

**DIMORFISMO SEXUAL EN METACARPIANOS EN UNA POBLACIÓN
COLOMBIANA CONTEMPORÁNEA**

ANDREA JIMÉNEZ MARÍN

**Trabajo de grado presentado para optar el título de
MAGISTER EN CIENCIAS FORENSES**

TUTOR

JUAN MANUEL PÉREZ AGUDELO

MÉDICO, MAGISTER EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

ESPECIALISTA EN EPIDEMIOLOGÍA Y ANÁLISIS DE DATOS

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS

MAESTRIA EN CIENCIAS FORENSES

JUNIO 2021

Dedicada a los familiares de los desaparecidos de Colombia que sin importar el tiempo que pase, aún esperan por su regreso.

**Estudio realizado en el Instituto Nacional de Medicina Legal
y Ciencias Forenses de Bogotá D.C, Colombia**

AGRADECIMIENTOS

Dado que considero la presente investigación como la culminación de mis estudios de postgrado, debo mis más sinceros agradecimientos a todos aquellos maestros que tuvieron que ver en mi formación académica; fui afortunada al poder asistir a sus clases y al haber tenido acceso a la literatura científica forense, la cual ha despertado en mi un gran interés por el área forense. Estos maestros son:

El Dr. Cesar Sanabria Medina, Antropólogo Forense, MSc., PhD. Director de prospección de la Unidad de Búsqueda de Personas Desaparecidas, sin duda fue el quien hizo que la antropología física y forense se volvieran el norte de mi vida científica y académica, fui muy afortunada al haber tenido acceso a su literatura científica y forense, él y sus obras despertaron en mí el interés por el área forense y la sana pretensión de emularlo en su constante tarea de hacerle bien a la humanidad desde la antropología forense.

Al docente Juan Manuel Pérez Agudelo le agradezco inmensamente, quien más que director de esta investigación, cumplió con el rol de maestro con sus oportunas sugerencias en los diferentes procesos que fueron necesarios para el desarrollo de esta investigación. Le agradezco por su ayuda en los análisis estadísticos y el manejo del programa SPSS, sin duda alguna, su ayuda mejoró y permitió el éxito de esta investigación. Le agradezco por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mi compañera Wendy Martínez Ariza antropóloga del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses quien me apoyó con la parte de las mediciones interobservador.

A las directivas del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en Colombia y a los directivos del Grupo Nacional de Investigación Científica del INMLCF, quienes han apoyado de diversas formas la presente investigación y por haber permitido desarrollarla con la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana.

A mi familia; por apoyarme en todo lo que me he propuesto en especial a mis abuelos y mi esposo, por ser el apoyo más grande durante mi vida universitaria, ya que sin ellos no hubiera logrado mis metas y mis sueños. Por ser mí ejemplo a seguir, por enseñarme a seguir aprendiendo todos los días sin importar las circunstancias y el tiempo.

Finalmente, solo me resta agradecer la participación de las anteriores personas y entidades, fue posible adelantar la presente investigación, a todos ellos manifiesto mis más sinceros agradecimientos.

Contenido

1.	RESUMEN EJECUTIVO	6
2.	JUSTIFICACIÓN.....	7
	2.1 JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO SOCIAL.....	7
	2.2 JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO CIENTÍFICO	8
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
4.	MARCO TEÓRICO.....	10
5.	OBJETIVOS	15
	5.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
	5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
6.	HIPÓTESIS.....	16
7.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
8.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
	8.1 Criterios de elegibilidad	17
	8.2 Definición y medición de las variables principales	17
	8.3 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos	18
	8.4 Consideraciones éticas.....	18
	8.5 Nivel de riesgo de la investigación	21
	8.6 Procedimientos estadísticos	22
9.	RESULTADOS.....	22
	9.1 Estadísticos univariados y multivariados.....	22
	9.2 Análisis discriminante	30
10.	DISCUSIÓN.....	32
11.	CONCLUSIONES GENERALES.....	33
	11.1 Contribuciones del trabajo de grado.....	33
	11.2 Impacto esperado e importancia forense del trabajo de grado	34
	11.3 Recomendaciones y trabajos futuros	34
12.	REFERENCIAS	35

1. RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación comenzó con el interés de aportar a la antropología biológica y forense un referente para la estimación del Dimorfismo sexual a partir del análisis métrico de los huesos de la mano, en una muestra de población colombiana contemporánea. Contribuyendo así al proceso de identificación de estos cadáveres, que son recuperados cotidianamente por las autoridades colombianas.

Es así, como mediante una revisión de la literatura sobre dimorfismo sexual con los huesos de la mano, más específicamente con los metacarpianos, a nivel nacional e internacional, se inicia esta investigación en la cual se contemplaron aspectos teóricos y metodológicos de algunas propuestas desarrolladas en el pasado, con el fin de contrastar sus resultados con los obtenidos en esta investigación y conocer las diferencias que existen a nivel poblacional sobre dimorfismo sexual.

Para la determinación de sexo en seres humanos a partir de sus estructuras óseas, se han testado cuantitativamente diversas variables; los métodos comúnmente más utilizados son aplicados a cráneo y huesos de la cintura pélvica, pero en el caso de que estas áreas no estén disponibles o bien conservadas, es necesario adelantar la evaluación de otras estructuras óseas que permitan la estimación del sexo. Los huesos de la mano son frecuentemente seleccionados para este tipo de estudios, ya que los huesos metacarpianos son algunos de los que mejor se preservan; son considerados resistentes a los cambios producidos post-mortem, esto es debido a que son huesos formados en su mayoría por tejido esponjoso.

En los últimos años se han efectuado trabajos que abordan el tema de las diferencias sexuales en metacarpos y en los cuales se han logrado obtener funciones discriminantes, considerando una amplia gama de mediciones que van desde longitudes, diámetros y espesores.

Por lo tanto, la presente investigación plantea una metodología para determinar el sexo en cadáveres en condición de no identificados a partir de la evaluación métrica de los huesos metacarpiano en una muestra de población colombiana contemporánea que se

encuentra en la Colección Ósea Humana de Referencia del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (en adelante INMLCF) en la ciudad de Bogotá D.C. Allí se midieron una serie de variables métricas en los citados huesos y posteriormente fueron sometidas a análisis estadístico que permitió obtener funciones discriminantes aplicables a nuestra población.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO SOCIAL

Colombia como muchos otros países del mundo, ha tenido diferentes ciclos de violencia originados por la corrupción, los cuales han propiciado la existencia de crímenes como masacres, secuestros, falsos positivos y desaparición forzada por parte de grupos al margen de la ley, como de fuerzas armadas estatales. Situaciones que intensifican los conflictos sociales, haciendo cada vez más vulnerables los derechos humanos en nuestra nación (Naranjo, 2012).

