** dimorfismo sexual, huesos largos, osteometría, antropología forense, ecuaciones discriminantes..

**Abstract:** Many studies have been conducted worldwide on sex estimation in the humerus, using populations of diverse origins and compositions. The only study of this type conducted in Cuba used humeri from subjects with an average age over 64 years. This study aimed to develop discriminant equations that allow for highly reliable sex estimation when only the humeral epiphyses are available. Nine measurements were taken from 213 humeri of Cuban's white individuals of hispanic descent, with known sex, ancestry, and age. The measurement values were processed using SPSS 27.0 for Windows. Descriptive statistics and discriminant analysis were used to obtain the equations. All means were higher in males. The most dimorphic measurements were the distal variables: epicondylar width and articular surface width. Of the 22 equations obtained, 21 achieved accuracy greater than 90%, and up to 98.1% reliability was achieved with a function that includes four distal measurements. It was concluded that the discriminant equations obtained allow the estimation of sex for white people of hispanic descent, with a high degree of reliability, when only the humeral epiphyses are present.

**Keywords:** sexual dimorphism, long bones, osteometry, forensic anthropology, discriminant functions.

**INTRODUCCIÓN**

El estudio del dimorfismo sexual de las poblaciones humanas ha sido motivo de interés de bioantropólogos y antropólogos forenses. Dos son al menos las razones: una es que la determinación del sexo es un elemento esencial en la identificación individual, y la segunda es que, para el análisis de la forma de vida de las poblaciones humanas del pasado, conocer el sexo a partir de los huesos es imprescindible.

Prácticamente todos los huesos del esqueleto, ya sea de forma individual o combinada, se han utilizado para determinar el sexo de un sujeto. Puede afirmarse que la predicción alcanza el 100% de correspondencia si se dispone de esqueletos completos y en buen estado de conservación; cuando no ocurre así, la probabilidad disminuye.

No siempre se cuenta con estructuras anatómicas que faciliten una determinación sexual visual basada en caracteres discretos con un alto grado de confianza, especialmente, si no se conserva el hueso coxal. Por ello, se ha

hecho necesario elaborar métodos estadísticos multivariados con otras estructuras anatómicas (cráneo y huesos largos) que permitan estimar de forma fiable el sexo.

Obviamente, la determinación sexual depende del área esquelética que se conserva, variando éste enormemente de unas zonas óseas a otras. De aquí la importancia metodológica de elaborar ecuaciones atendiendo a la fragmentación de los restos humanos, aplicables a la población de interés.

En el mundo son muchos los estudios realizados sobre estimación del sexo en huesos largos, sobre todo en el húmero (1,2,3). Han investigado con huesos correspondientes a poblaciones de diverso origen y composición (4,5), así como en cuanto a la variabilidad de las medidas tomadas, con resultados que difieren entre sí.

El único estudio de este tipo realizado en Cuba empleó húmeros de sujetos cuya edad promedio era superior a los 64 años (6), lo que trae un sesgo debido a las deformaciones producto de la edad y la actividad física del sujeto en vida, alteraciones que en ocasiones pueden no ser fácilmente distinguibles.

## OBJETIVO

Elaborar ecuaciones discriminantes que permitan la estimación del sexo con alto grado de fiabilidad, cuando solo se poseen las epífisis humerales.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio cuantitativo, analítico, de corte transversal. El universo lo constituyeron todas las osamentas correspondientes a sujetos de cubanos de ascendencia hispánica, sexo y edad conocida, identificados en el Instituto de Medicina Legal de Cuba del año 1998 a 2023. Todos los húmeros correspondían a sujetos fallecidos en los últimos 30 años.

Se seleccionaron 213 húmeros (122 masculinos y 91 femeninos), correspondientes a sujetos europoides cuya media de edad fue de  $46,29 \pm 7,63$  años, todos entre 20 y 64 años al morir, de los cuáles se poseía registro del sexo, patrón ancestral y edad. Se excluyeron aquellos huesos que presentaban anomalías (artrosis, fracturas, patologías, osteofitos, efecto del fuego, etc).

