

**DIMORFISMO SEXUAL EN LA ESCÁPULA EN UNA MUESTRA
OSTEOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.**

DIANA MARCELA BERRÍO GALEANO

Trabajo de grado para optar al título de Antropóloga

Asesora:

TIMISAY MONSALVE VARGAS

PhD. Antropóloga

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGÍA

MEDELLÍN

2017

Dedicatoria

A mis hermanas.

Agradecimientos

Principalmente mis más sinceros agradecimientos a mi asesora la doctora Timisay Monsalve, mil gracias profe por compartir conmigo su conocimiento y por la paciencia que me tuvo durante este proceso, por abrirme las puertas del Laboratorio de Osteología Antropológica, por brindarme la oportunidad de trabajar y aprender a su lado.

También un agradecimiento muy especial a mi familia, mis padres y hermanas que han sido un apoyo incondicional, les agradezco su presencia en este proceso y etapa de mi vida, son lo más importante para mí.

Agradezco a todas las personas que hicieron parte de mi formación académica y entre ellas a los profesores Maria Eugenia Castañeda y Jaiberth Cardona quienes con su amplio conocimiento en estadística me ayudaron con el desarrollo de esta investigación.

A Juan Ignacio Muñoz mil gracias por hacer parte de este proceso y ayudarme desde su experiencia y conocimiento en fotografía.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES	16
2.1. Revisión sistemática.....	16
2.2. Análisis de la información.....	19
2.3. Resultados.....	19
2.4. Conclusión.....	25
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
4. CAPÍTULO TEORICO	29
4.1. Capítulo I. Procesos de formación de la escápula.....	29
4.2. Capítulo II. Dimorfismo sexual.....	36
4.2.1. Métodos morfológicos para estimar dimorfismo sexual.....	38
4.2.2. Métodos métricos para estimar dimorfismo sexual.....	40
4.3. Capítulo III. Estudios de dimorfismo sexual.....	41
4.3.1. Dimorfismo sexual en la escápula.....	47
5. METODOLOGÍA	50
5.1. Muestra.....	50
5.2. Materiales.....	51
5.3. Descripción de las variables independientes y método de medición.....	51
5.4. Variables.....	52
5.5. Proceso.....	53
5.6. Técnicas analíticas.....	54
6. RESULTADOS	55
7. DISCUSIÓN	64
8. CONCLUSIONES	67
9. BIBLIOGRAFÍA	68
10. ANEXOS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las variables de tiempo, lugar y porcentaje de exactitud total del estudio.....	21
Tabla 2. Resumen morfológico.....	35
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	53
Tabla 4. Resumen de proceso del caso de análisis.....	56
Tabla 5. Estadísticas de grupo.....	56
Tabla 6. Prueba de igualdad de medias de grupos.....	57
Tabla 7. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	58
Tabla 8. Prueba M de Box.....	58
Tabla 9. Variables en el análisis.....	59
Tabla 10. Variables no utilizadas en el análisis.....	59
Tabla 11. Autovalores.....	59
Tabla 12. Lambda de Wilks.....	60
Tabla 13. Coeficientes de la función discriminante canónica.....	60
Tabla 14. Funciones en centroides de grupo.....	61
Tabla 15. Modelo de clasificación general para la escápula.....	62
Tabla 16. Resultados de clasificación.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Numero de estudios publicados por año.....	17
Figura 2. Distribución de estudios en el mundo.....	17
Figura 3. Flujograma de selección de artículos.....	20
Figura 4. A. Análisis de heterogeneidad. B. Sesgo de publicación C. Gráfico de influencias D. Meta-análisis acumulado.....	22
Figura 5. A. Análisis de heterogeneidad. B. Sesgo de publicación C. Gráfico de influencias D. Meta-análisis acumulado.....	24
Figura 6. Cintura escapular. Imagen tomada de Scheuer & Black (2004).....	29
Figura 7. Los principales centros de osificación de la escapula. Aparecen (A) y fusión (F) de centros secundarios - (a) dorsal; (b) lateral. Imagen tomada de Scheuer & Black (2004).....	32
Figura 8. Escápula derecha. Partes de la escápula, A) vista posterior; B) vista anterior; C) vistolateral.....	34-35
Figura 9. Escápula derecha. Medidas tomadas ALFG (Altura de la fosa glenoidea) y AMFG (Amplitud de la fosa glenoidea).....	52
Figura 10. Diagrama de dispersión de altura de la fosa glenoidea ALFG y amplitud de la fosa glenoidea AMFG por sexos.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

TC: Tomografía computarizada

MDCT: Tomografía Computada con Multidetector

ALFG: Altura de la fosa glenoidea

AMFG: Amplitud de la fosa glenoidea

mm: Milímetros

RESUMEN

En Colombia el problema de la violencia tiene como características que, es de gran complejidad y que ha sido por largo tiempo; debido a estas características, el trabajo de recuperación de cuerpos ha sido igualmente largo y complejo. Las investigaciones realizadas en los casos de exhumación o identificación de restos óseos en Colombia, se dificultan debido a los contextos en los son encontrados los esqueletos. En los casos donde hay recuperación de elementos óseos únicos, se puede llegar a encontrar ausencia o fragmentación de las piezas óseas que son consideradas más dimórficas como la pelvis, huesos largos o cráneo. Para resolver este asunto, muchos investigadores se han centrado en los análisis multivariantes enfocados a la estimación del sexo en otras piezas óseas, ofreciendo varias fórmulas de discriminación. Por ello se realiza un estudio para desarrollar funciones discriminantes específicas para la estimación de sexo a partir de características de la escápula y así contribuir proporcionando métodos métricos desarrollados en individuos de la población antioqueña.

La muestra investigada pertenece a la ciudad de Medellín y se encuentra en el Laboratorio de Osteología Antropológica de la Universidad de Antioquia, por consiguiente, se aporta información importante en la caracterización de la población antioqueña en relación al sexo. Es importante debido a la necesidad de tener formulas específicas para cada población y en este caso aportar confiabilidad en la información básica que se genere en las investigaciones. Los datos se procesaron en el paquete estadístico SPSS Statistics versión 24 (con licencia de la Universidad de Antioquia). El resultado del

análisis discriminante generó la fórmula a partir de la constante, los coeficientes y las tasas de clasificación para la medida altura de la fosa glenoidea (ALFG) y las tasas de clasificación general. Se concluye que la medida predictora con mayor significancia es la ALFG y las mujeres son correctamente clasificadas en el 75.0 % de los casos y los hombres en el 86.7%. En total, la función consigue clasificar correctamente al 84.2% de los casos, por lo tanto, se puede utilizar para la estimación del dimorfismo sexual en la escápula.

Palabras clave: Escápula, dimorfismo sexual, funciones discriminantes, fosa glenoidea.

ABSTRAC

In Colombia the problem of violence has as characteristics that it is of great complexity and that it has been for a long time; Due to these characteristics, the work of recovering bodies has been equally long and complex. The investigations carried out in the cases of exhumation or identification of skeletal remains in Colombia, are difficult due to the contexts in which the skeletons are found. In cases where there is recovery of unique bone elements, you can find absence or fragmentation of the bone pieces that are considered more dimorphic, such as the pelvis, long bones or skull. To resolve this issue, many researchers have focused on multivariate analysis focused on the estimation of sex in other bone pieces, offering several forms of discrimination. For this reason, a study is carried out to develop specific discriminant functions for sex estimation based on characteristics of the scapula and thus contribute by providing metric methods developed in individuals from the Antioquia population.

The sample with investigated belongs to the city of Medellín and is located in the Anthropological Osteology Laboratory of the University of Antioquia, therefore, important information is provided in the characterization of the Antioquian population in relation to sex. It is important due to the need to have specific formulas for each population and in this case to provide reliability in the basic information that is generated in the investigations. The data were processed in the statistical package SPSS Statistics version 24 (licensed by the University of Antioquia). The result of the discriminant analysis generated the formula from the constant, the coefficients and the classification rates for the height measurement of the glenoid fossa (ALFG) and the general classification rates. It is concluded that the predictive measure with the greatest significance is the ALFG and women are correctly classified in 75.0% of cases and men in 86.7%. In total, the function manages to correctly classify 84.2% of the cases, therefore, it can be used to estimate the sexual dimorphism in the scapula.

Keywords: Scapula, sexual dimorphism, discriminant functions, glenoid fossa.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia ha vivido periodos reconocidos de conflicto armado interno, este conflicto es complejo, debido a que no se desarrolla entre dos partes, sino que incluye varios actores entre los cuales están el Estado, los grupos guerrilleros y los grupos paramilitares. Una de las consecuencias del conflicto es «la necesidad de conocer la verdad, de lograr justicia y reparación para las víctimas (entendidas no solo como aquellos que han sido asesinados o desaparecidos sino también sus familiares y allegados a quienes la violencia también ha afectado directamente) y la sociedad en general, llevando a la búsqueda de herramientas científicas que contribuyen con sus métodos a la consecución de esos elementos de reparación.» (1). La identificación de las víctimas, permitirá sobrellevar el duelo de los familiares y avanzar en el proceso de reconciliación nacional que fomenta la ley, ya que con ello se conocerá parte de la verdad de los hechos.

La antropología forense juega un papel importante en el proceso de identificación, la cual «por medio de la aplicación de la antropología social, la arqueología, y la antropología física, aporta elementos para entender, esclarecer y reparar hechos de violencia en donde la principal fuente de información son en ocasiones los restos óseos de las víctimas de acciones violentas.» (1). Ésta al utilizar los métodos y las técnicas de la antropología osteológica busca en los restos óseos características individualizantes que ayudan en el desarrollo de la identificación humana como son la edad, la estatura, la ascendencia y el sexo, el cual es analizado por medio del dimorfismo sexual entendido como la diferencia entre las características físicas de los machos y de las hembras adultos

de la misma especie, generalmente variaciones en el tamaño y la forma corporal. Algunos autores (2,3) definen el dimorfismo sexual como el conjunto de caracteres sexuales, que permiten apreciar diferencias significativas entre hombres y mujeres a nivel métrico, fisiológico y morfológico; Ales Hrdlicka fue el primero en plantear para el caso de los humanos que el dimorfismo sexual se da a nivel morfológico especificando sobre todo en tamaño y fuerza (4); debido a procesos selectivos que derivaron en mayor corpulencia y estatura de los hombres (5). Esta variación de la población humana es una característica individual, que hace parte de las observaciones claves en el estudio de la osteología y la identificación humana. Dado que el dimorfismo sexual se puede evidenciar en los restos esqueléticos, se han establecido estándares métricos y morfológicos para la estimación del sexo, pero la fiabilidad de esto depende de la integridad de los restos óseos y el grado de dimorfismo inherente a la población (6).

Uno de los problemas que trata de resolver la antropología física es la identificación sexual de restos óseos en estudios demográficos, arqueológicos o en casos forenses (7); debido a esto han sido ampliamente investigados métodos para realizar esto en los diferentes huesos, abarcando tanto variables cualitativas como cuantitativas, bajo los supuestos de que las mujeres presentan rasgos más pequeños y gráciles que los hombres (8). En el transcurso de las diferentes investigaciones con respecto al tema, los métodos cuantitativos parten de mediciones de diversos elementos anatómicos pertenecientes a individuos cuyo sexo es conocido, para luego aplicar las fórmulas predictivas derivadas de aquellos análisis a individuos con sexo desconocido (9).

Los huesos que se han considerado como indicador sexual más confiable debido a su estructura anatómica altamente discriminante son la pelvis, los huesos largos y el cráneo. Los métodos métricos y morfológicos en otros huesos del cuerpo son de utilidad en los casos en que la pelvis y el cráneo o algunos huesos largos no se encuentran disponibles para el análisis o que pueden presentar características ambiguas.

La elección de la escápula se da porque los cambios morfológicos concluido el crecimiento no son significativos y, porque aunque en el contexto forense es común encontrarse con huesos fragmentados o erosionados, en el caso específico de la escápula se erosionan más comúnmente la fosa supraespinosa e infraespinosa debido a los procesos tafonómicos, la columna vertebral y la cavidad glenoidea las más usadas para estimar el dimorfismo sexual están frecuentemente disponibles para análisis, ya que se protege debido a su amplia hoja que sirve como un ancla para varios músculos (10).

La escápula se puede analizar desde la morfología donde se tiene en cuenta características representativas del hueso, presencia o ausencia de éstas, lo cual depende tanto del estado de conservación de la pieza ósea como de la experiencia del observador debido a que puede estar influenciado por errores tanto inter e intraobservador, y esto puede generar problemas con estandarización y análisis estadístico. Por otro lado los métodos métricos utilizados para realizar análisis de dimorfismo sexual en la escápula han sido, la tomografía computarizada que es una práctica estándar en varios institutos forenses en la que se observan imágenes tridimensionales de los huesos, por lo tanto, los investigadores forenses son capaces de obtener datos específicos de la población contemporánea

utilizando el escáner MDCT y formulación de normas para la estimación de perfiles biológicos del esqueleto, incluyendo el sexo (11,12). También se puede seleccionar una combinación de medidas para maximizar el diagnóstico de sexo usando estadísticas de funciones discriminantes; la consecuencia es que las funciones discriminantes generadas a partir de tales muestras implican una restringida aplicación, esto es relevante porque «...*la magnitud y patrón en el dimorfismo sexual pueden presentar importantes diferencias entre poblaciones*» (13). El problema en el proceso de identificación corresponde al hecho de no contar con un método métrico o morfológico, que sea aplicable en un contexto global, debido a que los métodos utilizados están basados en aquellos realizados a partir de poblaciones de referencia que presentan características físicas y culturales diferentes.