La desaparición forzada en Colombia dejó de ser un problema de índole personal o familiar para convertirse en un fenómeno que trascendió las fronteras del Estado. En este sentido los profesionales y técnicos forenses del Instituto Nacional de Medicina Legal de Colombia cumplen con una misión social muy importante respecto al estudio de cadáveres, la cual consiste en tratar de establecer la identidad de estos y establecer de manera técnico científica la causa y manera de muerte; cumplidos estos objetivos se hace posible que las autoridades devuelvan dichos cuerpos a sus familiares con el fin de que ellos puedan adelantar ese proceso universal de los seres humanos de cumplir con el proceso de duelo ante la muerte de un allegado - llorar, enterrar y recordar a sus muertos - y no de manera contraria, quedar con un problema psicosocial que desencadena el tener a un familiar desaparecido especialmente en un país como Colombia.

Así las cosas, el aporte que generaran los resultados de la presente investigación, contribuyen al proceso de identificación forense de cadáveres en diferentes estados de descomposición que proceden de fosas clandestinas y otros contextos criminales, agilizando de esta forma su entrega a familiares.

2.2 JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO CIENTÍFICO

Establecer el sexo de un cadáver esqueletizado en avanzada descomposición, momificación o desmembración, resulta de vital importancia en contextos forenses, en la medida que constituye la primera variable del perfil biológico, el cual permite adelantar el proceso de identificación del cuerpo (Hadaluz & Sanabria, 2016).

El presente estudio encuentra su justificación en la medida que genera estándares osteométricos con huesos de la mano, aplicables para la estimación del sexo en cadáveres en condición de no identificados de población colombiana contemporánea.

El desarrollo de trabajos relacionados con osteología y antropología física se hacen cada vez más necesarios para contribuir al proceso de identificación humana que adelantan cotidianamente diferentes entidades, más aún en nuestro país en donde la violencia, el conflicto armado, los desastres naturales y los eventos catastróficos dejan tras de sí víctimas, que están a la espera de ser identificadas.

Hasta el momento en Colombia, los estándares morfométricos aplicados para el proceso de identificación forense son en su mayoría procedentes de estudios en poblaciones extranjeras, principalmente europeos y norteamericanos. Por lo tanto, estudiosos del tema como Buikstra y Ubelaker (1994) y Rodríguez (1994), sugieren que la aplicación de medidas y fórmulas discriminantes deben provenir preferiblemente de la misma población a la que pertenecen los restos óseos que se vayan a identificar (Krenzer, 2006).

La necesidad de estudios osteomorfométricos en nuestro país se fundamenta en que la mayoría de nuestra población es mestiza y estamos sujetos a una serie de factores genéticos, culturales y ambientales, que demandan la caracterización de nuestra población y por tanto es pertinente y necesario desarrollar estudios que permitan establecer referentes o estándares propios (Naranjo, 2012).

De otra parte el bajo número de investigaciones que abordan la problemática de los estándares osteomorfométricos para la población Colombiana y las crecientes necesidades que surgen por las importantes cifras de cadáveres complejos que ingresan a las instituciones forenses del país constituyen los principales motivos para la

realización de este estudio, por lo cual se espera que los resultados de esta investigación puedan ser empleados por los distintos peritos forenses del país para apoyar el proceso de identificación de dichos cuerpos (Sanabria, 2013).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente las entidades colombianas que adelantan necropsias médico legales, Cuerpo Técnico de Investigaciones de la Fiscalía y la Policía Nacional disponen de pocos estándares óseos endógenos para documentar el perfil biológico de un cadáver en condición de no identificado de población colombiana, esto se debe a la ambigüedad morfológica que suelen presentar algunos restos óseos y a que en pocas ocasiones son recuperados en perfecto estado de conservación, lo cual ha conllevado a que la mayoría de los parámetros utilizados sean de origen extranjero, principalmente surgidos de estudios en poblaciones europeas y norteamericanas, lo cual ha implicado sesgos que aún no han sido evaluados. Por lo anterior, para establecer el sexo de aquellos individuos de los que sólo se conservan restos aislados o fragmentados, es necesario utilizar técnicas que ofrezcan óptimos valores de confianza estadística y no menos importante, mayor afinidad con la población a la que pertenece el individuo examinado. El presente estudio seleccionó los huesos metacarpianos por varias razones que complementan lo mencionado anteriormente: (1) son huesos con alto nivel de preservación; los metacarpianos suelen mostrar un alto grado de conservación en los distintos tipos de enterramientos, además presentan un alto potencial para la determinación sexual, (2) Han sido estudiados en diferentes poblaciones, lo cual permitirá entre otras, adelantar comparaciones para establecer diferencias y semejanzas en los resultados y (3) hasta el momento no se han realizado investigaciones similares con estos huesos en Colombia.

De otra parte, en Colombia, las cifras promedio de cadáveres en condición de no identificados que son sometidos a necropsia médico legal anualmente son elevadas, un ejemplo de ello son los cuerpos que han sido recuperados en el marco de la Ley de Justicia y Paz que son alrededor de 9000 al año 2018 (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018). Dichas cifras continúan incrementándose debido a que la totalidad de cuerpos no han sido recuperados.

Por lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta las estadísticas sobre cuerpos, incompletos y mezclados que actualmente son recuperados por la autoridades en Colombia, cuyas cifras muestran que en diversas oportunidades solo se recuperan partes de los miembros superiores e inferiores, se hace necesario desarrollar más estudios osteométricos poblacionales que describan las características de la población local con respecto a dichas estructuras, ya que estas no se encuentran bien representadas en los estándares propuestos de los manuales de antropología forense a nivel nacional e internacional, pues los estudios que se han tenido en cuenta para este fin, son en su mayoría cualitativos o morfológicos y no tienen representatividad estadística. Al ser Colombia un país mestizo que posee genética y fenotípicamente una herencia ancestral de origen múltiple, con diversos factores ambientales y culturales, se considera que su población requiere un referente propio (Naranjo, 2012).

En este sentido la necesidad de encontrar a personas que han sido víctimas del conflicto armado, como de catástrofes y desastres masivos naturales, constituye no solo un problema de orden legal, sino también moral y psicológico, porque las víctimas también hicieron parte de una familia, tuvieron una historia y ocuparon un lugar en la sociedad y una de las principales funciones de la antropología forense es lograr dar identidad a un desaparecido y en esa vía recuperar la dignidad humana (Rodríguez, 2004).

4. MARCO TEÓRICO

La antropología física y forense, tiene como objetivo establecer la identidad de individuos ya sean vivos o cadáveres, con la finalidad de individualizar e identificar a una persona, mediante las características propias de cada sujeto (Naranjo, 2012).