Se realizaron un total de nueve mediciones (cuatro proximales y cinco distales). Los instrumentos de medición utilizados fueron: Calibre Vernier (**CV**) con un error de 0,05 mm y la Tabla Osteométrica (**TO**), con error de 1 mm, las mediciones se tomaron en milímetros.

### Mediciones en el húmero (ver **Anexo 1**) (6)

- Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal (**LC**): distancia máxima directa entre el borde más externo del tubérculo mayor y la superficie articular de la cabeza humeral. (CV).
- Anchura de la epífisis proximal (**AC**) distancia medio-lateral máxima encontrada en la cabeza humeral. (CV).
- Diámetro vertical de la cabeza (): distancia sagital máxima entre los bordes de la superficie articular. (CV).
- Diámetro horizontal de la cabeza (**DHC**): distancia medio-lateral máxima entre los bordes de la superficie articular. (CV).
- Profundidad de la tróclea (**PT**): distancia entre el punto anterior del borde interno de la tróclea y el punto más posterior del mismo. (CV).
- Diámetro del borde lateral o externo de la tróclea (**DBLT**): distancia directa entre el punto más anterior del surco que se encuentra entre el cóndilo y la tróclea y el punto más posterior del borde externo de la tróclea. (CV).

- Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (**DAMT**): distancia anteroposterior mínima encontrada sobre la tróclea. (CV).
- Anchura de la superficie articular (**ASAH**): distancia entre el borde externo y el borde interno de la tróclea, tomada en la cara anterior del hueso. (CV).
- Anchura epicondilar (**EP**): distancia entre el punto más saliente del epicóndilo y el punto más prominente de la epitróclea. (CV).

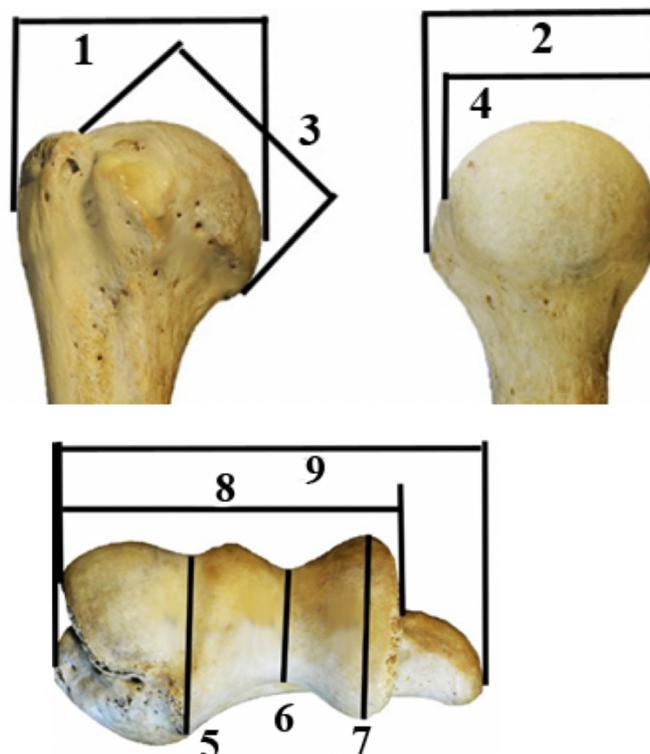
En relación a las regiones del hueso, las medidas **LC**, **DVC**, **AC** y **DHC**, corresponden a la epífisis proximal y **PT**, **DBLT**, **DAMT**, **ASAH** y **EP** a la epífisis distal.

#### **Análisis estadístico de la información**

Luego de recogidas las mediciones, se realizó el análisis estadístico, con la utilización del programa estadístico SPSS versión 27.0 para Windows. Para el análisis univariado se aplicaron las pruebas Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors (Normalidad) y de Levene (Homogeneidad de Varianzas), comprobándose que las variables estudiadas seguían una distribución normal y cumplían la homogeneidad de varianzas.