De acuerdo a lo antes mencionado, resulta pertinente realizar un estudio para desarrollar funciones discriminantes para la estimación de sexo a partir de características de la escápula y así contribuir proporcionando métodos métricos desarrollados en individuos de la población de la ciudad de Medellín utilizando una muestra osteológica del Laboratorio de Osteología Antropológica de la Universidad de Antioquia.

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se realizó una revisión sistemática de la literatura científica, analizando la información obtenida a través de un meta-análisis el cual ayudo a esclarecer la forma en la que se ha venido abordando el dimorfismo sexual en la escápula y los métodos utilizados; los resultados obtenidos son la base para el proceso de investigación y el desarrollo de los objetivos que consiste en identificar en la escápula los elementos anatómicos o medidas que sean indicadores útiles

de sexo para luego aplicar métodos métricos de estimación de sexo a la escápula y finalmente analizar los valores tomados de la muestra por medio de un método estadístico.

En los capítulos siguientes se amplían los conceptos de dimorfismo sexual y el proceso de formación de la escapula. También se encontrará en la metodología el método utilizado, la muestra, los respectivos resultados, y por último se exponen la discusión y las conclusiones obtenidas de este trabajo.

2. ANTECEDENTES

2.1. Revisión sistemática

Se realizó una revisión sistemática de la literatura teniendo en cuenta las etapas del protocolo que incluyen la identificación, tamización, elegibilidad e inclusión consignadas en la guía prisma (Preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses) (14). Para la búsqueda e identificación de los estudios se empleó el término de búsqueda scapula con el (booleano &) con los términos sexual dimorphism, sex determination, sex estimation, sex differences, discriminant function, female and male. La búsqueda se realizó en cuatro bases de datos ScienceDirect, Scielo, Jstor, Ebsco y también se tuvo en cuenta Google scholar. No se limitó el intervalo de tiempo con respecto a la búsqueda de artículos, siendo el más antiguo dentro de las bases de datos seleccionadas el publicado en 1956 y los más recientes de 2017 (Figura 1). En cuanto a las poblaciones estudiadas se evidencia gran variabilidad, hallándose estudios en casi todos los continentes, con mayor presencia en África específicamente Egipto (Figura 2). Adicional a esto, se revisaron las referencias de los artículos para identificar otros y garantizar la exhaustividad de la revisión.

Los estudios identificados fueron tamizados con la lectura de los resúmenes y aplicando los siguientes criterios de inclusión: (1 artículos originales, (2 realizado en humanos, (3 con los términos de búsqueda en título, resumen y/o palabras clave, (4 cuyo objetivo fuese evaluar el dimorfismo sexual en la escápula. Una vez concluida la etapa de tamización se aplicaron los siguientes criterios de exclusión a los artículos elegibles a partir de la lectura de la totalidad del manuscrito, (1 describa la población, (2 describa el instrumento de medición, (3 que demuestre las diferencias entre hombres y mujeres (4 realizados exclusivamente en escápula, (5 que tenga los centros secundarios de osificación fusionados.

Para la recolección de la información se diseñó una base de datos en Excel con la información de los artículos seleccionados, donde contenía las variables año de publicación, país donde se realiza la publicación, país donde se realiza el estudio, tamaño de la muestra (hombres), tamaño de la muestra (mujeres), tamaño total de la muestra, lateralización de la escápula, rango de edad de la muestra (años), restos esqueléticos, instrumento de medición, método usado, número de medidas, estadístico, porcentaje de exactitud (hombres), porcentaje de exactitud (mujeres), porcentaje de exactitud total, amplitud total de la escapula, longitud total de la escapula, amplitud de la fosa glenoidea, altura de la fosa glenoidea.

2.2. Análisis de la información

Para describir los artículos se calcularon frecuencias absolutas y relativas, según las variables de tiempo (año de estudio), lugar (país) y amplitud de la fosa glenoidea y altura de la fosa glenoidea.

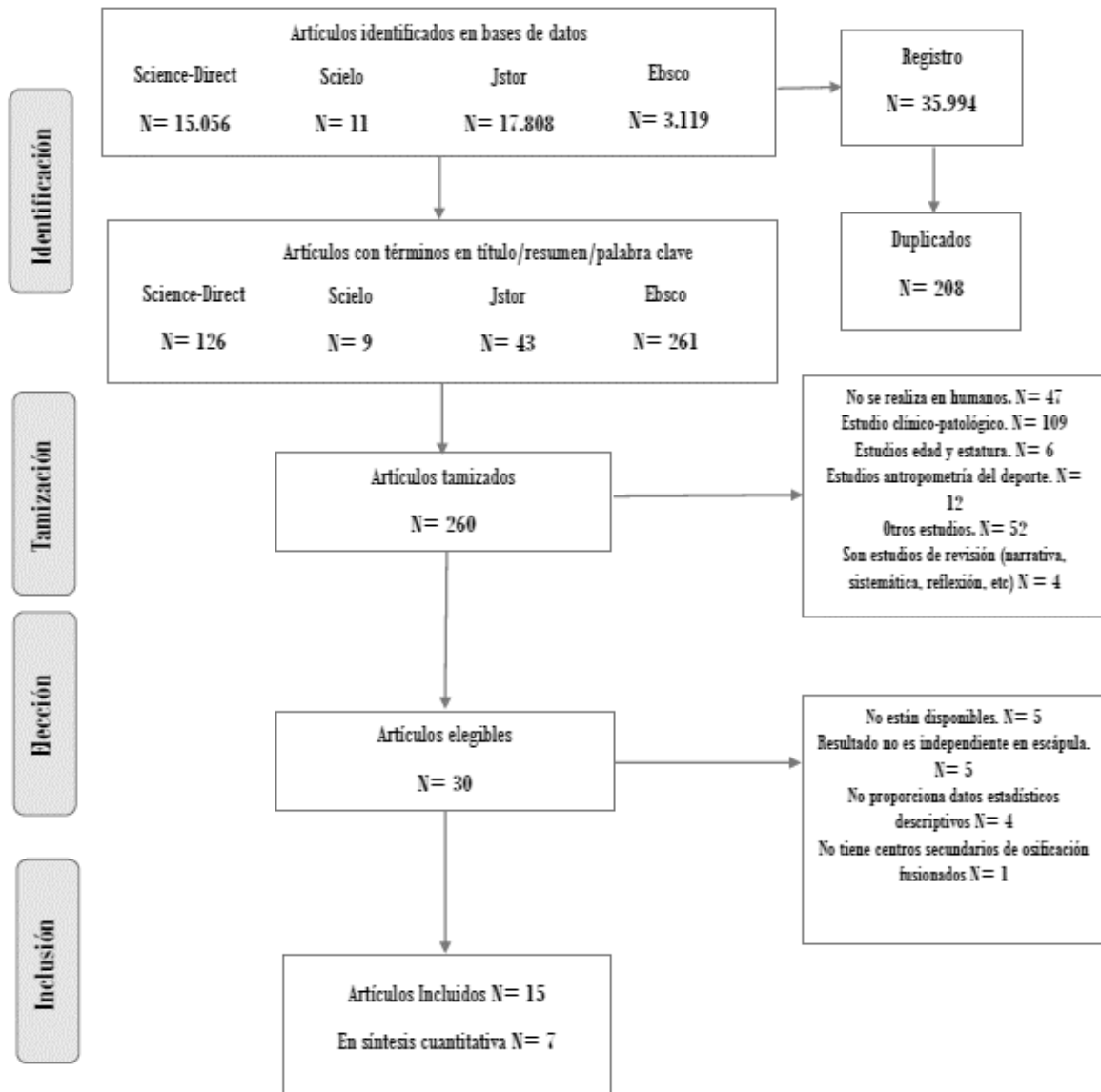
Con las medidas amplitud de la fosa glenoidea y altura de la fosa glenoidea separadas por sexo, se realizó un meta-análisis para diferencias de medias, utilizando el modelo de efectos fijos para la amplitud de la fosa glenoidea, dada la homogeneidad de los resultados, y el modelo de efectos aleatorios para la altura de la fosa glenoidea, dada la heterogeneidad de los resultados. El grado de heterogeneidad se evaluó con la prueba Q (Chi cuadrado) de DerSimonian y Laird, y con el gráfico de Galbraith se valoró el sesgo de publicación a través del FunnelPlot y el estadístico de Begg; se realizó el análisis de sensibilidad con el método gráfico (gráfico de influencias); así como meta-análisis acumulado para evidenciar los cambios en el puntaje global por la adición de cada estudio individual. Para los análisis se emplearon Excel y epidat versión 3.1.

2.3. Resultados

En la búsqueda inicial se identificaron 468 artículos de los cuales se eliminaron 208 duplicados; adicional a esto se eliminaron 230 publicaciones por no cumplir con algunos de los criterios de inclusión. Se realizó la revisión completa de 30 estudios, de estos se eliminaron 15 porque el resultado no es independiente en escápula, no están disponibles,

no proporciona los datos estadísticos descriptivos o no tiene centros secundarios de osificación fusionados (Figura 3).

Figura 3. Flujograma de selección de artículos.



Fuente: Elaboración propia.

En total, el estudio incluyó 7 investigaciones en las que se empleó como instrumento de medición calibrador o pie de rey y contienen las medidas amplitud y altura de la fosa glenoidea. Estos estudios obtuvieron un porcentaje de exactitud total de 82.9% a 95.0% (17); 91.3% a 95.7% (16); 88% (18); 93% (10); 83.6% a 89.3% (15); 80.7% a 86.0% (19); 83% a 88% (20). Los estudios se realizaron en siete países diferentes, entre 2006 y 2017 (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las variables de tiempo, lugar y porcentaje de exactitud total del estudio.

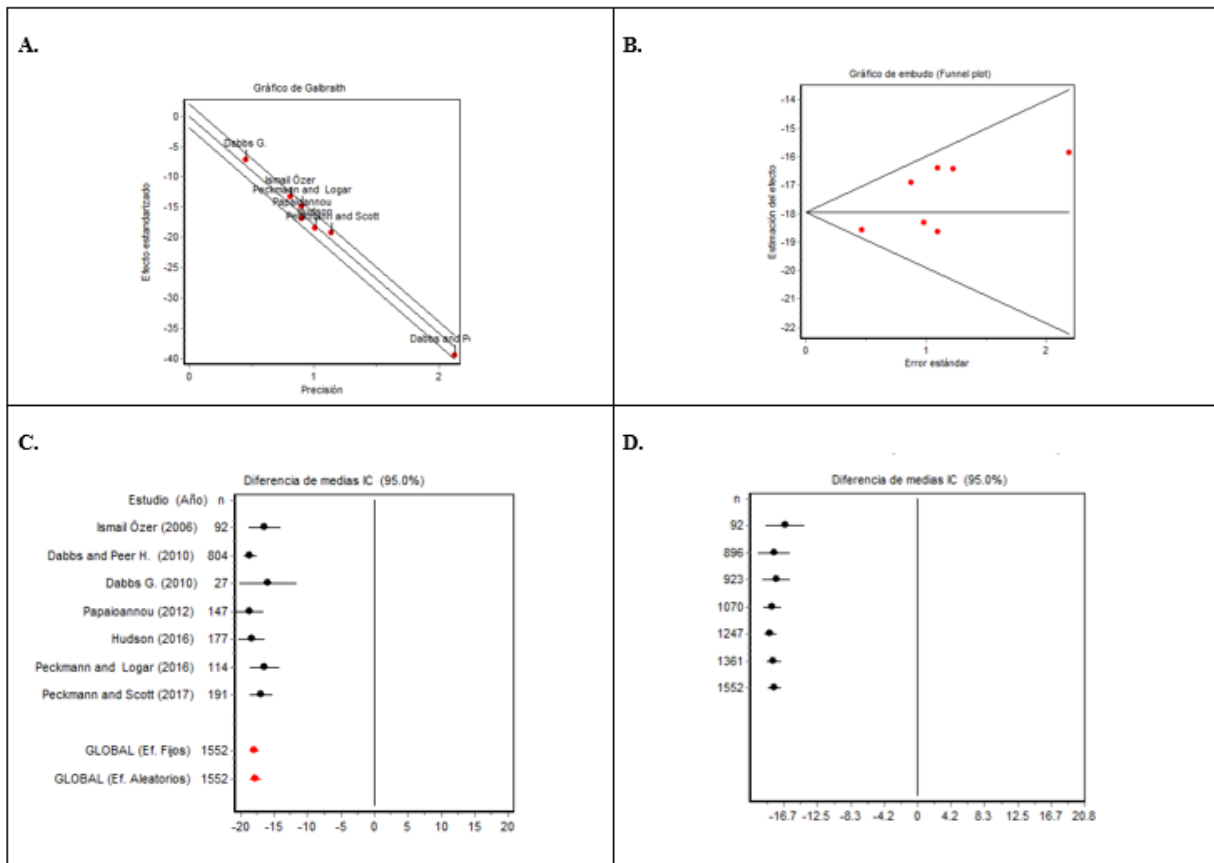
Autor	Año	País	% de exactitud total	n Hombres	n Mujeres	Total
Ismail Özer (17)	2006	Turquía	82.9% a 95.0%	45	45	90
Dabbs and Peer H. (16)	2010	Estado unidos	91.3% a 95.7%	496	308	804
Dabbs G. (18)	2010	Egipto	88%	14	13	27
Papaioannou (10)	2012	Grecia	93%	81	66	147
Hudson (15)	2016	México	83.6% a 89.3%	101	76	177
Peckmann and Logar (19)	2016	Chile	80.7% a 86.0%	58	56	114
Peckmann and Scott (20)	2017	Tailandia	83% a 88%	95	96	191
Total				890	660	1550

Fuente: Elaboración propia.