La antropología física al ser utilizada como ciencia aplicada al proceso de la identificación humana, en los últimos años ha logrado ampliar su campo de aplicación en el área jurídica y forense, desarrollando la posibilidad de incrementar diversas tareas e investigaciones, las cuales se han ido forjando a partir de las necesidades que se han presentado.

No obstante, la antropología es considerada como el estudio de los orígenes y evolución de la diversidad humana, es una disciplina amplia que puede abordar esta problemática

desde una perspectiva holística e integral, considerando al ser social, cultural y biológico en el tiempo y el espacio desde sus tres divisiones menores: antropología sociocultural, arqueología y antropología biológica. Por esta razón, la antropología forense tiende a aplicar a la solución de problemas judiciales, sus distintas teorías, métodos y técnicas que constituyen el que hacer antropológico de una institución académica (Rodríguez, 1994).

En la última década del siglo XX, una nueva especialidad de la Antropología biológica, la Antropología forense, ha recibido una creciente atención en los organismos estatales que apoyan la búsqueda, exhumación e identificación de cuerpos que han sido inhumados en fosas clandestinas por sus victimarios, con el fin de dificultar su posterior hallazgo e identificación (Rodríguez, 1994). La convulsionada situación social vivida en Colombia ha generado una oleada de violencia que ha producido cerca de 80.330 casos reportados de personas desaparecidas. Algunas de cuyas víctimas han sido inhumadas en fosas comunes, otras víctimas han sido inhumadas en tumbas individuales sin nombre (CNI). Surgiendo así la antropología forense, como disciplina encargada de la exhumación e identificación de restos óseos de cadáveres, a través de su enfoque multidisciplinario, con el fin de unir esfuerzos en la identificación de los CNI (Rodríguez, 1994).

En este contexto la antropología forense, es la disciplina encargada de la exhumación e identificación de restos óseos de desaparecidos. A pesar de su reciente surgimiento, las asesorías brindadas por los antropólogos físicos a distintas entidades legales (IMLCF, CTI, DIJIN), en forma directa mediante el análisis de algunos casos forenses y a través de seminarios-talleres de Antropología Forense; ha generado un gran interés en médicos, odontólogos, antropólogos, juristas y estudiantes hacia los métodos de esta disciplina (Rodríguez, 1994).

En esta disciplina inicialmente se identifica la biología general del individuo que lo vincula en calidad de miembro de una población, con un sexo específico, una edad determinada, un patrón racial y características físicas detalladas (estatura, proporciones corporales), lo que se denomina perfil biológico de identificación (Rodríguez, 1994).

Para la antropología forense la determinación del sexo constituye uno de los pilares básicos del análisis del perfil biológico del individuo, pues a partir de la determinación de esta variable se establecerá la determinación de las demás variables del perfil biológico. El término “dimorfismo sexual” hace referencia a la diferencia de forma y tamaño presente en individuos masculinos y femeninos, y se expresa en su mayor tamaño corporal en los especímenes machos de la mayoría de las especies un ejemplo de ello sería entre un Gibón macho y uno hembra ya que no existe diferencia a nivel dimórfico, es decir, ambos son relativamente de igual tamaño; en el chimpancé esta diferencia es del 11%, en el gorila del 50% y en la especie humana 5.7% promedio (Sanabria, 2011).

Expuesto lo anterior se puede inferir que las características morfológicas del hombre actual, son la manifestación del proceso del desarrollo evolutivo desde sus antepasados, en los humanos el dimorfismo sexual está representado por rasgos físicos diferenciales, como los testículos, los ovarios y hormonas gonadales (es importante tener en cuenta que las hormonas poseen una estrecha relación con el sistema óseo, pues el crecimiento, la densidad y la integridad de los huesos dependen del adecuado funcionamiento de estas).

El dimorfismo sexual comienza su expresión al inicio de la vida por medio del genotipo, el cual es determinado por la presencia de la combinación de cromosomas sexuales XX para los individuos femeninos y XY para los individuos masculinos (Tanner, 1978) Igualmente se debe tener en cuenta que además de las leyes de la genética, la selección natural ha sido un factor influyente para la existencia del dimorfismo, debido precisamente a las actividades físicas cotidianas que el hombre ha debido realizar en su historia evolutiva, un ejemplo de ello son: Los machos de la especie humana que se dedicaron durante varios millones de años a la cacería para obtener alimento para sus hembras y sus crías, así mismo, elaboraron diversas estrategias, entre ellas, el uso de la fuerza para pelear con otros machos y poder acceder a las hembras (copula y reproducción) (Sanabria, 2004). Estos rasgos morfológicos anudados al comportamiento de los individuos de una especie son características muy importantes dentro de lo que Darwin llamo selección sexual, pues el considero que ambos factores son responsables de la supervivencia de una especie, de las ventajas del individuo a la hora de conseguir

pareja y aparearse, y de la capacidad que tenga de transmitir sus genes a la siguiente generación (Cordero & Santolamazza, 2009).

El dimorfismo sexual, se debe determinar acudiendo a todos los marcadores sexuales disponibles del esqueleto, pues de no ser así, se corre el riesgo de llevar a cabo una interpretación errónea del mismo, lo cual va en detrimento de la investigación de las muertes. Como señala el Dr. Reverté Coma “nunca se insistirá lo suficiente en el hecho de que todas las características y rasgos que señalamos en cada hueso y que son determinantes, son nada más relativos y no absolutos” (Reverté, 2001), en la medida en que el cadáver examinado este completo, el diagnóstico del sexo será más preciso y podrá oscilar entre 80% y 97% de precisión, dependiendo del porcentaje de entereza del esqueleto; ya que el procedimiento más adecuado para dicha evaluación consiste en analizar todas y cada una de las piezas que lo conforman; pues es posible que un mismo individuo presente estructuras óseas en apariencia masculina y femenina a la vez, lo que conlleva a que si analizamos tan solo una pieza ósea podemos caer en errores. No obstante lo anterior, es usual que en la antropología forense se encuentren cadáveres con solo una estructura ósea y ante dicha situación se ve la necesidad de establecer el sexo y los demás interrogantes biológicos del individuo con esa sola estructura, para evitar sesgos en tal situación, se deben examinar la totalidad de marcadores que presente dicha pieza osteológica, es decir, se deben analizar las mediciones necesarias para poder aplicar las fórmulas discriminantes, evaluar su morfología y acudir al estudio tanto métrico como morfológico (Sanabria, 2004).

Aunque la mayoría de los antropólogos físicos utilizan principalmente características morfológicas del cráneo Buikstra & Ubelaker (1994) y la pelvis Genovés (1964); como indicadores del sexo; las medidas de varios huesos pueden ayudar a determinar con exactitud el sexo del individuo en caso de que no se encuentre el cráneo o la pelvis (Krenzer, 2006). Es por ello que en los últimos años se han realizado investigaciones para la estimación del sexo en casi la totalidad de las estructuras óseas, enfocándose principalmente en características morfológicas del cráneo y la cintura pélvica dado que permiten tener niveles de precisión del 90 al 95% (Hernández et al., 2010).