Luego se procedió a la comparación de medias entre las parejas de huesos derechos e izquierdos para todas las variables, y posteriormente entre los sexos. Para esto fue utilizada la Prueba t de Student para dos muestras independientes.

Para la investigación se tomó como valor de significación  $p < 0.05$  para todos los estadígrafos empleados. Para el análisis discriminante, se seleccionaron los sexos como los grupos a discriminar. Se emplearon todas las variables probándose todas las combinaciones posibles (independientes juntas) para obtener las ecuaciones, que también suelen llamarse funciones discriminantes.



**Figura 1.** Medidas tomadas a las epífisis humerales

### Proceso de validación

La validación se realizó con 32 osamentas (18 masculinas y 14 femeninas), de casos trabajados en el Instituto de Medicina Legal y el Equipo de Trabajo de Antropología Forense de Matanzas. Estos húmeros correspondían a 16 europoides (ocho de cada sexo); y de otros grupos ancestrales (12 negroides (seis de cada sexo); dos mongoloides asiáticos masculinos y dos mestizos masculinos), seleccionados como control negativo para probar si las funciones pudieran ser aplicables en esos grupos.

Se probaron las ecuaciones para cada hueso, para analizar el porcentaje de éstas que clasifican correctamente. Para verificar si existían diferencias entre las medias de las clasificaciones por sexo, se realizó una prueba U de Mann-Whitney.

### Cuestiones éticas

En relación a los aspectos éticos, es necesario aclarar que, los datos personales de las personas a quienes pertenecían las osamentas son confidenciales, a cada sujeto se le asignó una numeración para el trabajo posterior.

La toma de mediciones no es una técnica invasiva, ya que forma parte del trabajo de identificación que se realizó con la osamenta en su momento, por lo que no provocó ningún tipo de demora adicional en el tiempo de estadía de los esqueletos a identificar en el Instituto de Medicina Legal, que pudiera generar algún tipo de inconformidad en los familiares.

### RESULTADOS

La comparación entre las parejas de huesos derechos e izquierdos, no reflejó diferencias significativas para las variables analizadas, lo que permitió emplear los húmeros independientemente de la lateralidad para conformar las series masculina y femenina. Se llevó a cabo el análisis con las nueve medidas escogidas y se calcularon los parámetros: media, desviación estándar y la prueba t de Student.

Todas las medias masculinas resultaron mayores que las femeninas. Las medidas con mayor dimorfismo fueron las variables distales: anchura epicondilar (**EP**) y la anchura de la superficie articular (**ASAH**). (ver **Tabla 1**).

**Tabla 1.** Comparación de las medias masculinas y femeninas, para cada una de las medidas humerales.

MEDIDA	MASCULINOS		FEMENINOS		Resultado Prueba t-Student
	Media (mm)	DE	Media (mm)	DE	
<b>LC</b>	<b>50.06</b>	2.78	<b>43.61</b>	2.01	18.75 (p<0.001)
<b>AC</b>	<b>46.69</b>	2.82	<b>39.99</b>	2.25	17.882 (p<0.001)
<b>DVC</b>	<b>46.2</b>	2.61	<b>39.76</b>	2.08	18.769 (p<0.001)
<b>DHC</b>	<b>43.04</b>	2.17	<b>37.4</b>	1.87	18.674 (p<0.001)
<b>PT</b>	<b>26.84</b>	1.89	<b>22.55</b>	1.67	16.023 (p<0.001)
<b>DBLT</b>	<b>25.12</b>	1.51	<b>21.05</b>	1.43	18.026 (p<0.001)
<b>DAMT</b>	<b>16.66</b>	1.64	<b>14.05</b>	1.29	12.408 (p<0.001)
<b>ASAH</b>	<b>45.65</b>	2.47	<b>38.86</b>	1.87	20.584 (p<0.001)
<b>EP</b>	<b>62.59</b>	3.61	<b>52.77</b>	2.63	21.393 (p<0.001)

**LC:** Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, **AC:** Anchura de la epífisis proximal, **DVC:** Diámetro vertical de la cabeza, **DHC:** Diámetro horizontal de la cabeza, **PT:** Profundidad de la tróclea, **DBLT:** Diámetro del borde lateral de la tróclea, **DAMT:** Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, **ASAH:** Anchura de la superficie articular, **EP:** Diámetro epicondilar.