En el meta-análisis para el dimorfismo sexual de la medida amplitud de la fosa glenoidea se confirma homogeneidad en las investigaciones incluidas mediante la distribución de los estudios en el gráfico de Galbraith (Figura 4A) y el Estadístico Q con

valor p de 0.2300; asimismo se observa ausencia de sesgos de publicación mediante el Funnel Plot (Figura 4B) y el estadístico de Begg con valor p de 0.3675. En el análisis de sensibilidad se observa que los intervalos de confianza del 95% de cada estudio se encuentran en el mismo lado y son menores de cero, por lo que la eliminación de cada uno de ellos no cambia significativamente el resultado global que indica mejores puntajes en esta dimensión para las mujeres (Figura 4C). En el meta-análisis acumulado se concluye que la adición de cada uno de los estudios de manera sucesiva no afecta el resultado, porque las diferencias siguen siendo estadísticamente significativas (Figura 4D).

Figura 4. A. Análisis de heterogeneidad. B. Sesgo de publicación C. Gráfico de influencias D. Meta-análisis acumulado.



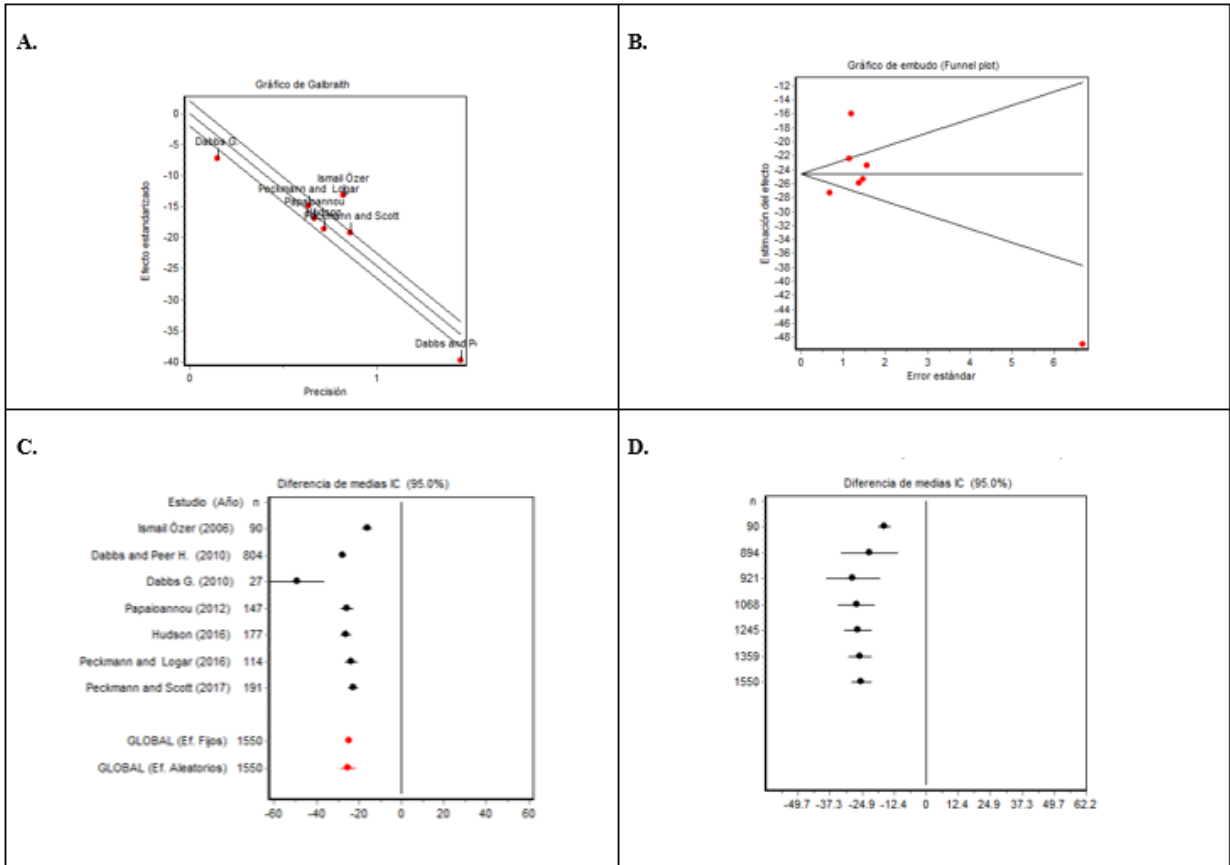
Fuente: Elaboración propia.

Nota: El grupo uno corresponde a los hombres y el grupo dos a las mujeres, por lo que los puntajes mayores a cero indican diferencias a favor de los primeros y los valores inferiores a cero son resultados favorables a

las mujeres. Los datos que cruzan el cero indican que el puntaje no presentó diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.

En el meta-análisis para el dimorfismo sexual de la medida altura de la fosa glenoidea se confirma heterogeneidad en las investigaciones incluidas mediante la distribución de los estudios en el gráfico de Galbraith (Figura 5A) y el Estadístico Q con valor p de 0.0000; asimismo se observa ausencia de sesgos de publicación mediante el Funnel Plot (Figura 5B) y el estadístico de Begg con valor p de 0.5000. En el análisis de sensibilidad se observa que los intervalos de confianza del 95% de cada estudio se encuentran en el mismo lado y son menores de cero, por lo que la eliminación de cada uno de ellos no cambia significativamente el resultado global que indica mejores puntajes en esta dimensión para las mujeres (Figura 5C). En el meta-análisis acumulado se concluye que la adición de cada uno de los estudios de manera sucesiva no afecta el resultado, porque las diferencias siguen siendo estadísticamente significativas (Figura 5D).

Figura 5. A. Análisis de heterogeneidad. B. Sesgo de publicación C. Gráfico de influencias D. Meta-análisis acumulado.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: El grupo uno corresponde a los hombres y el grupo dos a las mujeres, por lo que los puntajes mayores a cero indican diferencias a favor de los primeros y los valores inferiores a cero son resultados favorables a las mujeres. Los datos que cruzan el cero indican que el puntaje no presentó diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.

Los resultados de este estudio fortalecen la evidencia a favor de la hipótesis acerca de que el análisis métrico de la escápula humana es útil para determinar el sexo de un individuo. Aunque se ha demostrado que aplicar fórmulas desarrolladas para estimar el sexo en una población a una población diferente tiene como resultado una mala estimación, debido a que presentan características físicas y culturales diferentes. Esto se evidencia en las diferentes investigaciones realizadas sobre el tema donde concluyen que la fórmula resultante solo se aplica a la población de cada estudio (10, 15, 16, 17, 18, 19, 20).

De acuerdo a lo anterior, es importante aclarar que el meta-análisis aplicado en este estudio no implica desconocer las particularidades que se destacan en la investigación de dimorfismo sexual en la escápula, porque no está resumiendo las medidas sino evaluando la pertinencia de emplear este elemento óseo, es decir, el meta-análisis indica que sí se evidencian diferencias estadísticamente significativas en esas medidas entre hombres y mujeres en coherencia con la hipótesis que orientó esta investigación.

2.4. Conclusión

Esta investigación logró reafirmar la hipótesis sobre el análisis métrico de la escápula humana, que es útil para determinar el sexo de un individuo; además se comprobó que algunas de las diferencias se presentan en mayor grado en la fosa glenoidea. Estos hallazgos generan bases para tener presente la escápula a la hora de realizar un estudio de identificación en el cual no sea posible contar con la pelvis, huesos largos o cráneo que han sido considerados como los huesos que presentan mayor dimorfismo sexual.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones realizadas en los casos de exhumación o identificación de restos óseos en Colombia, se pueden enmarcar en dos contextos; uno es en el que se encuentran esqueletos únicos y el otro es ya de restos mezclados. En los casos donde hay recuperación de elementos óseos únicos, se puede llegar a encontrar ausencia o fragmentación del cráneo y/o de la cintura pélvica, o también los casos más extremos, los representados por un solo hueso; para estos casos de esqueletos únicos la pelvis y el cráneo (los cuales han sido reportados como los huesos más dimórficos) pueden también estar ausentes, lo cual dificultaría una debida identificación. Los casos de restos mezclados son de alta complejidad, debido al número de individuos representados y al estado de conservación o fragmentación, lo que dificulta la recuperación.

Para resolver este asunto, muchos investigadores se han centrado en los análisis multivariantes enfocados a la estimación del sexo en restos esqueléticos, ofreciendo varias fórmulas de discriminación; la consecuencia es que las funciones discriminantes generadas a partir de tales muestras implican una restringida aplicación (13). De acuerdo a esto, surge el problema en el proceso de identificación que corresponde al hecho de no contar con un método métrico o morfológico, que sea aplicable en un contexto local, debido a que los métodos utilizados están basados en aquellos realizados a partir de poblaciones de referencia que presentan características físicas y culturales diferentes a las de la población colombiana. Por ello resulta pertinente realizar un estudio para desarrollar funciones discriminantes para la estimación de sexo a partir de características de la escápula y así

contribuir proporcionando métodos métricos desarrollados en una muestra osteológica de la universidad de Antioquia.

Los objetivos para la investigación son:

Objetivo general: Estimar el dimorfismo sexual en la escápula en una muestra osteológica de la Universidad de Antioquia.

Objetivos específicos:

- Identificar en la escápula los elementos anatómicos o medidas que sean indicadores más sensibles de sexo.
- Aplicar métodos métricos para estimar sexo a la escápula.
- Analizar los valores tomados de la muestra por medio de un método estadístico.

Hipótesis:

$$H_0: \mu = \mu$$

$$H_1: \mu \neq \mu$$

- En la hipótesis nula se plantea que no existe una diferencia entre las medias de las dimensiones altura y amplitud de la fosa glenoidea, lo cual indica que no existe dimorfismo sexual en la escápula de los individuos pertenecientes a la muestra.
- En la hipótesis alternativa se plantea que si existe diferencia entre las medias, lo que indica que si hay dimorfismo sexual en las dimensiones altura y amplitud de la fosa glenoidea en la escápula para los grupos analizados.

Lo anterior de acuerdo en el resultado que se obtuvo de la revisión sistemática, donde se logró reafirmar la hipótesis sobre el análisis métrico de la escápula humana que

es útil para determinar el sexo de un individuo y se comprobó que algunas de las diferencias se presentan en mayor grado en la fosa glenoidea.

Alcances de la investigación:

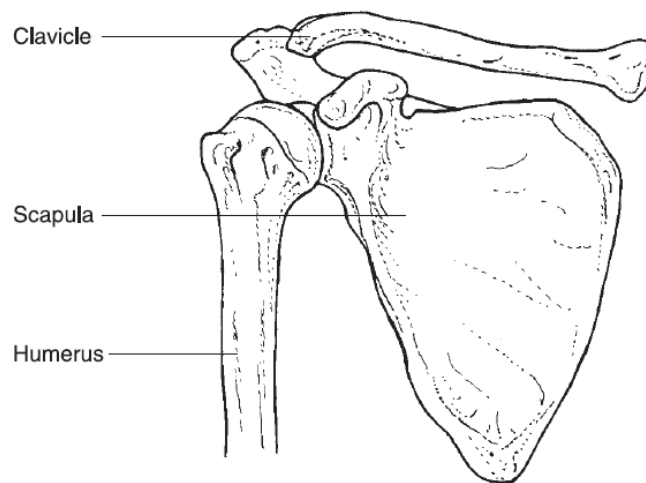
Esta investigación fue realizada en una muestra osteológica que corresponde a la colección del Laboratorio de Osteología Antropológica de la universidad de Antioquia en la ciudad de Medellín, por lo tanto, los resultados obtenidos aportan en la caracterización de la población antioqueña en relación al sexo. Es importante recordar la necesidad de tener formulas específicas para cada población y así aportar confiabilidad en la información básica que se genere en las investigaciones sobre la población Antioqueña.

4. CAPÍTULO TEÓRICO

4.1. Capítulo I. Procesos de formación de la escápula

«La escápula se clasifica como un hueso plano debido a su amplia hoja, que sirve como un ancla para varios músculos. Se articula lateralmente con el húmero, superior y anterior con la clavícula» (21). La forma de la fosa subescapular es una concavidad poco profunda en su cara anterior donde se inserta el músculo subescapular (figura 6)

Figura 6. Cintura escapular.