Sin embargo, en la última década, los huesos largos (López et al., 2012) que ostentaban menos del 80% de acierto, la clavícula (Alcina et al., 2012; Sanabria, 2013), las vértebras

(Sanabria et al., 2011; Zheng et al., 2012; Ostrofsky et al., 2015) y algunos huesos de pie (Jiménez & Sanabria, 2015) han cobrado importancia para la identificación humana, especialmente para establecer el dimorfismo sexual, logrando obtener, en algunas ocasiones, niveles de acierto similares a los del cráneo y la cintura pélvica.

Bajo esta lógica, el diagnóstico del sexo de un cadáver esqueletizado puede realizarse a partir de dos métodos: los métricos o cuantitativos, que a partir de diferencias que se expresan matemáticamente, permiten detectar, según el tamaño o la longitud, el sexo de la estructura evaluada; y los no-métricos o cualitativos, que evalúan los rasgos morfológicos que pueden describirse o diferenciarse visualmente (Garvin, 2012), sin acudir al uso de instrumental métrico, enfrentándonos al problema de la subjetividad frente a la objetividad. No obstante, ambos aumentan la probabilidad a posteriori de la estimación del sexo (Krenzer, 2006) según el caso.

Ejemplos de la determinación del sexo utilizando métodos cualitativos y cuantitativos son diversos y frecuentes en la literatura antropológica-forense, sin embargo, en este estudio nos centramos en los estudios cuantitativos con los metacarpianos ya que ofrecen diferentes criterios de confiabilidad. Scheuer y Elkington fueron los primeros en explorar el potencial de los metacarpianos como indicadores sexuales, posteriormente su trabajo ha sido replicado en distintas poblaciones del mundo.

Scheuer y Elkington (1993) utilizaron una muestra de 60 individuos de ancestros británicos y generaron ecuaciones de regresión basadas en seis mediciones métricas para los metacarpianos. La precisión del sexo varió del 78% al 94%. De las medidas obtenidas fueron mayores en hombres que en mujeres, lo que sugiere que si existe dimorfismo sexual en los huesos metacarpianos especialmente en el segundo y primero (Scheuer y Elkington, 1993, pág. 774).

Después de esto Falsetti (1995), utilizó una muestra de 202 individuos de la colección Terry, analizó cinco dimensiones de los metacarpos I al V, para determinar el sexo utilizando análisis de función discriminante. Las fórmulas generadas para los dígitos II, IV y V mostraron un porcentaje de clasificaciones correctas que van de 84,3% a 92,0 % (Sanabria, 2011, pág. 69).

Stojanowski (1999) utilizó la colección documentada UNM (Universidad Autónoma de México) como muestra de control, esta muestra contiene los restos de aproximadamente 200 individuos, de edad, sexo y afinidad de población conocidos, se registró seis mediciones para cada metacarpiano según lo definido por Scheuer y Elkington (1993) y se generó siete funciones discriminantes para cada metacarpiano. Todas las funciones se han establecido en cero para que una puntuación por encima de cero se clasifique como hombre y una puntuación por debajo de cero se clasifique como mujer, mostrando resultados que varían entre el 75 y el 90 % (Stojanowski, 1999, pág. 246).

Lanzeby (2002) estudia la variación del grosor cortical del segundo metacarpiano en una muestra de 100 hombres y 72 mujeres de 20 a 50 años, cuyos resultados muestran que las mujeres tienen los segundos metacarpos más robustos (Lanzeby, 2002, pág.155).

Soto et al. (2013) utilizó radiografías de la mano de individuos chilenos, 27 de sexo masculino y 25 de sexo femenino, provenientes de la Región del Maule. Donde se registraron varias medidas entre ellas el ancho y la longitud de los metacarpianos, cuyos resultados demostraron que el segundo metacarpiano siempre tuvo una longitud mayor que los otros metacarpianos (Soto et al., 2013, pág. 810).

Torres et al. (2020) realizó un análisis en huesos metacarpianos de 112 esqueletos adultos contemporáneos (49 hembras y 63 machos), se tomaron cinco medidas (largo máximo y cuatro anchos) de cada hueso metacarpiano, se generaron catorce 14 formulas discriminantes con porcentajes del 79,5 % al 85,3%, cuyos resultados indican que el segundo metacarpiano fue el más dimórfico de la muestra (Torres et al., 2020, pág.13).

Estos estudios indicaron que la evaluación del sexo con mediciones de los metacarpianos fue altamente efectiva entre las poblaciones; lo que significa que su análisis podría aumentar la oportunidad de evaluar el sexo de la mayoría de las poblaciones.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar cuantitativamente una muestra de metacarpianos de cadáveres colombianos adultos plenamente identificados y su impacto en la determinación del dimorfismo sexual.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar dimensiones de interés para metacarpianos de hombres y mujeres.
2. Establecer el nivel de asociación entre métrica metacarpiana y la función discriminante para el establecimiento del dimorfismo sexual.

6. HIPÓTESIS

La presente investigación parte de la hipótesis:

Las medidas de los huesos metacarpianos en restos óseos permiten establecer el dimorfismo sexual en cadáveres CNI de origen colombiano.

7. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los huesos metacarpianos permiten establecer el sexo de un cadáver de origen colombiano en condición de no identificado a partir de su evaluación métrica-cuantitativa?

8. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación del sexo en restos óseos, se realiza dos tipos de observaciones las métricas -cuantitativas- y las morfológicas -cualitativas-. La presente investigación realizó estudios métricos cuantitativos utilizando diversas técnicas, que van desde medidas puntuales, hasta el análisis discriminante. En este estudio se utilizaron los huesos metacarpianos, ya que presentan unos valores que discriminan o establecen diferencias de carácter cuantitativo entre un individuo masculino y uno femenino.

La muestra estuvo conformada por 145 cadáveres esqueletizados e identificados pertenecientes a la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana del INMLCF, esta posee una base de datos que contiene información biodemográfica (sexo, edad biológica y talla) *antemortem* de cada individuo que la compone (fotografías

del rostro de cada espécimen, documento oficial de identidad con datos biográficos, historia clínica en algunos de los casos de las personas que fallecieron en hospitales, protocolo de necropsia en los casos de muertes violentas, entre otros). Por lo tanto y con las características de la muestra, se tomaron las variables en los 145 individuos donde se midieron los huesos metacarpianos de lado izquierdo, contando con algunos criterios de inclusión y exclusión.

8.1 Criterios de elegibilidad

- Individuos de sexo masculino y femenino de nacionalidad colombiana.
- Individuos con edades entre 20 a 60 años.
- Metacarpianos sin presencia de alteraciones volumétricas por patologías o traumas.