**DE:** desviación estándar; Nivel de significación: simple  $p < 0.05^*$ , doble  $p < 0,01^{**}$ .

### Análisis Discriminante

Se obtuvieron ecuaciones discriminantes correspondientes a las variables por separado, y luego se calcularon combinando las variables por regiones, siempre que aportaran mayor fiabilidad que la medida simple. Es importante destacar que siempre se trata de obtener funciones que utilicen el menor número de variables posibles para facilitar su manejo.

Las ecuaciones se nombraron con una letra y un número, la letra corresponde a la inicial del hueso y el número al orden consecutivo de la ecuación para esa pieza ósea. Ej. **H4** (Húmero 4). Las ecuaciones resultantes fueron 22, 21 de ellas superan el 90% de fiabilidad.

La **Tabla 2** refleja que, de las nueve medidas analizadas, sólo la ecuación correspondiente a DAMT estuvo por debajo del 90% de fiabilidad. Las ecuaciones para la anchura de la superficie articular (ASAH) y la anchura epicondilar (EP) (H1 y H2) superaron el 95%.

Las ecuaciones basadas en medidas distales clasifican mejor los huesos femeninos. La función que incluye al diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DAMT), mostró aciertos por debajo del 80%, por lo que no es recomendada para la estimación del sexo.

**Tabla 2.** Ecuaciones discriminantes, puntos de corte y porcentaje de fiabilidad para cada una de las medidas de las epífisis humerales.

<b>Ecuación</b>	<b>Coficiente y Constante</b>	<b>P. Corte</b>	<b>% ♂</b>	<b>% ♀</b>	<b>% Total</b>
<b>H1</b>	0.456 <b>ASAH</b> – 19.453	-0.1895	94.1	98.8	<b>96.2</b>
<b>H2</b>	0.315 <b>EP</b> – 18.439	-0.249	94.6	96.3	<b>95.3</b>
<b>H3</b>	0.673 <b>DBLT</b> – 15.7	-0.124	91.8	95.1	<b>93.3</b>
<b>H4</b>	0.392 <b>AC</b> – 17.131	-0.125	92.4	93.1	<b>92.7</b>
<b>H5</b>	0.417 <b>DVC</b> – 18.124	-0.162	90.8	94.2	<b>92.3</b>
<b>H6</b>	0.41 <b>LC</b> – 19.374	-0.1585	88.5	94.4	<b>91.1</b>
<b>H7</b>	0.489 <b>DHC</b> – 19.791	-0.1125	92.1	89.5	<b>90.9</b>
<b>H8</b>	0.553 <b>PT</b> – 13.82	-0.1185	91.2	91.7	<b>91.4</b>
<b>H9</b>	0.659 <b>DAMT</b> – 10.292	-0.1425	79.8	78.8	79.3

**LC:** Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, **AC:** Anchura de la epífisis proximal, **DVC:** Diámetro vertical de la cabeza, **DHC:** Diámetro horizontal de la cabeza, **PT:** Profundidad de la tróclea, **DBLT:** Diámetro del borde lateral de la tróclea, **DAMT:** Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, **ASAH:** Anchura de la superficie articular, **EP:** Diámetro epicondilar.

Las variables por sí solas brindan los porcentajes de acierto esperados (la mayor parte más de 90 % de fiabilidad), pero se buscó mejorar este porcentaje de acierto combinándolas entre sí, mediante un análisis multivariado.

En la **Tabla 3** se muestran las cuatro ecuaciones obtenidas para la epífisis proximal (**H10 – H13**). Los porcentajes de fiabilidad oscilaron entre 92.5% y 93.8%, con mayor acierto para el sexo femenino.