Fuente: Imagen tomada de Scheuer & Black (2004)

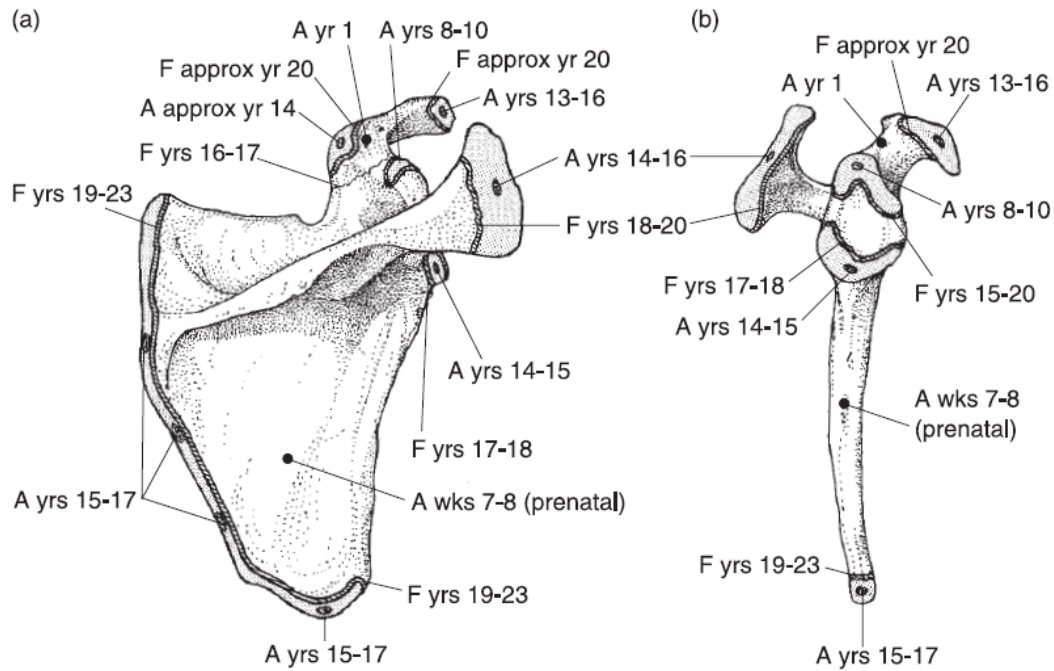
El proceso de osificación es endocondral y comienza alrededor de 7 a 8 semanas fetales, la escápula tiene aproximadamente siete centros secundarios de osificación (tres están asociados con el proceso coracoides, uno para la parte inferior de la glenoidea, uno en el ángulo inferior, uno asociado con la vértebra frontera y por lo menos uno para el proceso de acromion). El proceso coracoides comienza a osificarse en el primer año de

vida, las otras epífisis comienzan el proceso de osificación en la infancia tardía y la adolescencia, el proceso coracoides es la única epífisis escapular presente en los lactantes y los niños pequeños. *«El coracoides tiene forma de gancho, con una base ancha y un ápice puntiagudo. La base tiene una gran superficie ondulada para la articulación con el cuerpo de la escápula y una superficie articular más pequeña en la cara posterolateral para el centro subcoracoides (...) La fusión del coracoides con la escápula generalmente ocurre alrededor de 14-15 años y comienza en la región del ángulo coracoides»* (22). Además del cuerpo de la apófisis coracoides, la epífisis escapular se desarrolla para el subcoracoides, el ángulo de la coracoides, la cavidad glenoidea, acromion, ángulo inferior, y el borde vertebral. El centro subcoracoides (infracoracoides) aparece entre los 8 y los 10 años de edad y es el primero de los centros secundarios escapulares en iniciar la osificación. Ambas superficies epifisarias comienzan la fusión simultáneamente alrededor de 14 y 15 años y luego con la cara superior de la cavidad glenoidea a los 16 -17 años en ambos sexos (21,22).

La epífisis para el ángulo del proceso coracoides aparece alrededor de los 14 a 15 años de edad y se fusiona en unos 20 años. Una epífisis en el extremo lateral de la coracoides (el ápice) también pueden unirse y formar parte del ángulo de la epífisis que se funde en la adolescencia. La epífisis acromial es una pieza en forma de U del hueso con la abertura de la U que muestra una superficie áspera metafisaria y la parte inferior de la U presentan una superficie lisa. El medio lateral de la faceta articular para la clavícula se encuentra en el brazo más corto de la U. Hay una cantidad considerable de variación, no sólo en los tiempos de aparición y fusión de las epífisis acromiales, sino también en su

número y patrón de coalescencia. Algunos autores afirman que hay dos centros secundarios de osificación, algunos dicen que cuatro y algunos dicen que es un sitio de osificación multifocal, pero todos coinciden en que aparecen entre los 14 y los 16 años de edad. Se fusiona en general a la columna vertebral entre la edad 18 y 20, pero pueden permanecer separados a lo largo de la vida como el acromial. El ángulo inferior de la escápula se desarrolla a partir de un centro secundario de osificación, que también aparece alrededor de los 15-17 años de edad y generalmente se fusiona a los 23 años. Es una pequeña epífisis que se funde directamente en el ángulo de la escápula; varía en tamaño desde una pequeña tapa de una media luna más amplio. Es una cresta estrecha del hueso con una superficie ondulante metafisaria y un aspecto no articular más suave que forma el vértice de la escápula. El borde de la frontera vertebral también se forma al mismo tiempo y por lo general se compone de múltiples tiras, delgadas de hueso que se fusionan a la hoja de la escápula (figura 7). Aunque hay una gran variación en el tiempo de inicio, la duración y el tiempo final de cierre de las epífisis de la escápula, parece tener un orden bastante regular dentro del individuo (21,22).

Figura 7. Los principales centros de osificación de la escápula. Aparecen (A) y fusión (F) de centros secundarios - (a) dorsal; (b) lateral.



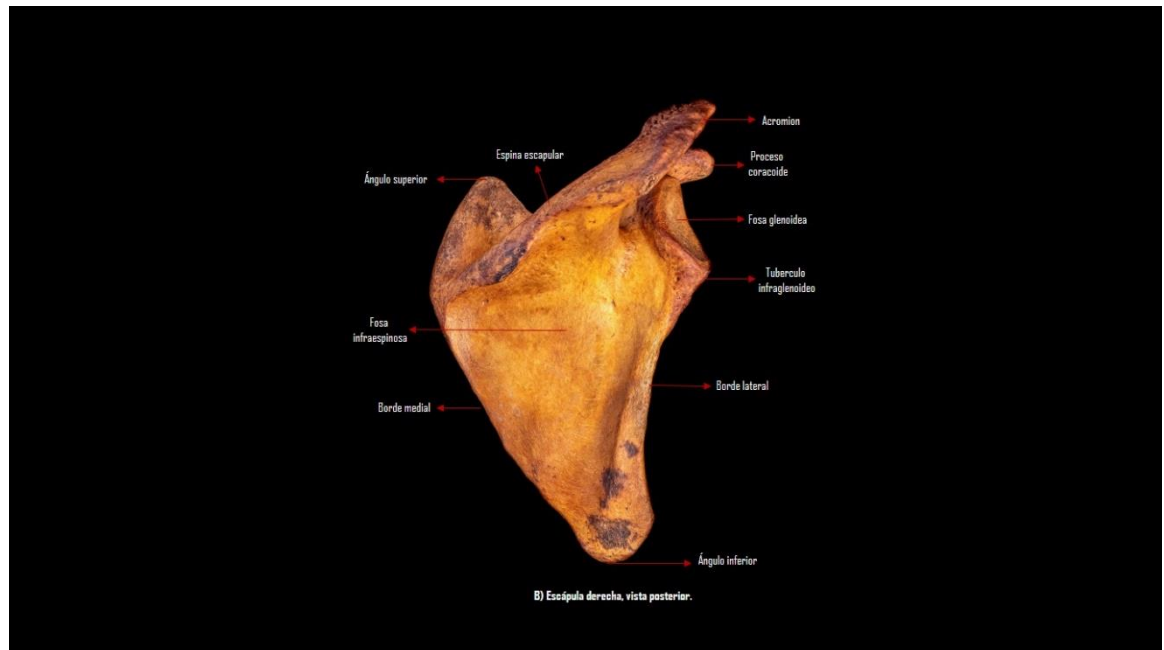
Fuente: Imagen tomada de Scheuer & Black (2004)

En el contexto forense es común encontrarse con huesos fragmentados y en el caso de la escápula se pueden confundir con otros huesos delgados y planos como los del cráneo o la zona pélvica. «*La espina de la escápula es generalmente el área mejor conservada, ya que es más gruesa que las otras partes del hueso*» (21). La columna vertebral en los casos en los que está presente ayuda a eliminar la confusión con fragmentos de otros huesos, observando las fronteras «*La orientación de la formación ósea a lo largo del cono mediano extendido debe evitar la identificación errónea y, debido a la naturaleza de la columna vertebral, esto tiende a persistir hasta cierto grado incluso en restos mal fragmentados. Si hay un área de la columna vertebral, entonces el hueso no puede confundirse con ningún*

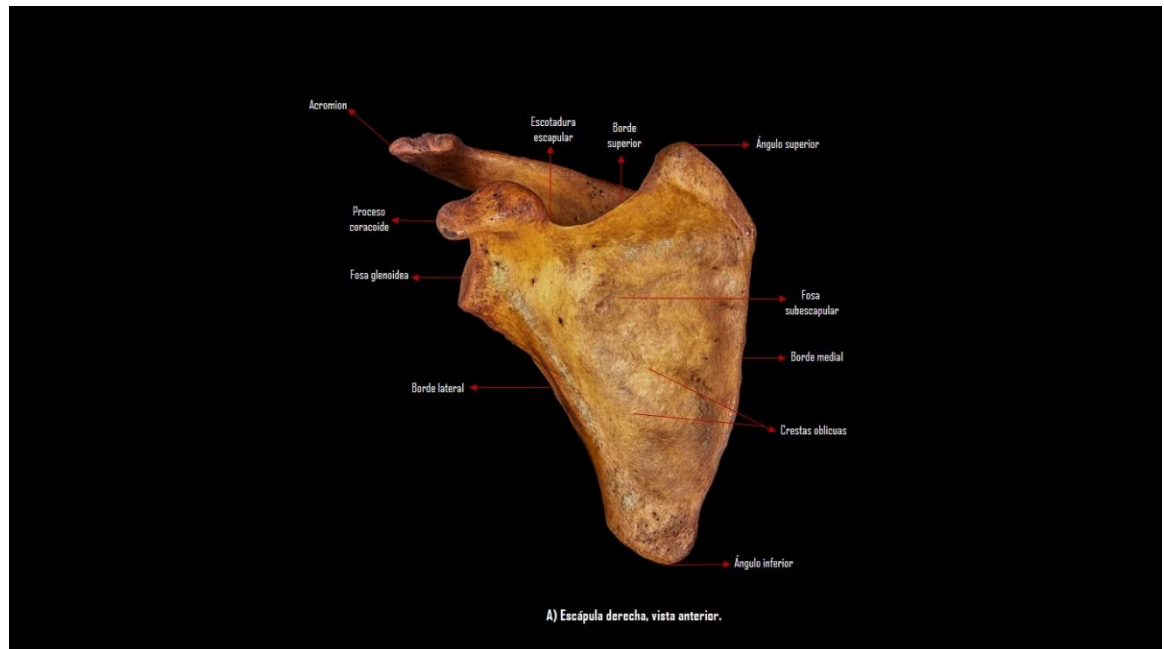
otro en el esqueleto» (22). Sin embargo, en un examen detenido las diferencias entre la escápula perinatal con el occipital lateral aislado pueden ser superadas.

La escapula se diferencia del ilion porque ésta es más larga y angular, y el ilion es más amplio; en cuanto a la parte superior del hueso ilíaco, que al igual que el borde vertebral de la escápula es curvo, incluso en lactantes, el grosor de esta frontera es el doble del de la escápula. Con respecto a los huesos del *cráneo* «*Las fronteras de huesos de la bóveda craneal son las suturas dentadas, y las características internas de estos huesos (ranuras de las meninges, la presencia de un surco) hacen distinguirlos de una escápula*» (21).

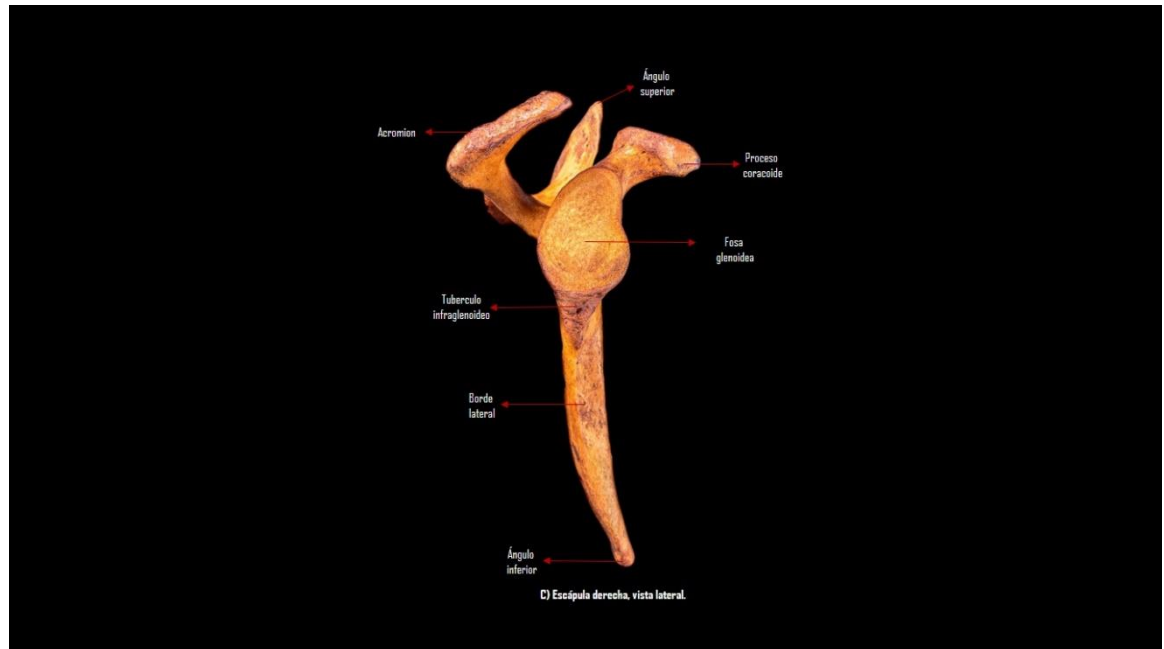
Figura 8. Escápula derecha. Partes de la escápula, A) vista posterior; B) vista anterior; C) vista lateral.