8.2 Definición y medición de las variables principales

Para la obtención de medidas se siguió la metodología de Scheuer y Elkington (1993) y Torres, et.al. (2020). Con un calibrador digital pie de rey de precisión 0,01, se midieron los cinco huesos metacarpianos del lado izquierdo. Las variables utilizadas se definen como sigue:

Diámetro de la base anteroposterior (APBD): distancia desde el borde lateral inferior de la estructura hasta donde culmina la apófisis estiloides.

Diámetro de la cabeza anteroposterior (APHD): distancia desde la cresta lateral de la cabeza hasta el punto medio de la cabeza

Diámetro base transversal (TBD): distancia entre el borde inferior más lateral de la estructura hasta el borde inferior más medial de la estructura incluyendo la apófisis estiloides.

Diámetro de la cabeza transversal (THD): distancia entre la cresta lateral y la cresta medial de la cabeza.

Longitud máxima (XL): distancia entre el punto más superior de la cabeza del metacarpo y el punto más inferior de la base del metacarpo (figura 1)

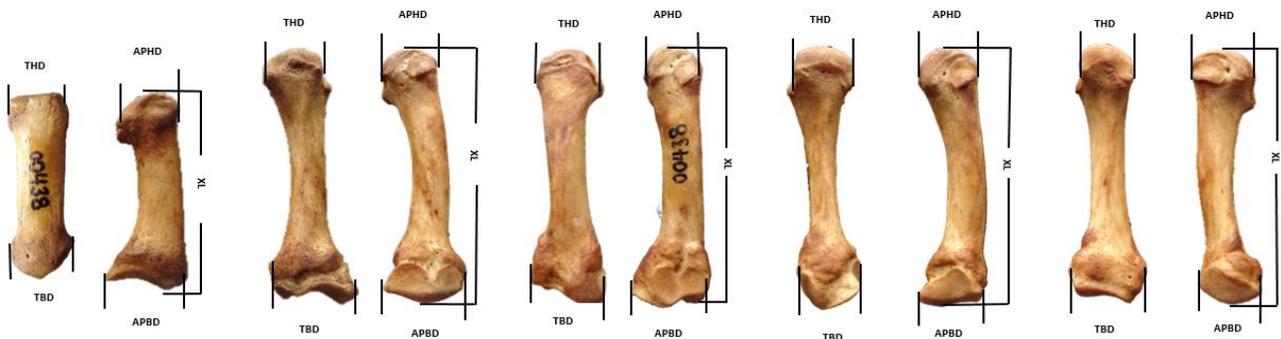


Figura 1: Mediciones de los metacarpianos: APBD: diámetro de la base anteroposterior, APHD: diámetro de la cabeza anteroposterior, TBD: diámetro base transversal; THD: diámetro de la cabeza transversal, XL: longitud máxima. Fuente: elaboración propia.

8.3 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Las mediciones se hicieron por parte del investigador principal, la medición de las diferentes variables métricas se realizó empleando un calibrador digital marca Mitutoyo. Las medidas fueron tomadas en milímetros y fueron radicadas en una hoja de cálculo estándar tipo Excel en donde se registraron los siguientes datos: número asignado del individuo, sexo, edad cronológica, y una columna para cada una de las variables de los huesos metacarpianos. Posteriormente dichas variables fueron analizadas en el software licenciado SPSS 25.0 para Windows.

8.4 Consideraciones éticas

El proyecto se rigió por lo ordenado en la resolución 008430 DE 1993 (4 DE OCTUBRE DE 1993). En la cual “se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”, más específicamente en el *TÍTULO II. Que trata de la investigación científica en seres humanos y de los aspectos éticos para tener en cuenta*, ya que en toda investigación en la que el ser humano sea el sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar. Adicionalmente la investigación como se realizará con seres humanos se desarrolló conforme a algunos de los siguientes criterios: a) Se ajustó a los principios

científicos y éticos que la justifiquen. b) Se realizó con restos óseos de la colección ósea porque el conocimiento que se pretende producir no puede obtenerse por otro medio idóneo. c) fue realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad de los restos óseos a analizar. d) Se llevó a cabo cuando se obtuvo la autorización: del representante legal de la institución investigadora en este caso por el IMLCF; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

Para tales efectos en el año 2009, el comité de ética del INMLCF dio su visto bueno para que se desarrollarán Proyectos de Investigación N° 615 del INMLCF “Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana”, con el cual se desarrollarían investigaciones contundentes a establecer los estándares óseos y dentales de población colombiana. Cabe resaltar que hasta la fecha se han desarrollado aproximadamente 18 investigaciones con esta colección, entre las cuales se incluyen monografías de pregrado en antropología, 3 tesis para maestría en antropología física y una tesis doctoral. Actualmente también se adelanta una investigación con la facultad de odontología de la universidad Antonio Nariño y se inscribió durante el año 2014 ante el GNICF (grupo nacional de investigación científica forense) del INMLCF, un proyecto de tesis doctoral de una estudiante de doctorado de la universidad de Barcelona.

Asimismo, se tuvo en cuenta otras leyes y normas nacionales relacionadas con la donación de cadáveres y componentes anatómicos, las cuales son:

1. La Resolución 000382 de 15 de mayo de 2015, "Por la cual se reglamenta la inscripción de entidades para la obtención de cadáveres, componentes anatómicos y tejidos con fines de trasplante, docencia e investigación y se dictan otras disposiciones", emitida por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
2. La Resolución No. 01145 del 09 de noviembre de 2016, por la cual se establece la política de derecho de autor en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

3. La Ley N° 1805 del 04 de agosto de 2016, "por medio de la cual se modifican la ley 73 de 1988 y la ley 919 de 2004 en materia de donación de componentes anatómicos y se dictan otras disposiciones.
4. El Decreto 2493 de agosto 4 de 2004, por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 9ª de 1979 y 73 de 1988, en relación con los componentes anatómicos.

Finalmente, y de acuerdo con lo anterior el proyectó estuvo manejado *bajo los principios éticos de Beneficencia, No Maleficencia, Justicia y Respeto.*

No Maleficencia: Es de considerar, que, como ya se mencionó arriba, la muestra analizada corresponde a cuerpos en estado de esqueletización, mismos que fueron tratados con el respeto y bajo los parámetros de dignidad propios del manejo de cadáveres, lo cual implica la no alteración de los cadáveres, cuidando su estado de conservación.