**Tabla 3.** Ecuaciones discriminantes, puntos de corte y porcentaje de fiabilidad para la epífisis proximal.

<b>Ecuac</b>	<b>Coefficientes y constante</b>	<b>P. Corte</b>	<b>% ♂</b>	<b>% ♀</b>	<b>% Total</b>
<b>H10</b>	$0.169 LC + 0.268 DVC - 19.615$	-0.1645	90.7	97.6	<b>93.8</b>
<b>H11</b>	$0.182 AC + 0.302 DHC - 20.155$	-0.1205	93	94.1	<b>93.5</b>
<b>H12</b>	$0.192 AC + 0.253 DVC - 19.336$	-0.13	91	96.4	<b>93.5</b>
<b>H13</b>	$0.178 LC + 0.312 DHC - 21.034$	-0.1775	90.1	95.3	<b>92.5</b>

LC: Diámetro transversal máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza.

En la **Tabla 4** se muestran las nueve ecuaciones obtenidas para la epífisis distal (**H14 – H22**). Los porcentajes de fiabilidad oscilaron entre 94.3% y 98.1%, con mayor acierto generalmente para el sexo femenino.

**Tabla 4.** Ecuaciones discriminantes, puntos de corte y porcentaje de fiabilidad para la epífisis distal.

<b>Ecuac</b>	<b>Coefficientes y constante</b>	<b>P. Corte</b>	<b>% ♂</b>	<b>% ♀</b>	<b>% Total</b>
<b>H14</b>	$0.207 EP + 0.002 PT + 0.361 DBLT + 0.056 DAMT - 21.305$	-0.1605	96.5	100	<b>98.1</b>
<b>H15</b>	$0.198 EP + 0.36 DBLT + 0.06 DAMT - 20.772$	-0.1925	95.7	100	<b>97.6</b>
<b>H16</b>	$0.272 EP + 0.248 DAMT - 19.79$	-0.28	98.2	96.2	<b>97.4</b>
<b>H17</b>	$0.226 EP + 0.017 PT + 0.309 DBLT - 20.719$	-0.1405	94.3	100	<b>96.9</b>
<b>H18</b>	$0.15 EP + 0.283 ASAH - 20.823$	-0.212	94.9	98.7	<b>96.6</b>
<b>H19</b>	$0.397 ASAH + 0.111 PT - 19.717$	-0.143	94.6	98.7	<b>96.5</b>
<b>H20</b>	$0.265 EP + 0.166 PT - 19.597$	-0.182	95.8	97.4	<b>96.5</b>
<b>H21</b>	$0.208 EP + 0.333 DBLT - 19.737$	-0.124	95.7	97.4	<b>96.4</b>
<b>H22</b>	$0.675 DBLT + 0.07 DAMT - 16.771$	-0.1455	91.7	97.5	<b>94.3</b>

PT: Profundidad de la tróclea, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar.

## DISCUSIÓN

### Análisis descriptivo

Las medias de las medidas masculinas resultaron mucho mayores que las femeninas (ver **Tabla 1**), lo que es esperado en el húmero y referido por varios autores en los últimos años (5,7,3). Este hueso es considerado actualmente el hueso largo que más diferencias sexuales muestra en las extremidades superiores (8,9,10,11).

Las medidas más dimórficas resultaron las distales transversas, relacionadas con la estructura necesaria para potenciar el movimiento y la fuerza con una musculatura apropiada de la región del codo, que en el hombre está más desarrollada generalmente. La menos dimórfica resultó **DAMT**, una medida pequeña ubicada en una zona de gran movimiento (tróclea) donde no existe musculatura asociada.

El diámetro vertical de la cabeza es uno de los parámetros más utilizados en el estudio del dimorfismo sexual en este hueso. En la presente investigación mostró diferencias del orden de los 6.5mm, similares a lo encontrado por otros estudios (12,13,14,15). Igualmente mostraron menor dimorfismo los resultados de Garrido *et al.* (16), Tomczyk *et al.* (4) y Zamora *et al.*, quienes en mexicanos contemporáneos obtuvieron solo 5,6mm de diferencia entre las medias para esta medida (17).