Fuente: Fotografía por Juan Ignacio Muñoz. Laboratorio de Osteología Antropológica.



Fuente: Fotografía por Juan Ignacio Muñoz. Laboratorio de Osteología Antropológica.



Fuente: Fotografía por Juan Ignacio Muñoz. Laboratorio de Osteología Antropológica.

Tabla 2. Resumen morfológico

Resumen morfológico	
Prenatal	
7-8 semanas	Aparece el centro de osificación primaria
12-14 semanas	El cuerpo principal de la escápula ha adoptado una morfología casi adulta
Nacimiento	
Mayoría del cuerpo principal de la escápula osificada pero acromion, coracoides, el borde mediano, el ángulo inferior y la masa glenoidea siguen siendo cartilagosos	
1 año	Coracoides comienza la osificación
3 años	Coracoides es reconocible como un centro de osificación separado
8-10 años	Aparece el centro subcoracoides
13-16 años	<ul style="list-style-type: none"> * Coracoides y subcoracoides comienzan la fusión al cuerpo de la escápula * Aparecen las epífisis para el borde glenoideo * Epífisis para ángulo y ápice de coracoides * Aparece epífisis acromial

15-17 años	<ul style="list-style-type: none"> * Fusión completa entre coracoides, subcoracoides y el cuerpo de la escápula * Islas epifisarias aparecen a lo largo del borde mediano * Aparece epífisis para ángulo inferior
17-18 años	Fusión de epífisis glenoidea prácticamente completas
20 años	Fusión de acromial y todas las epífisis coracoides completas
23 años	La fusión completa en el ángulo inferior y a lo largo del borde medial; por lo tanto, todas las epífisis escapulares se fusionan y la forma adulta completa se logra

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Capítulo II. Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual es la diferencia entre los machos y las hembras de una especie en términos de tamaño del cuerpo, forma del cuerpo, tiempo de desarrollo o comportamiento. Es un resultado combinado de factores genéticos (por ejemplo, niveles de hormonas) y el medio ambiente (por ejemplo, nutrición y comportamientos culturales) (23). En los humanos, las características sexuales primarias de los genitales comienzan a diferenciarse y desarrollar temprano en el útero (24). Las características sexuales secundarias comienzan a desarrollarse en la pubertad e incluyen diferencias en el tamaño corporal y la morfología pélvica, entre otras distinciones. Estas características sexuales secundarias se ven más afectadas por el medio ambiente. Un ejemplo de esto es la reducción en el dimorfismo de tamaño en humanos cuando hay deficiencias nutricionales. Los hombres se ven más afectados por los déficits nutricionales, lo que resulta en menos dimorfismo sexual en tamaño (25).

El tamaño de los huesos de mujeres se describe en una tasa de 92/100 en relación a los hombres, es decir que en promedio de la población bajo estudio los huesos de mujeres son más pequeños que los de los hombres. En general los huesos de hombres no solamente son más grandes, sino también más pesados y robustos con inserciones musculares más pronunciadas como, por ejemplo, en el cráneo la línea temporal, cresta nugal, protuberancia occipital externa, cresta supramastoidea, proceso mastoideo, inion y arco cigomático. También hay que tener en cuenta que la forma del hueso es una consecuencia lógica de su función; los huesos son adaptados según sus necesidades biomecánicas específicas. La musculatura forma el hueso y con una inserción muscular más fuerte el grosor cortical crece proporcionalmente (26).

A causa de la variabilidad cronológica y geográfica entre y dentro las poblaciones, la determinación del sexo osteológico no es tan fácil como parece. Siempre existe un rango de congruencia o traslape de las características analizadas dentro de su variabilidad biológica. Además, es bien conocido que se puede observar a mujeres con expresiones de características que parecen más masculinas y varones que parecen femeninos. Las diferencias del sexo osteológico se difuminan y disminuyen en ancianos; las mujeres parecen, después de pasar su menopausia, más masculinas; esto se refleja por ejemplo en la metamorfosis del cráneo, y los hombres pierden su carácter fuerte en el sentido osteológico (26). Por eso Krogman & Iscan (27) propusieron analizar solamente individuos entre 25 hasta 55 años, para no correr el riesgo de clasificar el sexo con base en cráneos que muestran irritaciones causadas por el proceso de envejecimiento.

Investigaciones recientes han indicado que los cambios que ocurren en el esqueleto después de que se ha alcanzado la edad adulta alteran el dimorfismo sexual y resultados de clasificación. En el Vance et al. (2011) estudio, se encontró que muchas mediciones postcraneales aumentaron significativamente en tamaño en mujeres y hombres blancos a medida que envejecen, mientras que las mujeres negras no mostraron ningún cambio. En la población estudiada, los blancos tienden a ser más susceptibles a la osteoporosis, y las razones para un aumento en el tamaño pueden incluir cambios degenerativos normales, microfracturas en las superficies de las articulaciones, y cambios en la relación de la cortical y hueso endóstico (28).

En el análisis osteológico se toma también la filiación ancestral en cuenta, porque se observa varias diferencias morfológicas entre los grupos étnicos manifestados en el esqueleto. Además, se necesita tener la vista general sobre la variabilidad morfológica a nivel entre poblaciones y dentro de una misma población para tener una idea general sobre el rango y los extremos, que representan los estereotipos o tipos ideales de la distribución de las características analizadas (26).

4.2.1. Métodos métricos

El uso de parámetros métricos suele ser bastante sencillo, ya que las mediciones son en su mayoría bien definidas y repetibles. Los resultados numéricos que se obtienen son generalmente fáciles de evaluar e interpretar. Las ventajas de las métricas es que son fáciles de usar y proporcionan indicaciones de la precisión con que la estimación puede

hacerse. También es más fácil evaluar la repetibilidad inter e intraobservador de la metodología. Estos análisis se basan solo en el tamaño y son los métodos de elección para los componentes del esqueleto, como los huesos largos que no exhiben claras diferencias de forma. Se puede usar una sola variable en estos casos, pero generalmente una combinación de las mediciones que se seleccionan de cada hueso puede maximizar las estimaciones de sexo. Estos son libremente disponibles para muchos huesos en forma de estadísticas de función discriminante (28).

Los métodos estadísticos incluyen: el análisis de funciones discriminatorias, la regresión logística y las redes neuronales. Las funciones discriminatorias son las más usadas en la antropología y este debe cumplir unos supuestos para el análisis adecuado de los datos, como resultado se puede clasificar en uno de los dos grupos (para este caso Mujer- Hombre); la regresión logística puede usarse si algunas de los supuestos no se cumplen, y tolera algunos, también se puede clasificar en uno de dos grupos como en la función discriminante. Las redes neuronales artificiales son menos utilizadas, las redes neuronales no representan la relación entre lo explicativo y lo dependiente usando una ecuación. Más bien, esta relación se expresa como una matriz que contiene valores ("nodos") que son similares a la red de neuronas en el cerebro. El uso de esta técnica en un entorno forense aún necesita ser demostrado (28).

4.2.2. Métodos no métricos

Las descripciones se centran en la forma: las configuraciones óseas que son macroscópicamente visibles. Hay muchas ventajas en este enfoque, especialmente cuando una forma particular es reconocible a pesar de la variación entre poblaciones y a través del tiempo. Sin embargo, hay algo de subjetividad involucrado y es difícil saber con precisión los resultados. Muchas de estas suposiciones de diferencias morfológicas son ahora cuestionadas, y su existencia y precisión en la separación entre sexos son reevaluados con modernas técnicas morfométricas como la morfometría geométrica y elíptica (28).

La morfometría geométrica se ha utilizado para cuantificar la morfología: usando esta técnica, las diferencias de forma se pueden observar y cuantificar. Inicialmente, las diferencias de forma solo se podían registrar en dos dimensiones, pero con más sofisticados equipos de digitalización y el uso de escaneos de la forma de una estructura también se estudiarán con estas técnicas en tres dimensiones. Usando este método es posible observar con más detalle exactamente en qué áreas de una estructura esquelética se producen variaciones en la forma y cuán grandes son esas diferencias (28).

Cuando se usa morfometría geométrica, el proceso generalmente comienza asignando hitos homólogos o semi-hitos en las muestras a estudiar. Usando estos dos o coordenadas tridimensionales, formas medias de, por ejemplo, hombres y mujeres. Pueden ser obtenidos análisis de deformación relativa que son similares a los componentes principales, se realizan análisis de las muestras alineadas, y análisis de spline placa delgada

para mostrar las deformaciones de la forma usando rejillas cartesianas que permiten visualmente determinar qué puntos de referencia son responsables de las diferencias / similitudes en forma. Varios paquetes de software están disponibles gratuitamente para este fin, y todos proporcionan datos estadísticos que incluyen niveles de importancia de las diferencias observadas y precisiones de clasificación. Esta técnica funciona bien en un amplio nivel de población para evaluar y cuantificar las diferencias, pero sigue siendo difícil de aplicar a un individuo en un caso forense cuando se necesita estimar el sexo solo para ese individuo específico. No todas las partes del esqueleto tienen diferencias morfológicas claras y consistentes entre los sexos. A veces las diferencias solo se basan en el tamaño, o los restos pueden estar incompletos y el observador tiene que depender de huesos menos dimórficos. En estos casos se sigue un enfoque métrico (28).

4.3. Capítulo III. Estudios de dimorfismo sexual

En el transcurso de las diferentes investigaciones con respecto al tema, los métodos cuantitativos parten de mediciones de diversos elementos anatómicos pertenecientes a individuos cuyo sexo es conocido, para luego aplicar las fórmulas predictivas derivadas de aquellos análisis a individuos con sexo desconocido (9).

El estudio realizado por Genovés (29) tuvo como fin examinar la asignación del sexo en el hueso coxal, considero combinar los métodos métricos y morfológicos y examinar los datos obtenidos de cada método, su propuesta consistía en verificar los

resultados del método morfológico en contraste con lo que se identifica con el método métrico.

Vacca & Di Vella (30) trabajaron la caracterización métrica del hueso coxal humano en una muestra de la región de Apulia, en el sur de Italia, para establecer su eficacia en la determinación del sexo mediante análisis discriminante multivariado. Los resultados obtenidos definen la variabilidad en tamaño y proporción de la muestra analizada con respecto a las variaciones de otras poblaciones esqueléticas; también confirman la validez y utilidad de las técnicas diagnósticas basadas en funciones discriminantes. La combinación de características métricas de varias regiones del hueso coxal es, por lo tanto, una ayuda válida en la atribución correcta del sexo esquelético incluso cuando la combinación de variables está numéricamente limitada, pero suficiente en la determinación del sexo a partir de los huesos coxales parciales.

Steyn & Iscan (31) desarrollaron funciones discriminantes para la determinación del sexo en las mediciones de la pelvis de los griegos modernos. Las medidas se tomaron de la pelvis articulada. Se utilizaron fórmulas de función discriminante para todas las mediciones y diversas combinaciones para evaluar el grado de dimorfismo sexual en varias partes de la pelvis y para hacer que las fórmulas se puedan utilizar en restos fragmentados. Se encontró que las mediciones de la muesca ciática no eran confiables y daban malos resultados, y es aconsejable que esta característica sólo debe utilizarse como último recurso. Las dimensiones del sacro no eran muy dimórficas, mientras que las mediciones de la pelvis articulada dieron resultados peores que los de los huesos innominados

individuales. El diámetro del acetábulo fue la característica más dimórfica, proporcionando un promedio de 83,9% de precisión cuando se usó en aislamiento.

Steyn, M., Pretorius, E., & Hutten, I. (32) en este estudio se analizaron las muescas ciáticas mayores de 115 esqueletos conocidos de origen sudafricano utilizando morfometría geométrica. La morfometría geométrica es un método que ayuda a cuantificar la forma. En los resultados se observó que los machos negros sudafricanos tienen la típica forma estrecha, mientras que tanto las hembras negras como las blancas tienen muescas anchas típicas. Los machos blancos, sin embargo, mostraron una variación muy amplia y sus formas dispersas a través de la gama. Por lo tanto, la forma de la muesca ciática mayor no es fiable para usar en la determinación del sexo en este grupo de población. El análisis morfométrico geométrico demostró ser un método valioso y confiable para verificar las características morfológicas observadas con métodos más tradicionales.

Mazza B. (9) en este trabajo se propone discutir la aplicación de metodologías cualitativas y cuantitativas a una muestra de 110 cráneos de individuos adultos de ambos sexos provenientes de sitios arqueológicos del Humedal del Paraná inferior (Argentina) con el fin de obtener una discriminación sexual adecuada para la muestra estudiada y evaluar la eficacia de dichas metodologías. Todas las variables presentaron diferencias estadísticamente significativas y altos porcentajes de discriminación. Posteriormente se elaboró una función discriminante a partir de las variables métricas que mejor discriminaban entre sexos. Lograron una buena diferenciación sexual tanto a través de los análisis cualitativos como de los cuantitativos, pero recomiendan su uso en forma

conjunta para mejorar la precisión en los resultados.