Beneficencia: En este sentido se toma este principio ético, no por el lado de no hacer daño a los participantes de la investigación, si no de acrecentar al máximo los beneficios que pueda resultar del desarrollo de esta, como lo sería:

1. Poder establecer el sexo de cadáveres en condición de no identificados con los huesos metacarpianos, aplicables a una población específica colombiana.
2. Se espera que los resultados de esta investigación puedan ser empleados por los distintos peritos forenses del país para apoyar el proceso de identificación de dichos cuerpos.
3. Los resultados de la presente investigación pretenden ser publicados en una revista indexada, para que puedan ser consultados a nivel nacional e internacional.
4. Se espera que los resultados de la presente investigación puedan contribuir al proceso de identificación forense de cadáveres en diferentes estados de descomposición que proceden de fosas clandestinas y otros contextos criminales agilizando de esta forma su entrega a familiares, contribuyendo así a los procesos de reparación propios en los contextos de retribución a las víctimas del conflicto armado.

Justicia: Es de considerar que el conflicto armado en Colombia, durante más de medio siglo ha generado millones de víctimas en el país, lo cual ha generado una responsabilidad por parte del Estado y de organizaciones no gubernamentales, misma consistentemente en la necesidad de generar medios de reparación a tales víctimas. Dicha reparación sostenida en los pilares de verdad, justicia y no repetición. Con la presente investigación se busca generar una herramienta efectiva que ayuden a la identificación de los desaparecidos, y de esta manera contribuir al esclarecimiento de la verdad, que finalmente es lo que buscan las familiares de los desaparecidos, esa verdad la cual conlleva implícito un sentido de justicia.

Respeto: Tal y como se manifestó en el acápite de no maleficencia, considerando que la muestra se realizó sobre cadáveres en estado de esqueletización, los mismos fueron tratados con el respeto que merecen considerando que sus restos pertenecen a personas que habitaron este planeta y que por ende, aun después de muertos, les asiste aun la garantía de dignidad, misma que se materializará, con los cuidados que se aplicaron en el procedimiento de toma de medidas a los huesos metacarpianos, medidas puntuales que permiten garantizar la conservación del cadáver.

8.5 Nivel de riesgo de la investigación

La presente investigación Según el artículo 11 en su literal A, se clasifica como una Investigación sin riesgo: Se considera un estudio que emplea técnicas y métodos de investigación documental y técnicas de medición a los huesos de la mano, mediciones en las que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada a los cadáveres en estado de esqueletización estudiados. Adicional a ello la presente investigación no genera ningún riesgo de tipo ambiental o ético, sería una investigación sin riesgo para los investigadores y el equipo de investigación que estuvo a cargo. Ya que la muestra a evaluar cómo se mencionó anteriormente fue extraída de cuerpos que fueron sometidos a proceso de esqueletización en 2009 y adicionalmente se atendieron las normas, resoluciones, y protocolos para el abordaje de cadáveres, vigentes en el INMLCF, lo que permite controlar permanentemente todos los aspectos relacionados con la bioseguridad de las personas que intervienen en el abordaje forense de los cuerpos y con el instrumental que allí se maneja.

8.6 Procedimientos estadísticos

Las pruebas estadísticas se calcularon utilizando el software SPSS licenciado, versión 25 (IBM Corp. 2015). Se realizó análisis descriptivo para determinar las medidas de tendencia central, las desviaciones estándar (SD o DE) y el intervalo de confianza (IC) al 95% para todas las variables.

Se inició el análisis eliminando las fuentes de error, las mediciones fueron realizadas por un solo observador. El error técnico de medición se calculó en una submuestra de 20 individuos para realizar el análisis interobservador y analizar la replicabilidad de las mediciones. Una vez realizadas las mediciones de error interobservador y verificar que no existía diferencias significativas. Se utilizó parámetros descriptivos (mínimo, máximo, media y SD). El contraste de la distribución normal se realizó mediante la prueba Shapiro-Wilk. Posteriormente se verificaron las diferencias estadísticamente significativas entre las medidas de cada sexo.

El análisis discriminante se realizó mediante métodos de inclusión en pasos orientados a obtener funciones discriminantes combinando las cinco mediciones para cada uno de los metacarpos. Se obtuvieron por esta ruta analítica los coeficientes de clasificación Fisher (Xu et al., 2004, pág. 381). Finalmente se calculó el porcentaje correcto de clasificación sexual. En este estudio se reportan las funciones discriminantes y los valores centroides que poseían una clasificación correcta de más del 80% de probabilidad para evaluar el sexo.

9. RESULTADOS

9.1 Estadísticos univariados y multivariados.

En las tablas 1 y 2 se ilustran los estadísticos descriptivos para cada variable analizada por sexo. Todas las medidas están dadas en milímetros. Las estadísticas descriptivas indican que el tamaño de los metacarpianos masculinos de la muestra examinada es significativamente mayor que el de los metacarpianos femeninos, en todas las variables tomadas.

Tabla 1. Descriptivos numéricos para individuos masculinos (D.E: Desviación Estándar, IC: Intervalo de Confianza).

<i>VARIABLES</i>	<i>MEDIA</i>	<i>D.E</i>	<i>IC 95%</i>	
<i>APBD_1</i>	15,03	1,12	14,79	15,26
<i>APHD_1</i>	12,64	1,18	12,39	12,88
<i>TBD_1</i>	14,83	1,14	14,59	15,07
<i>TDH_1</i>	15,11	1,01	14,9	15,32
<i>XL_1</i>	43,76	4,17	42,88	44,63
<i>APBD_2</i>	16,18	1,08	15,96	16,41
<i>APHD_2</i>	13,59	0,81	13,42	13,76
<i>TBD_2</i>	17,47	1,33	17,19	14,75
<i>TDH_2</i>	14,29	0,98	14,08	14,49
<i>XL_2</i>	67,00	3,95	66,17	67,83
<i>APBD_3</i>	16,89	1,13	16,66	17,13
<i>APHD_3</i>	13,95	0,85	13,77	14,13
<i>TBD_3</i>	13,83	0,94	13,63	14,02
<i>TDH_3</i>	13,76	1,01	13,55	13,98
<i>XL_3</i>	65,66	4,05	64,81	66,51
<i>APBD_4</i>	12,40	1,03	12,18	12,61
<i>APHD_4</i>	12,58	0,63	12,44	12,71
<i>TBD_4</i>	11,77	0,85	11,59	11,95
<i>TDH_4</i>	11,96	0,89	11,77	12,15
<i>XL_4</i>	55,73	3,27	55,05	56,42
<i>APBD_5</i>	10,39	0,909	10,20	10,58
<i>APHD_5</i>	11,52	0,68	11,37	11,66
<i>TBD_5</i>	13,06	1,023	12,84	13,27
<i>TDH_5</i>	11,47	0,960	11,26	11,67
<i>XL_5</i>	51,67	3,12	51,01	52,32

Tabla 2. Descriptivos numéricos para individuos Femeninos (D.E: Desviación Estándar, IC: Intervalo de Confianza).