En cuanto a la región distal se observó que el diámetro epicondilar es una de las medidas más empleadas en estudios previos. En la presente investigación la diferencia entre las medias fue de cerca de 10mm, similar a lo obtenido por Bongiovanni y LeGarde (18) en su estudio con muestra norteamericana (9.4mm).

No ocurrió así en el resto de los estudios revisados (12,19,2,13,16,15), que se encuentran en el orden de los 7 a 8 mm principalmente, incluso apenas 4mm en el estudio iraní de Hamzehfough *et al.* (20) y 4.92 mm en la reciente investigación de Khan *et al.* (21), con húmeros pakistaníes.

### Análisis Discriminante

Algunos autores encontraron una mejor clasificación al utilizar la región proximal (principalmente el diámetro vertical de la cabeza), aunque solo Charisi *et al.* (13), Kranioti y Tzanakis (2), Muñoz (12) y Zamora *et al.* (17), indican una precisión mayor al 90%, similar al presente estudio donde esta ecuación tuvo un 92%.

El estudio cubano de 2011 solo reportó un 73% para esta medida, con una muestra de una edad promedio de 67 años (6). Con el avance de la vida se presentan deformaciones y cambios producto de la actividad física diaria acumulativa que provocan calcificaciones, que muchas veces no son constatables a simple vista y hace que la métrica femenina aumente y el rango de solapamiento entre sexos sea mayor.

En el estudio las variables distales (**ASAH** y **EP**) fueron las de mejor fiabilidad por separado (superiores al 95%). Bongiovanni y LeGarde (18), con **ASAH** (93.8%) y Charisi *et al.* (13), con **EP** (92%) obtuvieron más del 90% de clasificación correcta con medidas distales. Esta región correspondiente al codo, según Pimienta (1) es la de mejor utilidad para establecer el diagnóstico sexual. Sin embargo, a Khan *et al.*, solo les aportó un 78% **EP** y 75% **ASAH** (21), en una población donde, la diferencia entre las medias, para todas las medidas empleadas, fueron mucho menores que las del presente estudio.

Alemán (22), en población mediterránea actual, registró al fusionar **DVC** y **EP** un porcentaje de certidumbre en su ecuación de 96.72%. Menos fiabilidad (89.1%) obtienen Jerkovic *et al.* (9), con esas mismas variables en una muestra croata.

Por otro lado, Pimienta (1) con mestizos mexicanos unió **DHC** y **EP** en una ecuación y obtuvo un 93.7%. En el presente estudio al combinar medidas proximales con distales el porcentaje de acierto no se incrementó, por lo que no se tuvieron en cuenta estas funciones.

Las ecuaciones de la epífisis distal resultaron ser las de mayor acierto, lo que corrobora lo reflejado en el análisis descriptivo. Aún son pocos los trabajos que combinan variables humerales, sin entender la importancia de esto para lograr una mayor fiabilidad en el diagnóstico, sobre todo si los restos óseos están muy fragmentados.

### **Validación**

La validación con casos trabajados en el Instituto de Medicina Legal, y por el Equipo de Antropología Forense del Servicio Provincial de Medicina Legal de Matanzas arrojó que:

Para los húmeros de europoides los porcentajes promedio superaron el 97%. Resultado similar obtuvieron Bartholdy *et al.* (8), en su investigación, donde la validación con una muestra auxiliar, mostró porcentajes ligeramente más altos que los obtenidos en su estudio. Por otro lado, Basic *et al.* (23), refieren igualmente que, los resultados de la validación posterior mostraron una eficacia mayor a la esperada con las ecuaciones, a pesar de utilizar osamentas de distintas épocas.