Bulygina, et al. (33) utilizando métodos morfométricos geométricos investigaron el desarrollo morfológico de las diferencias individuales y de género en el neurocráneo anterior y la cara. Tienen en cuenta cuatro factores que contribuyen al dimorfismo sexual craneal en el desarrollo postnatal humano: 1) diferencias iniciales, posiblemente prenatales, en la forma; 2) diferencias en la asociación de tamaño y forma; 3) hiper morfosis masculina; y 4) algún grado de diferencia en la dirección de las trayectorias de crecimiento masculino y femenino. Al estudiar los cambios en los individuos, encontraron una baja correlación entre la morfología del recién nacido y del adulto, mientras que los de 3 años ya muestran una alta correlación con su forma adulta; y concluyen que el patrón adulto de diferencia interindividual en forma facial en una sola población humana se establece en los primeros años de vida.

Alarcón, José; Bastir M, Rosas A. (34) utilizando morfometría geométrica para analizar el tamaño y la forma de la mandíbula, analizan como las características específicas del sexo difieren en las mandíbulas masculinas y femeninas adultas en todo el espectro de patrones faciales verticales y las variaciones sagitales. En los resultados los patrones faciales sagital y vertical están asociados con diferentes morfologías mandibulares (tamaño y forma). Además, el dimorfismo sexual estaba presente en todas las comparaciones. Los rasgos mandibulares específicos del sexo se comportan de una manera diferente a través de los patrones faciales verticales. Estos resultados implican que se requiere una evaluación

del patrón facial vertical del individuo antes de proponer un diagnóstico sexual de la mandíbula.

Alemán Aguilera; Botella López; Ruiz Rodríguez (7) se propone la aplicación de las fórmulas obtenidas por ellos con base en una población homogénea de tipo mediterráneo, en series cuya composición sea también mediterránea. Y así analizar con mayores garantías, puesto que las empleadas hasta ahora se han confeccionado con sujetos de filiación grupal muy heterogénea. Con el objeto de analizar la efectividad en la determinación del sexo a través de las técnicas de discriminación, utilizan dos muestras esqueléticas que se adscriben a contextos geográficos y cronológicos distintos. Realizaron un análisis comparativo por medio del test t de student para comprobar si existían diferencias entre los valores medios del grupo masculino y femenino, por un lado, y entre las dos poblaciones por otro. Para valorar las diferencias en el grado de dimorfismo sexual de cada una de las series analizadas, se utilizó el proceso descrito por Relethford (1985).

Dorado F. et. al. (35) estudian una muestra de 83 esternones, de población española contemporánea, para valorar la discriminación del sexo en función de sus medidas anatómicas. El significado estadístico se obtiene a través los arboles de decisión, que proporcionan los puntos de corte óptimos para separar ambos sexos. Observando los mejores resultados con la longitud total del esternón y la longitud del cuerpo esternal, que con valores críticos de 141 y 97 mm respectivamente permiten la discriminación con un 90% de probabilidad.

Curate, et. al. (36) presentan un enfoque para estimar el sexo usando dos medidas del fémur proximal. La regresión logística y el algoritmo C4.5 se utilizaron para desarrollar modelos para predecir el sexo en individuos desconocidos. Los modelos propuesto válidos cruzados correctamente tuvieron una predicción del sexo en 82,5-85,7% de los casos. Este estudio apoya el valor relativo del fémur proximal para estimar el sexo en los restos del esqueleto.

Saldías, et. al (37) trabajaron con el hueso navicular y realizaron regresiones logísticas en ocho medidas lineales replicables del hueso e hicieron un análisis de curvas características de funcionamiento del receptor (ROC). Cada una de las ocho variables mostraron un dimorfismo sexual significativo en la muestra. Los resultados de la curva ROC indican que al menos cinco de las ocho variables utilizadas tienen una alta capacidad sexual diagnóstico, entre los que la máxima longitud de la superficie cuneiforme (LMAXCUN) mostró un mejor rendimiento. Además, se introdujeron ecuaciones de regresión con combinación de medidas que asignó correctamente los esqueletos con una precisión del 80% o mayor. Las ecuaciones de regresión presentadas aquí son útiles para poblaciones mediterráneas.

Sanaa M. et. al (38) se revisó en 479 radiografías la unión epifisaria y se puntuó como etapa 0 (no unión), etapa 1 (unión inicial) etapa 2 (unión activa), etapa 3 (unión reciente) o etapa 4 (unión completa). Tres medidas en rótula (altura máxima, ancho y grosor) y se utilizaron para determinar el sexo análisis discriminante por variables univariadas y multivariadas. Se observó que la unión epifisaria en las mujeres ocurrió antes

que los machos. En los resultados se exhibió que la etapa 2 de las tres epífisis de rodilla se produce en los hombres por 6 meses antes que en las mujeres. Las mejores funciones discriminantes para la determinación sexual fueron del 73%, que se obtiene mediante la combinación de 2 medidas; altura / espesor y altura / ancho. Por lo tanto, la rótula es de valor limitado como indicador de sexo.

4.3.1. Dimorfismo sexual en la escápula

Papaioannou et. al. (10) utilizando métodos univariados y multivariados de estadística para la evaluación del sexo de la escápula y la clavícula, los resultados apoyaron la existencia de pronunciado dimorfismo sexual, que se atribuyó principalmente a las diferencias de tamaño entre los dos grupos. El uso de este método en casos presento más del 95% de probabilidad de clasificación correcta. Esto es independientemente del alto grado general de exactitud reportada en este estudio, ya que el método de elección en los contextos forenses debe ser siempre guiado por casos

Hudson; Peckmann; Logar & Meek (15) evaluaron la exactitud de las funciones discriminantes, creadas utilizando una población indígena guatemalteca cuando se aplicó a una muestra mexicana contemporánea para determinación del sexo de la escápula. Cuando se aplicaron las funciones discriminantes guatemaltecas en la muestra mexicana se mostraron altas tasas de exactitud para el sexaje de escápulas masculinas (100%) y bajas tasas de exactitud para sexar las escápulas femeninas (48,68% e51,32%). En general, fueron más grandes en la muestra mexicana que en la muestra guatemalteca.

Dabbs (16) establece estándares métricos para la estimación del sexo en una muestra esquelética egipcia de Tell El-Amarna usando mediciones de la escápula.

Las funciones discriminantes descritas oscilan entre 84,0 y 88,0%; similar a las precisiones reportadas para el fémur y el húmero. Combinar funciones de múltiples variables producen mayores precisiones que las basadas en mediciones individuales.

Fatma; Badr; Hebatallah & Hassan (39) analizaron el crecimiento de la escápula utilizando imágenes de TC reconstruidas, a través de trece medidas utilizadas comúnmente para la determinación de la edad y el sexo. Las cuales fueron sometidas a análisis estadísticos. En los resultados detectaron una correlación positiva significativa entre las variables escapulares medidas y la edad. Se identificó dimorfismo sexual significativo en cuatro de las medidas escapulares en el grupo de edad más joven. Sin embargo, las diferencias significativas entre los sexos aparecen después del cese de crecimiento en las niñas, donde un gran número de variables fueron sexualmente dimórficas.

Torimitsu et.al (12) evaluaron el dimorfismo sexual de la escápula y cuantificaron la exactitud de la estimación del sexo muestra forense utilizando medidas escapulares en base tridimensional (3D) tomografía computarizada (TC).

Diez medidas escapulares fueron realizadas en imágenes 3D reconstruidas en 3D que sólo extrajeron datos óseos, y se analizaron estadísticas descriptivas y análisis de función discriminante. Todas las medidas fueron dimórficas.

Melad; ManalF; AbuSamra. (40) examinaron el uso de las medidas sensoriales obtenidas de la CCT para desarrollar una función de ecuaciones específicas para la población egipcia. Se desarrollaron dimensiones para las estadísticas y las funciones discriminatorias. En los resultados se observó que cuando se utilizaron ambas dimensiones en la estimación del sexo, se obtuvo una precisión del 87% en varones y 95% en mujeres, con una precisión global del 91% en la estimación de ambos sexos. Cuando se usó una sola dimensión, la TL fue mejor que la LL en la determinación del sexo. Así, la ecuación de la función discriminante podría ser utilizada en la estimación del sexo a partir de estas medidas y la escápula puede desempeñar un papel importante en la estimación del sexo.

5. METODOLOGÍA

Es una investigación descriptiva de corte transversal y con un enfoque exploratorio debido a que según los antecedentes no hay estudios realizados en población colombiana. Se trabajó con restos óseos contemporáneos que hacen parte de la colección osteológica de la Universidad de Antioquia.

5.1. Muestra

La muestra hace parte de la colección del Laboratorio de Osteología Antropológica de la Universidad de Antioquia, la cual se encuentra debidamente documentada, entre los datos están sexo, edad, y respectivas fechas de inhumación y exhumación. La selección de la muestra no es probabilística, y está compuesta por 19 escápulas, que pertenecen a 15 hombres con edad entre 18 y 50 años y 4 mujeres con edad entre 27 y 50 años. Los criterios de inclusión fueron: documentación escrita de edad, sexo y respectivas fechas de inhumación y exhumación, presencia de la pieza ósea en buen estado, es decir, completos y sin erosión en los sitios utilizados para medir; y finalmente los criterios de exclusión fueron: cuerpos sin identificación y debida documentación, mal estado del material óseo, patologías, traumas y restos de infante o subadultos.

5.2. Materiales

Se realizaron las medidas necesarias para hacer un análisis comparativo, estas medidas se tomaron en el lado izquierdo y en aquellos individuos en los que no se encontró en buenas condiciones se tomó la derecha, utilizando los elementos apropiados como son: un calibrador estándar de Vernier a 1/100 y herramientas ofimáticas; la toma de medidas se realizó tres veces de manera consecutiva, y se tomó como medida para analizar el resultado promedio. Los datos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS Statistics versión 24 (con licencia de la Universidad de Antioquia).

5.3. Descripción de las variables independientes y método de medición

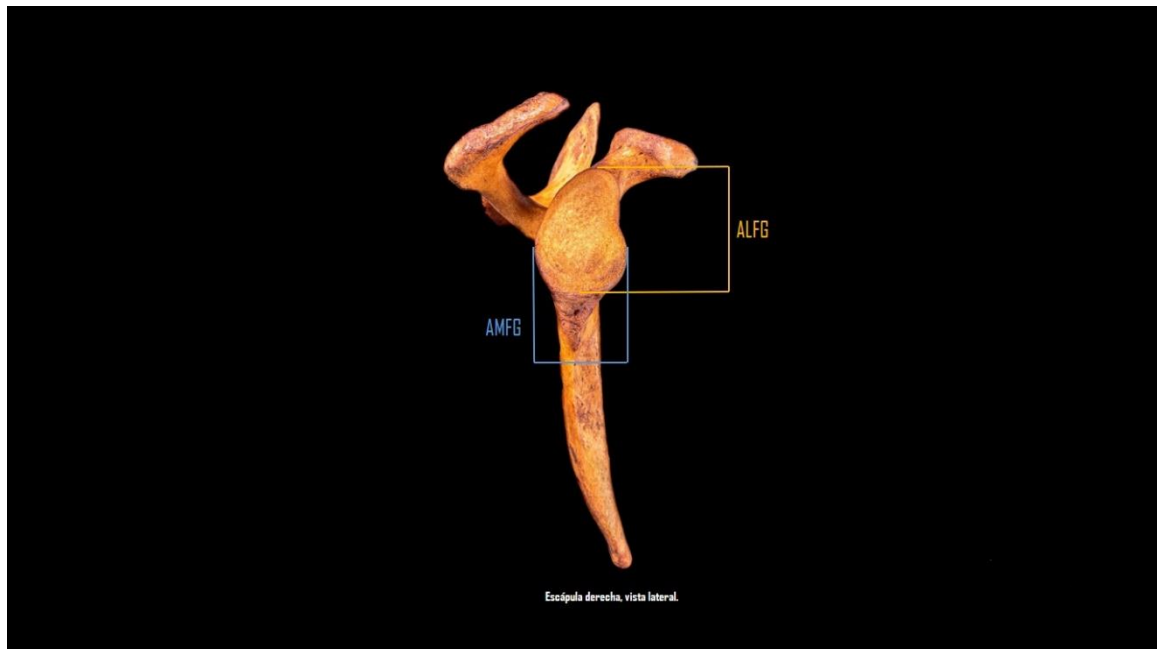
De acuerdo al resultado encontrado en la revisión de los antecedentes se considera que algunas de las diferencias se presentan en mayor grado en la amplitud de la fosa glenoidea y altura de la fosa glenoidea, en estos estudios se obtuvo un porcentaje de exactitud total de 82.9% a 95.7% (10, 15, 16, 17, 18, 19, 20).

Para este caso se tomaron estas dos medidas consultando las mediciones de Bass (2005), Dabbs et al. (2010), Frutos (2002), y Mc Cormick et al. (1991). De esta manera:

- **Altura de la fosa glenoidea (ALFG):** distancia máxima desde el margen superior de la prominencia glenoidea al borde inferior de la prominencia glenoide - asegúrese de no incluir el tubérculo supra-glenoideo o el tubérculo infra-glenoideo. Utilice los calibradores deslizantes.