VARIABLES	MEDIA	D.E	IC 95%	
APBD_1	13,28	1,12	12,97	13,58
APHD_1	11,04	1,11	10,74	11,35
TBD_1	13,26	1,16	12,94	13,57
TDH_1	13,49	1,24	13,15	13,82
XL_1	40,35	3,17	39,49	41,21
APBD_2	14,20	1,39	13,82	14,57
APHD_2	12,14	0,90	11,9	12,39
TBD_2	15,60	1,52	15,19	16,01
TDH_2	13,01	1,09	12,71	13,30
XL_2	61,29	4,91	59,92	62,57
APBD_3	15,05	1,14	14,74	15,36
APHD_3	12,28	1,07	11,99	12,57
TBD_3	12,27	1,18	11,95	12,59
TDH_3	12,36	1,21	12,03	12,69
XL_3	59,91	5,02	58,55	61,27
APBD_4	11,14	1,37	10,77	10,51
APHD_4	11,23	0,84	11,00	11,45
TBD_4	10,56	0,97	10,3	10,83
TDH_4	11,04	0,93	10,78	11,29
XL_4	51,35	4,72	50,07	52,63
APBD_5	9,36	1,016	9,09	9,64
APHD_5	10,28	0,88	10,04	10,52
TBD_5	11,85	1,36	11,48	12,22
TDH_5	10,52	1,034	10,24	10,80
XL_5	47,61	4,15	46,49	48,73

De manera posterior se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar si existía distribución normal en las variables por analizar. Encontrando que todas las variables tienen una distribución normal ($p > 0,05$).

Para complementar los resultados anteriores se presentan los gráficos (gráficos 1 – 5) representados en barras de error agrupados para las primeras cuatro mediciones de cada metacarpiano en función al sexo.

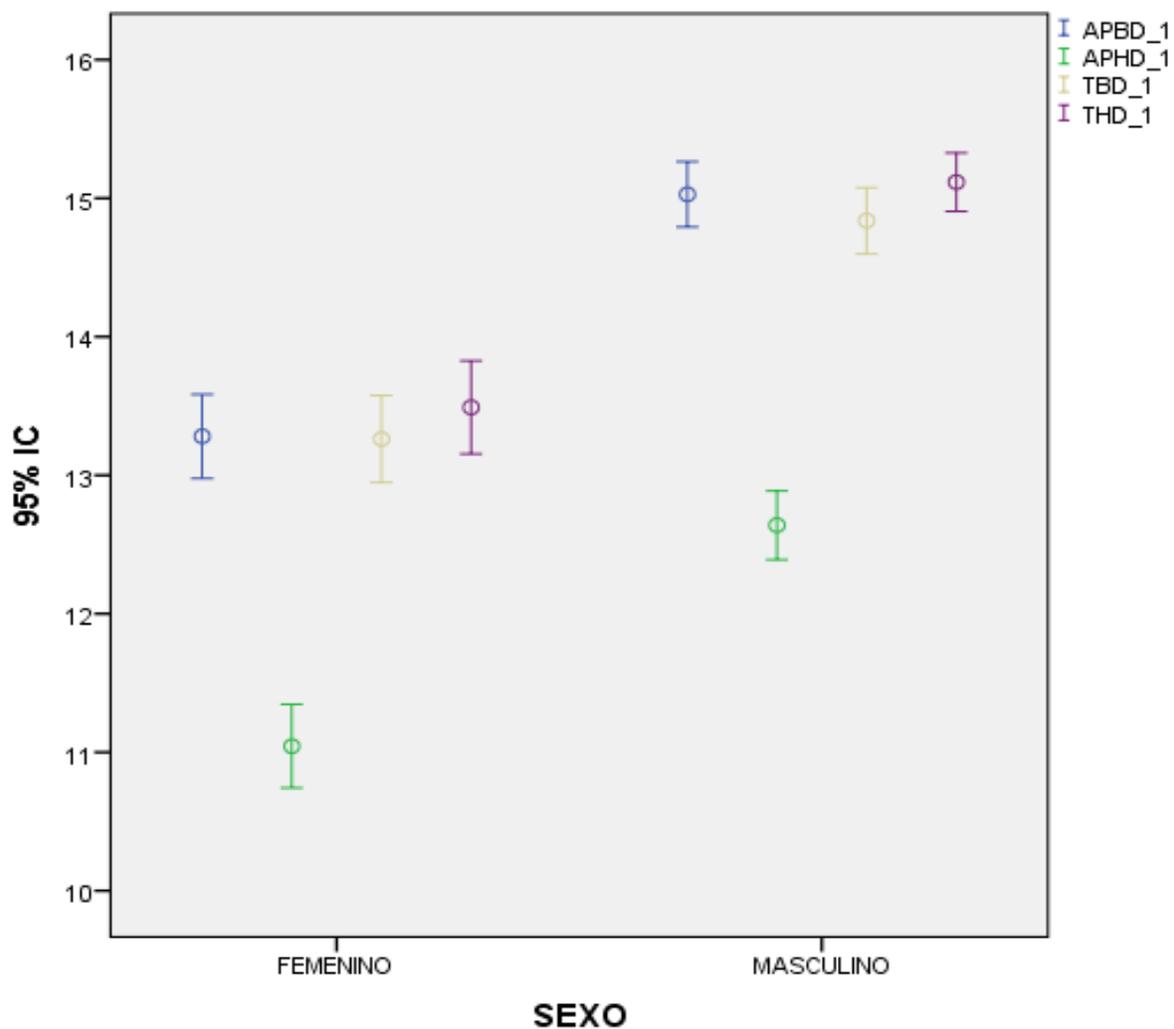


Gráfico 1 Variables agrupadas para las primeras cuatro mediciones del **metacarpiano I** en función al sexo.