En los huesos correspondientes a sujetos negroides, los masculinos tuvieron 100% de fiabilidad, no así los femeninos, las diferencias resultaron estadísticamente significativas. Esto pudo ocurrir porque las dimensiones en los huesos femeninos pueden ser mayores que las medias calculadas para los femeninos europoides, acercándose a los valores de los masculinos europoides, de ahí que varios huesos fueran clasificados por las ecuaciones como pertenecientes al sexo masculino. Esto lo corrobora la práctica diaria y el estudio realizado por Liebenberg *et al.* (24), con población sudafricana.

Por otro lado, los huesos de sujetos masculinos negroides generalmente muestran valores superiores a las medias obtenidas para los sujetos europoides (24), por esto su clasificación fue siempre acertada. El porcentaje total tiene en cuenta el aporte de la clasificación de ambos sexos, lo que causa disminución hasta valores por debajo de 90%.

Para los sujetos mongoloides de ascendencia asiática las ecuaciones no aportaron resultados del todo confiables para la asignación del sexo (91.89%). Los huesos mongoloides masculinos tienen dimensiones menores que los europoides según refieren Jeong *et al.* (25), en su investigación, al comparar una muestra de soldados coreanos con estadounidenses europoides. Esto podría provocar que algunas medidas se encuentren por debajo del rango masculino europeo y las ecuaciones clasifiquen a estos huesos como pertenecientes a individuos femeninos.

Las osamentas correspondientes a los dos sujetos mestizos fueron clasificadas por las ecuaciones con alta certeza (99,65%). Es bueno aclarar que ambos esqueletos eran masculinos mestizos de europeo-negroide. En este caso la explicación es similar a la referida para los masculinos negroides.

La validación mostró que las características y patrones ancestrales de las poblaciones influyen en que sean útiles en mayor o menor grado las ecuaciones obtenidas. Los resultados hallados en este proceso demuestran la efectividad de las ecuaciones para estimar el sexo en sujetos europoides, ya sea para huesos íntegros o fragmentos de los mismos, sobre todo aquellas que combinan varias variables. En el resto de los grupos poblacionales no se recomienda aplicarlas.

### **Limitaciones del estudio.**

Las limitaciones de este trabajo están dadas por la propia muestra en sí. Se carecía de húmeros pertenecientes a mujeres altas (estaturas superiores a los 175 cm), que pueden arrojar valores mayores de las mediciones.