- **Amplitud de la fosa glenoidea (AMFG):** distancia máxima a través de la cavidad glenoidea medida perpendicularmente al eje de la altura de la cavidad glenoidea. Utilice los calibradores deslizantes

Figura 9. Escápula derecha. Medidas tomadas ALFG (Altura de la fosa glenoidea) y AMFG (Amplitud de la fosa glenoidea).



Fuente: Fotografía por Juan Ignacio Muñoz. Laboratorio de Osteología Antropológica.

5.4. Variables

La variable dependiente para este caso es el sexo, es una variable categórica definida en dos grupos excluyentes, hombre y mujer. Y las variables independientes son las que representan las dos medidas de la fosa glenoidea en la escápula ALFG y AMFG.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variables independientes	Indicadores	Unidades	Descripción de categoría	Escala	Naturaleza
ALFG	Altura de la fosa glenoidea	mm	Distancia máxima desde el margen superior de la prominencia glenoidea al borde inferior de la prominencia glenoide - asegúrese de no incluir el tubérculo supra-glenoideo o el tubérculo infra-glenoideo. Bass (2005), Dabbs et al. (2010), Frutos (2002), y Mc Cormick et al. (1991).	Razón	Cuantitativa
AMFG	Amplitud de la fosa glenoidea	mm	Distancia máxima a través de la cavidad glenoidea medida perpendicularmente al eje de la altura de la cavidad glenoidea. Bass (2005), Dabbs et al. (2010), Frutos (2002), y Mc Cormick et al. (1991).	Razón	Cuantitativa
Variable dependiente					
Sexo	Estimación a partir de las formulas de la función discriminante.		Hombre Mujer	Nominal	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Proceso

Para iniciar se comprobó el cumplimiento de los supuestos básicos de aplicación, para este caso son: las variables independientes o predictivas deben seguir una distribución normal multivariante, para ello se aplicó la prueba de Shapiro Wilk en una muestra, el cual se satisface debido a que el nivel de significancia en ambas variables es mayor o igual a 0.05. El segundo supuesto es el de las matrices de covarianza poblacional que deben ser

iguales. Se utiliza el test M de Box para probar la igualdad de las matrices de covarianza de las variables independientes entre los grupos que forman la variable dependiente; test que arroja como resultado que el valor p obtenido es mayor a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, entonces se puede asumir la homogeneidad de las matrices de varianzas y covarianzas para cada uno de los grupos.

5.6. Técnicas analíticas

El análisis discriminante consiste en partir de n individuos con información de p variables y agrupados en una variable y con dos categorías o más para que cada sujeto obtenga una serie de puntuaciones que indiquen a qué grupo pertenecen. La aplicación del análisis discriminante obtiene como resultado una ecuación denominada función discriminante que expresa la combinación lineal de las variables predictivas (denominadas variables canónicas) (41, 42).

La ecuación lineal discriminante es similar a la regresión múltiple:

$$d_1 = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \dots + b_px_p$$

Donde:

d_1 = Las variables independientes

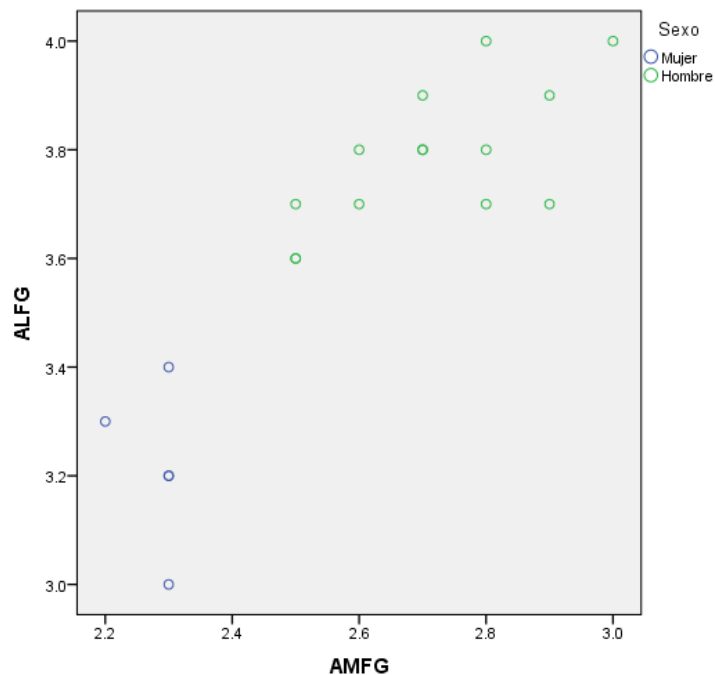
b_0 = La constante

x_p = Los coeficientes de discriminación

6. RESULTADOS

Los datos presentados fueron analizados con el SPSS versión 24, los datos generados al paquete estadístico son el resultado de las medias de cada medida, las cuales fueron tomadas cada una tres veces evitando el error interobservador. Se comienza el análisis aplicando los supuestos del modelo discriminante, al satisfacer los supuestos se procede a realizar los estadísticos que finalmente arrojan la fórmula que se debe aplicar para la clasificación de una escápula, teniendo presente los centroides, la constante y la media de los grupos. Los resultados permiten clasificar a mujeres y hombres

Figura 10. Diagrama de dispersión de altura de la fosa glenoidea ALFG y amplitud de la fosa glenoidea AMFG por sexos.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de dispersión se observa la diferencia entre hombres y mujeres que es muy marcada, y se evidencia que las mujeres tienen los valores más bajos en ambas medidas. No hay solapamiento y la diferencia es significativa.

Tabla 4. Resumen de proceso del caso de análisis.

Casos sin ponderar		N	Porcentaje
Válido		19	100.0
Excluido	Código de grupos perdidos o fuera de rango	0	.0
	Como mínimo, falta una variable discriminatoria	0	.0
	Ambos códigos, los perdidos o los que están fuera de rango y, como mínimo, una discriminación que falta	0	.0
	Total	0	.0
Total		19	100.0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se observa el número de casos válidos para el análisis con un total de 19. No se obtuvieron casos que les faltara alguna medida o estuvieran sin la variable sexo.

Tabla 5. Estadísticas de grupo.

Sexo		Media	Desviación estándar	N valido (por lista)	
				No ponderados	Ponderados
Mujer	ALFG	3.300	.2582	4	4.000
	AMFG	2.350	.1000	4	4.000
Hombre	ALFG	3.727	.2251	15	15.000
	AMFG	2.667	.2225	15	15.000
Total	ALFG	3.637	.2872	19	19.000

AMFG	2.600	.2404	19	19.000
------	-------	-------	----	--------

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se tiene información descriptiva de la media de las variables independientes tanto de hombres como de mujeres y el número de casos validos por grupos. Se observa que hay una diferencia de medias entre hombres y mujeres para la altura de la fosa glenoidea y para la amplitud de la fosa glenoidea; lo anterior muestra que es posible continuar con el análisis, debido a que el contraste univariante evidencia la separación en los grupos, esto no necesariamente significa que sea una función discriminante representativa, pero al existir una diferencia a nivel univariante es posible que se evidencie también en el nivel multivariante.

Tabla 6. Prueba de igualdad de medias de grupos.

	Wilks Lambda	F	df1	df2	Sig.
ALFG	.613	10.747	1	17	.004
AMFG	.696	7.442	1	17	.014

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se compara la hipótesis de igualdad de medias, se presenta el estadístico Lambda de Wilks univariantes, esta tabla es una prueba preliminar si los grupos difieren entre sí con las variables de clasificación utilizadas. El estadístico de Lambda de Wilks por sí solo no brinda toda la información y por ello debe leerse usando el estadístico F, en este caso se observa significancia estadística a nivel univariante en ambas variables, por lo tanto, es posible aplicar el análisis discriminante.

Tabla 7. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl.	Sig.
ALFG	.903	19	.056
AMFG	.941	19	.272

Fuente: Elaboración propia.

Esta prueba de Shapiro Wilk se realiza para probar el supuesto de normalidad, el cual se satisface debido a que el nivel de significancia en ambas variables es mayor o igual a 0.05.

Tabla 8. Prueba M de Box.

M de Box		.099
F	Aprox.	.088
	df1	1
	df2	225.614
	Sig.	.767

Prueba la hipótesis nula de las matrices de covarianzas de población iguales.

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario verificar la homogeneidad de las matrices de varianzas y covarianzas, para ello se usa la prueba M de Box, cuya hipótesis nula es la de homogeneidad. Como el valor p obtenido es mayor a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, entonces se puede asumir la homogeneidad de las matrices de varianzas y covarianzas para cada uno de los grupos.

Tabla 9. Variables en el análisis.

Paso		Tolerancia	Sig. de F para eliminar	Lambda de Wilks
1	ALFG	1.000	10.747	.613

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se resume cada uno de los pasos de cómo fueron entrando las variables una a una en el modelo. Se observa la tolerancia para conocer la correlación entre las variables. En el paso uno la variable tiene una tolerancia de 1 pues al estar sola no hay variables que pueden explicar nada de ella.

Tabla 10. Variables no utilizadas en el análisis.

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de wilks
0	ALFG	1.000	1.000	10.747	.613
	AMFG	1.000	1.000	7.442	.696
1	AMFG	.315	.315	.012	.612

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se muestra las variables que tienen la opción a ser incluidas. En la columna tolerancia se encuentra el valor de cada variable si entrara al modelo en el siguiente paso.

Tabla 11. Autovalores.

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	.632 ^a	100.0	100.0	.622

a. Se utilizaron las primeras 1 funciones discriminantes canónicas en el análisis.

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla la correlación canónica es alta y por lo tanto indica que la variable discriminante permite diferenciar entre grupos. Pero como un autovalor tiene un valor mínimo de cero, pero no tiene un máximo, lo cual lo hace difícil de interpretar por sí solo. Por esta razón, se utiliza la estadística Lambda de Wilks que se encuentra estrechamente relacionado con los autovalores.

Tabla 12. Lambda de Wilks.

Prueba de funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	.613	8.084	1	.004

Fuente: Elaboración propia.

El estadístico Lambda de Wilks aunque contrasta debido a que se aproxima más a uno, el sig. En este caso es menos a 0.05 por lo tanto, la función que se calculó discrimina bien la variable dependiente.

Tabla 13. Coeficientes de la función discriminante canónica.

Función	
1	
ALFG	4.324
(Constante)	-15.725

Coeficientes no estandarizados

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Funciones en centroides de grupo.

	Función
Sexo	1
Mujer	-1.456
Hombre	.388

Las funciones discriminantes canónicas sin estandarizar se han evaluado en medias de grupos

Fuente: Elaboración propia.

Para interpretar los signos de los coeficientes es importante mirar los centroides, en este caso se observa que el grupo de mujeres tiende a obtener puntuaciones negativas en la función discriminante, mientras que el grupo de los hombres tiende a obtener puntuaciones positivas. Sabido esto, la función discriminante nos indica que una disminución en el valor de las variables independientes (por debajo de la media) hará que el individuo obtenga puntuación negativa y con ello se ajuste al patrón de las mujeres.

Los coeficientes no estandarizados son los que se utilizan para calcular las puntuaciones discriminantes y la ubicación de los centroides de los grupos.

Para ver el centroide de cada grupo: Con la media del grupo en la variable discriminante y con los coeficientes no estandarizados se obtienen los centroides de la función discriminante.

Centroide:

$$d1= b0+b1x1$$

$$= -15.725+4.324*3.300 = -1.4$$

$$d2= b0+b1x1$$

$$= -15.725+4.324*3.727 = 0.3$$

Puntos de corte:

Tabla 15. Modelo de clasificación general para la escápula.

Mujeres	Hombres
-1.456	0.388

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula para estimar dimorfismo sexual en escápula.

Escápula	$(4.324 \times \text{Altura de la fosa glenoidea}) + (-15.725)$
----------	---

La anterior es la fórmula que se debe aplicar para la clasificación de una escápula.

Ese fue el modelo general que arrojó la función discriminante.

Calificación.

Tabla 16. Resultados de clasificación.

		Pertenencia a grupos pronosticada			
		Sexo	Mujer	Hombre	Total
Original	Recuento	Mujer	3	1	4
		Hombre	2	13	15
	%	Mujer	75.0	25.0	100.0
		Hombre	13.3	86.7	100.0
Validación cruzada ^b	Recuento	Mujer	3	1	4
		Hombre	2	13	15
	%	Mujer	75.0	25.0	100.0
		Hombre	13.3	86.7	100.0

a. 84.2% de casos agrupados originales clasificados correctamente.

-
- b. La validación cruzada se ha realizado sólo para aquellos casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante funciones derivadas de todos los casos distintos a dicho caso.
 - c. 84.2% de casos agrupados validos de forma cruzada clasificados correctamente.
-

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla resume la capacidad predictiva de la función discriminante. Las mujeres son correctamente clasificadas en el 75.0 % de los casos y los hombres en el 86.7%. En total, la función consigue clasificar correctamente al 84.2% de los casos. La validación cruzada (la clasificación de cada caso tras dejarlo fuera del cálculo de la función discriminante) arroja los mismos resultados que la clasificación original.

7. DISCUSIÓN

La escápula tradicionalmente no se ha estudiado extensamente con respecto a su dimorfismo sexual (43, 44, 45), pero más recientemente aparecieron algunos documentos que trataban tanto de diferencias métricas como morfológicas. Bainbridge y Genoves (43) fueron de los primeros que estudiaron diferencias de sexo en la escápula, usando criterios tanto morfológicos como dimensionales.

Iordanidis (45) utilizó una serie de medidas escapulares, que incluyen altura y anchura escapular, longitud total de la columna vertebral y ancho de la cavidad glenoidea. El autor calculó los límites superior e inferior para cada sexo. En este estudio, el 2,7% de los machos cayeron en el rango femenino porque la altura era menos de 144 mm. Como lo sugiere el estudio, la mejor dimensión para la identificación del sexo es altura escapular. Hanihara (44) estudió mediciones similares de escápulas japonesas obteniendo un máximo de 97% de precisión usando cuatro dimensiones.

Desde estos primeros estudios, una serie de documentos han sido publicados donde varias dimensiones fueron utilizadas. Di Vella et al. (46), por ejemplo, usó siete parámetros escapulares (longitud máxima, anchura máxima, distancia máxima acromion-coracoide, máx. longitud de acromion, máx. longitud de coracoides, longitud y anchura de la cavidad glenoidea) de una población italiana contemporánea conocida. La amplitud máxima escapular era la mejor variable individual, con una precisión de más del 90%, mientras que con análisis multivariante fue posible lograr el 95% de determinación correcta del sexo.

Prescher y Klümpen (47), sin embargo, encontraron tasas de precisión relativamente bajas al usar solo el área de la fosa glenoidea.

En este trabajo de investigación uno de los objetivos era identificar en la escápula los elementos anatómicos o medidas que sean indicadores útiles de sexo, para este fin se realizó un meta-análisis con toda la información recolectada en una revisión sistemática sobre el tema en la literatura científica, donde el resultado obtenido indicó que dentro de los estudios analizados las medidas o dimensiones más dimórficas en la escápula son la altura y amplitud de la fosa glenoidea; lo anterior va respaldado de la parte teórica de la investigación donde se establece que en un contexto ya sea arqueológico o forense, es esta parte de la escápula la que tiene mejor conservación a la hora de la recuperación.

De acuerdo a lo antes mencionado, para esta investigación se tomaron las medidas altura y amplitud de la fosa glenoidea en una muestra osteológica de la ciudad de Medellín, esta información fue analizada a través de funciones discriminantes, donde la capacidad predictiva de la función discriminante consigue clasificar correctamente al 84.2% de los casos. Las mujeres son correctamente clasificadas en el 75.0 % de los casos y los hombres en el 86.7%. Lo cual indica que puede utilizarse esta fórmula, teniendo en cuenta como se había mencionado antes que es más posible contar en caso de recuperación con la fosa glenoidea y no con la totalidad de la escápula, lo cual dificultaría la aplicación de una fórmula o método con más dimensiones de la escápula. Finalmente cabe anotar que a pesar de que se cumplieron los objetivos de la presente investigación, existe la necesidad de tener

formulas específicas para cada población y así aportar confiabilidad en la información básica que se genere en las investigaciones sobre la población Antioqueña.

8. CONCLUSIONES

El objetivo principal que mueve esta investigación está en encontrar características en la escápula que puedan dar cuenta del dimorfismo sexual, para ellos se realizó una búsqueda sistemática de la literatura científica sin límite temporal ni geográfico, obteniendo como resultado en los estudios encontrados que los indicadores más sensibles de sexo son la altura y amplitud de la fosa glenoidea, por lo tanto, se trabaja con estas dos dimensiones de la escápula. Con los valores se realiza un análisis estadístico de funciones discriminantes que evidencian que, si existe un dimorfismo sexual, se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la dimensión altura de la fosa glenoidea (ALFG), de la cual se obtuvo valores mayores para hombres, tal diferencia se basa en que los hombres presentan mayor tamaño corporal que las mujeres.

Sin embargo, una de las limitaciones que presenta el método es que para poder aplicarse la fosa glenoidea debe estar en buen estado, y que la formula solo aplica para la población de Medellín o que cumpla las mismas características de la muestra de estudio en la región antioqueña.

9. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Casallas Diego A.; Padilla P. Juliana. (2004). Antropología forense en el conflicto armado en el contexto latinoamericano. Estudio comparativo Argentina, Guatemala, Perú y Colombia. Universidad Nacional de Colombia Disponible en: [Internet] file:///C:/Users/USER/Documents/Dise%C3%B1o/articulos/Dialnet-AntropologiaForenseEnElConflictoArmadoEnElContexto-4862403.pdf (Consultado el 26 de marzo de 2016)
- (2) Plavcan, J. M. (2001), Sexual dimorphism in primate evolution. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 116: 25–53.
- (3) Pickford M.; Chiarelli. A. B. (1986). Sexual dimorphism in primates: Where are we and where do we go from here?. *Human Evolution. Volume 1, Issue 1*, pp 1–5
- (4) Keen, J. A. (1950), A study of the differences between male and female skulls. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 8: 65–80.
- (5) Rosique, G. J.; Gallego, P. A.; Ospina, C. I. (2004). Determinación del sexo en cráneo y mandíbula en una muestra contemporánea de Medellín. Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Maguaré número 19-2005, págs. 213-232
- (6) Thompson T, Black S. *Forensic human identification: an introduction*. Taylor & Francis; 2006.

- (7) Alemán Aguilera, Inmaculada, Botella López, Miguel y Philippe du Souich Henrici. (1999). Aplicación de las funciones discriminantes en la determinación del sexo. *Estudios de Antropología Biológica*, Vol. IX: 221-230.
- (8) Frayer D, Wolpoff M. (1985). Sexual dimorphism. *Annu Rev Anthropol* 14:429-473.
- (9) Mazza, B. (2013). Determinación sexual en cráneos de sitios arqueológicos del humedal del paraná inferior. Una aproximación desde análisis cualitativos y cuantitativos. *Revista Argentina de Antropología Biológica*. vol.15 no.1 La Plata dic.
- (10) Papaioannou V, Kranioti E, Joveneaux P, Nathena D, Michalodimitrakis M. (2012). Sexual dimorphism of the scapula and the clavicle in a contemporary Greek population: applications in forensic identification. *Forensic Sci Int* 217:231e1- 231e7.
- (11) Franklin, D. Cardini, A. Flavel, A. Kuliukas, A. (2012) Linear measurements and geometric morphometric data for quantifying cranial sexual dimorphism: preliminary investigations in a Western Australian population, *Int. J. Leg. Med.* 126 549–558.
- (12) Torimitsu, S. Makino, Y. Saitoh, H. Sakuma, A. Ishii, N. Inokuchi, G. Motomura, A. Chiba, F. Hoshioka, Y. Iwase, H. (2015) Estimation of sex in Japanese cadavers based on sternal measurements using multidetector computed tomography, *Leg. Med.* 17 226–231 (Tokyo).

- (13) Béguelin, M.; Gonzalez P. N. (2008) Estimación del sexo en poblaciones sudamericanas mediante funciones discriminantes para el fémur. *Revista Argentina Antropología Biológica* 10 (2): 55-70.
- (14) Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D, The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 2009 6 (7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097.
- (15) Allison Hudson, Tanya R. Peckmann, Ciara J. Logar, Susan Meek. (2016). Sex determination in a contemporary Mexican population using the scapula. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 37 P.91 -96.
- (16) Dabbs, G.R.; Moore-Jansen, P.H. (2010). A method for estimating sex using metric analysis of the scapula, *J. Forensic Sci.* 55 149–152.
- (17) Ismail Özer, Kazumichi Katayama, Mehmet Sahgir and Erksin Güleç (2006). Sex determination using the scapula in medieval skeletons from East Anatolia. *Coll. Antropol.* 30 (2006) 2: 415–419
- (18) G. Dabbs. (2010). Sex determination using the scapula in New Kingdom skeletons from Tell El-Amarna. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology* 61 (2010) 413–420
- (19) Tanya R. Peckmann, Ciara Logar, Susan Meek. (2016). Sex estimation from the scapula in a contemporary Chilean population. *Sci. Justice* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2016.05.003>
- (20) Tanya R. Peckmann, Shelby Scott, Susan Meek, Pasuk Mahakkanukrauh. (2017). Sex estimation from the scapula in a contemporary Thai population:

Applications for forensic anthropology. *Sci. Justice* (2017),
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2017.02.005>

- (21) Brenda J. Baker, Tosha L. Dupras, and Matthew W. Tocheri. T. (2005) *he osteology of infants and children*. Copyright First edition. P. 99-102.
- (22) Scheuer Louise; Black Sue. (2004). *The Juvenile Skeleton*. Elsevier Ltd. Pág. 252-262
- (23) Stinson, S., Bogin, B., Huss-Ashmore, R., OORourke, D., (2012). *Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective*. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ
- (24) Bogin, B., (1999). *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, Cambridge.
- (25) Digangi, E. A. & Moore M. K. (2013). *Research Methods in human Skeletal Biology*. Academic Press.
- (26) Udo Krenzer. (2006). *Compendio de métodos antropológico forenses. Serie de Antropología Forense para la reconstrucción del perfil osteo-biológico. Tomo 2.*
- (27) Krogman WM & MY Iscan (1986) *The human skeleton in forensic medicine*. Springfield, Illinois. CC. Thomas Pub
- (28) Iscan, M & Steyn, M., (Third Edition) (2013). *The human skeleton in forensic medicine*. Charles C Thomas • Publisher, Ltd.
- (29) Genovés, S. (1959). *Diferencias sexuales en el hueso coxal*. México: Universidad Nacional Autónoma de México publicaciones del instituto de historia.

- (30) Vacca, E., & Di Vella, G. (2012). Metric characterization of the human coxal bone on a recent Italian sample and multivariate discriminant analysis to determine sex. *Forensic science international*, 222, 401.e1-401.e9.
- (31) Steyn, M., & Iscan, M. (2008). Metric sex determination from the pelvis in modern Greeks. *Forensic science international*, 179, 86.e1-86.e6.
- (32) Steyn, M., Pretorius, E., & Hutten, I. (2004). Geometric morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans. *HOMO journal of comparative human biology*, 54(3), 197-206
- (33) Bulygina, Ekaterina et al. (2006). Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population. *American Journal of Physical Anthropology* 131: 432 – 443.
- (34) Alarcón, José; Bastir M, Rosas A. (2016). Variation of mandibular sexual dimorphism across human facial patterns. *HOMO – Journal of Comparative Human Biology* Volume 67 Jun., Issue 3, pp. 188 – 202.
- (35) Dorado, F.; Sáez, A.; De Miguel, J.I. (2007). Determinación antropológica del sexo a través del esternón. *Revista de la escuela de medicina legal. Madrid*, Sep. P. 27-42
- (36) Curate, Francisco; Coelho, Joao; Goncalves, David; Coelho, Catarina; Ferreira, Maria; Navega, David; Cunha, Eugénia. (2016). A method for sex estimation using the proximal femur. *Forensic Science International* 266. 579.e1–579.e7

- (37) Saldías, Eduardo; Malgosa, Assumpció; Jordana, Xavier; Isidro, Albert. (2016). Sex estimation from the navicular bone in Spanish contemporary skeletal collections. *Forensic Science International* 267. 229.e1–229.e6
- (38) Sanaa M. Alya; Biswas Shresthab; Duan Jun Hongb; Ahmed Omranc; Wei Wangb. (2016). Identification of age and sex based on knee radiography. *Forensic Science International* 267. 231.e1–231.e7
- (39) Fatma M.M. Badr El Dine, Hebatallah H.M. Hassan. (2015). Ontogenetic study of the scapula among some Egyptians: Forensic implications in age and sex estimation using Multidetector Computed Tomography. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*.
- (40) Melad G.Paulis, ManalF.AbuSamra. (2015) Estimation of sex from scapular measurements using chest CT in Egyptian population sample. *Journal of Forensic Radiology and Imaging* 3 P. 153–157.
- (41) De la Fuente F. Santiago. Regresión logística. [Internet] [Consultado el 29 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/CUALITATIVAS/LOGISTICA/regresion-logistica.pdf>
- (42) Torrado-Fonseca, M. y Berlanga-Silvente, V. (2013). Analisis discriminante mediante SPSS. [Internet] [Consultado el 01 de junio de 2017]. REIRE, Revista d’Innovació i Recerca en Educació, 6 (2), 150-166. Disponible en: <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>
- (43) Bainbridge D, Genoves S. (1956). A study of the sex differences in the scapula. *J Royal Anthropol Institute* 86:109–134.

- (44) Hanihara K. (1959). Sex diagnosis of Japanese skulls and scapulae by means of discriminant functions. *J Anthropol Soc Nippon* 67:21–27.
- (45) Iordanidis P. (1961). Determination du sexe par les os du squelette (atlas, axis, clavicule, omoplate, sternum). *Annales de Mdecine Legale* 41:280–291.
- (46) Di Vella G, Campobasso CP, Dragone M, Introna F Jr. (1994). Skeletal sex determination by scapular measurements. *Boll Soc Ital Sper* 70(12):299–305.
- (47) Prescher A, Klumpen T. (1995). Does the area of the glenoid cavity of the scapula show sexual dimorphism? *J Anat* 186:223–226.

10. ANEXOS

Tabla. Ficha toma de datos

Fecha	Código del individuo	Sexo	Edad	ALFG	AMFG	Observaciones

Fuente: Elaboración propia.