## **CONCLUSIONES**

Las 22 ecuaciones discriminantes obtenidas permiten la estimación del sexo para poblaciones con patrón ancestral europeo de ascendencia hispánica, con alto grado de fiabilidad, cuando solo se poseen las epífisis del húmero. Por lo que pueden ser empleadas en contextos forenses como desastres, entierros múltiples y descuartizamientos, donde las osamentas fueron afectadas por eventos tafonómicos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Pimienta MM. Dimorfismo sexual en una población mexicana. Nuevas fórmulas para la determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2000.
2. Kranioti E, Tzanakis N. Estimation of Sex from the Upper Limb in Modern Cretans with the Aid of ROC-Analysis: A Technical Report. *For Res Criminol Int.* 2015; 1(2): 1-7.
3. Rajan S, Surangama C. Sex determination from lower ends of humerus using morphological traits in indian population. *Med Legal Update.* 2020 Oct-Dec; 20(4): 438-43.
4. Tomczyk J, Neczuja J, Zalewska M, Niemirowicz W, Olczyk W. Sex estimation of upper long bones by selected measurements in a Radom (Poland) population from the 18th and 19th centuries AD. *Anthropol Rev.* 2017; 80(3): 287-300.
5. Zapico SC, Adserias J. Estimation of sex based on postcranial elements in European American and Latin American population. *J For Legal Med.* 2021; 77: 1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2020.102098>
6. Machado D, Urgellés LA. Funciones discriminantes para la determinación del sexo a partir del húmero en europoides cubanos. *An Antrop.* 2011; 45: 99-112.
7. Ahmed SS, Siddiqui F, Bangalore S. Sex Differentiation of Humerus: An Osteometric Study. *J Clin Diagn Research.* 2018 December; 12: 1-5.
8. Bartholdy BP, Sandoval E, Hoogland ML, Schrader SA. Getting rid of dichotomous sex estimations: Why logistic regression should be preferred over discriminant function analysis. *J Forensic Sci.* 2020; 65(5): 1-7.
9. Jerkovic I, Basic Z, Andelinovic S, Kruzic I. Adjusting posterior probabilities to meet predefined accuracy criteria: A proposal for a novel approach to osteometric sex estimation. *For Sci Int.* 2020; 311: 1-7.
10. López S, Pérez A, Alemán I, Viciano J. Sex estimation of the humerus: A geometric morphometric analysis in an adult sample. *Legal Med.* 2020; 47: 1-12.
11. Uzun O, Yeginoglu G, Kalkisin SN, Oksuz CE, Zihni NB. Evaluation of upper extremity anthropometric measurements in terms of sex estimation. *Int J Res Med Sci.* 2018 January; 6(1): 42-50.
12. Muñoz A. La aplicación de la osteometría en la identificación humana: la estimación del sexo y de la ancestralidad en la población española contemporánea. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2018.
13. Charisi D, Eliopoulos C, Vanna V, Koiliaris C, Sotiris M. Sexual dimorphism of the arm bone in a modern Greek population. *J For Sci.* 2011; 56: 10-18.
14. Sarajlic N, Ljeljak-Rozajac L, Stancic A. Sex determination of the Bosnian population based on discriminant function analysis. *HealthMED.* 2012; 6(2): 694-8.
15. Winter KA, Knox CA, Meredith M, Mac Gregor D. Estimating biological sex and stature from the humerus: A pilot study using a contemporary Australian sub-population using computed tomography. *For Sci Int Rep.* 2021; 4: 100227.
16. Garrido C, Thompson T, Campbell A. Parámetros métricos para la determinación de sexo en restos esqueléticos chilenos modernos. *Chungara. Rev Antrop Chil.* 2014; 46: 285-93.
17. Zamora A, Menéndez A, Ruiz F, Sánchez G, Márquez L, Gómez JA. Sex estimation using humeral and femoral head diameters in contemporary and prehispanic mexican populations. *Rev Arg Antrop Biol.* 2022; 24(1): e044. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/18536387e044>.
18. Bongiovanni R, LeGarde CB. A Univariate Approach to Sex Estimation for the Fragmentary Upper Limb. *J For Sci.* 2017; 63(2): p. 356-60.

o

19. Selliah P, Martino F, Cummaudo M, Indra L, Biehler-Gómez L, Campobasso CP, et al. Sex estimation of skeletons in middle and late adulthood: reliability of pelvic morphological traits and long bone metrics on an Italian skeletal collection. *Int J Legal Med.* 2020 September; 134(3): p. 1683-90.
20. Hamzehtofigh M, Bayat P, Rahimifar R. Sex determination from the humerus bone in Iranian cases. *Int J Morphol.* 2019; 37(4): p. 1370-4.
21. Khan M, Gul H, Mansor S. Determination of gender from various measurements of the humerus. *Cureus.* 2020; 12(1): p. e6598. DOI 10.7759/cureus.6598.
22. Alemán I. Determinación del sexo en restos esqueléticos. Estudio de una población mediterránea actual. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada; 1997.
23. Basic Z, Kruzikl I, Jerkovic I, Andelinovic D, Andelinovic S. Sex estimation standards for medieval and contemporary Croats. *Croat Med J.* 2017; 58: p. 222-30.
24. Liebenberg L, Krüger GK, L'Abbe EN, Stull KE. Postcranial sex and ancestry estimation in South Africa: a validation study. *Int J Legal Med.* 2019 Jan; 133(1): p. 289-96.
25. Jeong Y, Jeong G, Pergande S, Lee K. Generating a Vertebrae-based Method to Discriminate between Korean and U.S. White Male Casualties from the Korean War. *J For Sci.* 2019 Nov; 64(6): p. 1776-81.