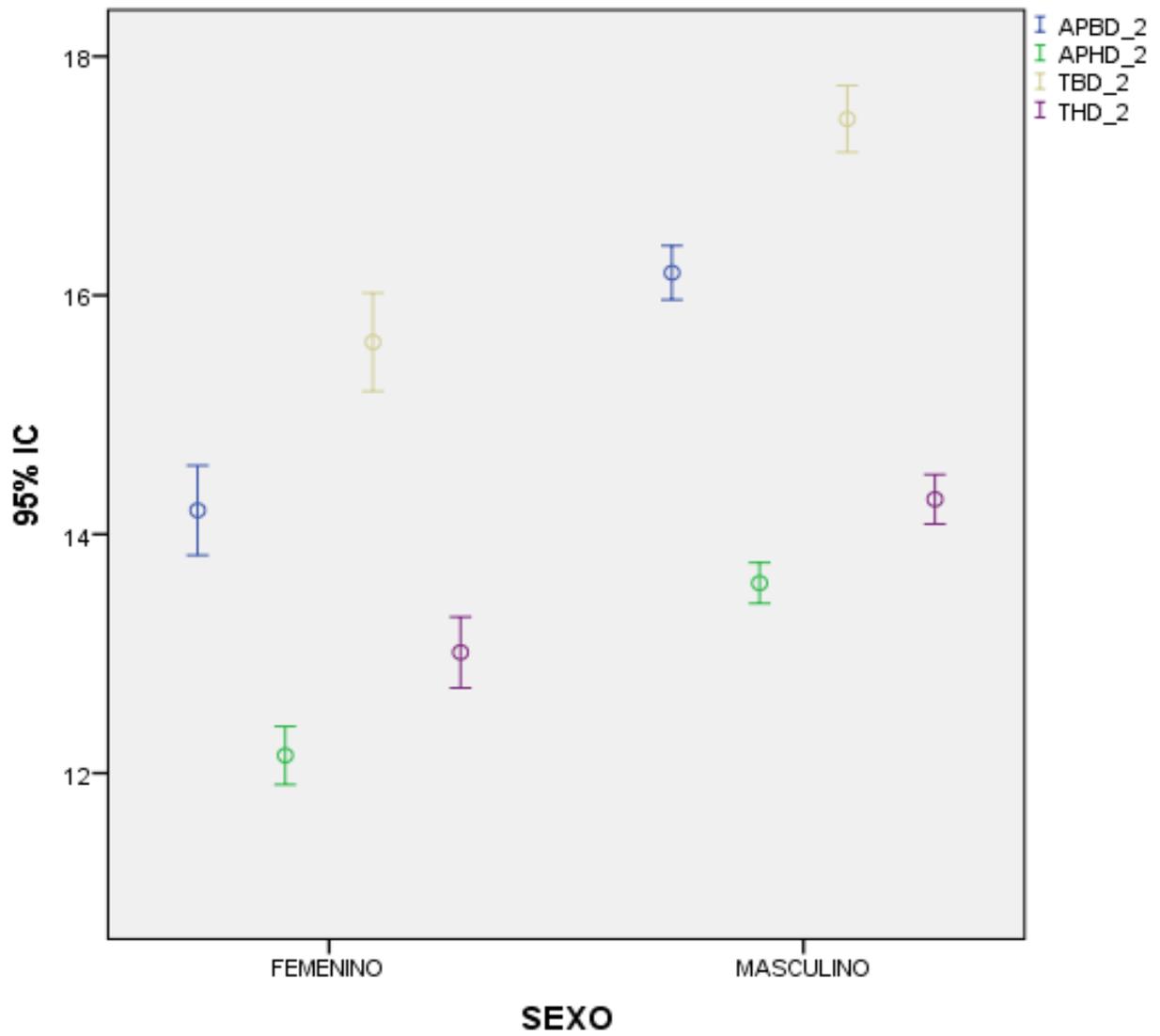


Gráfico 2 variables agrupadas para las primeras cuatro mediciones del 2 metacarpiano en función al sexo

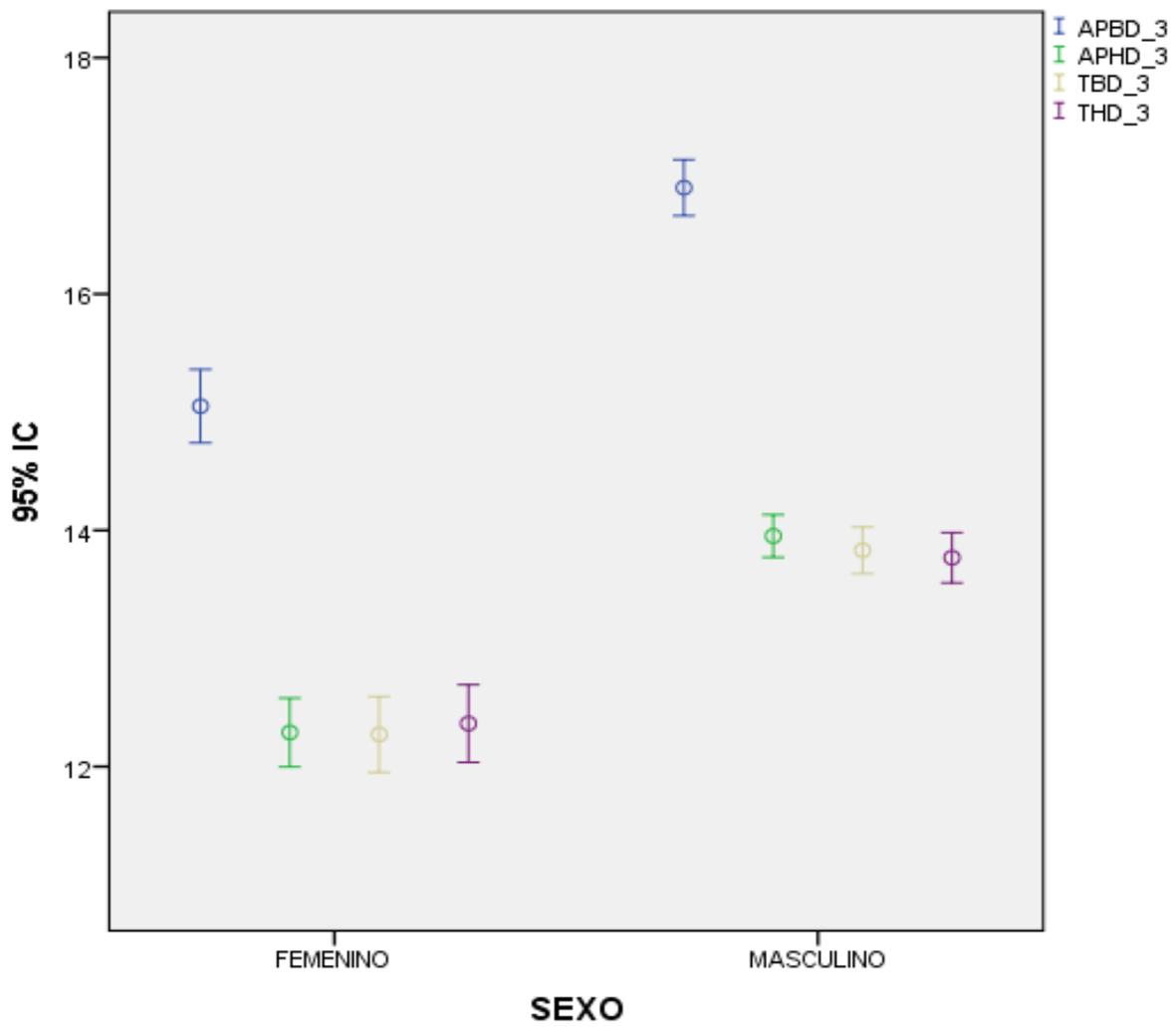


Gráfico 3 variables agrupadas para las primeras cuatro mediciones del 3 metacarpiano en función al sexo.

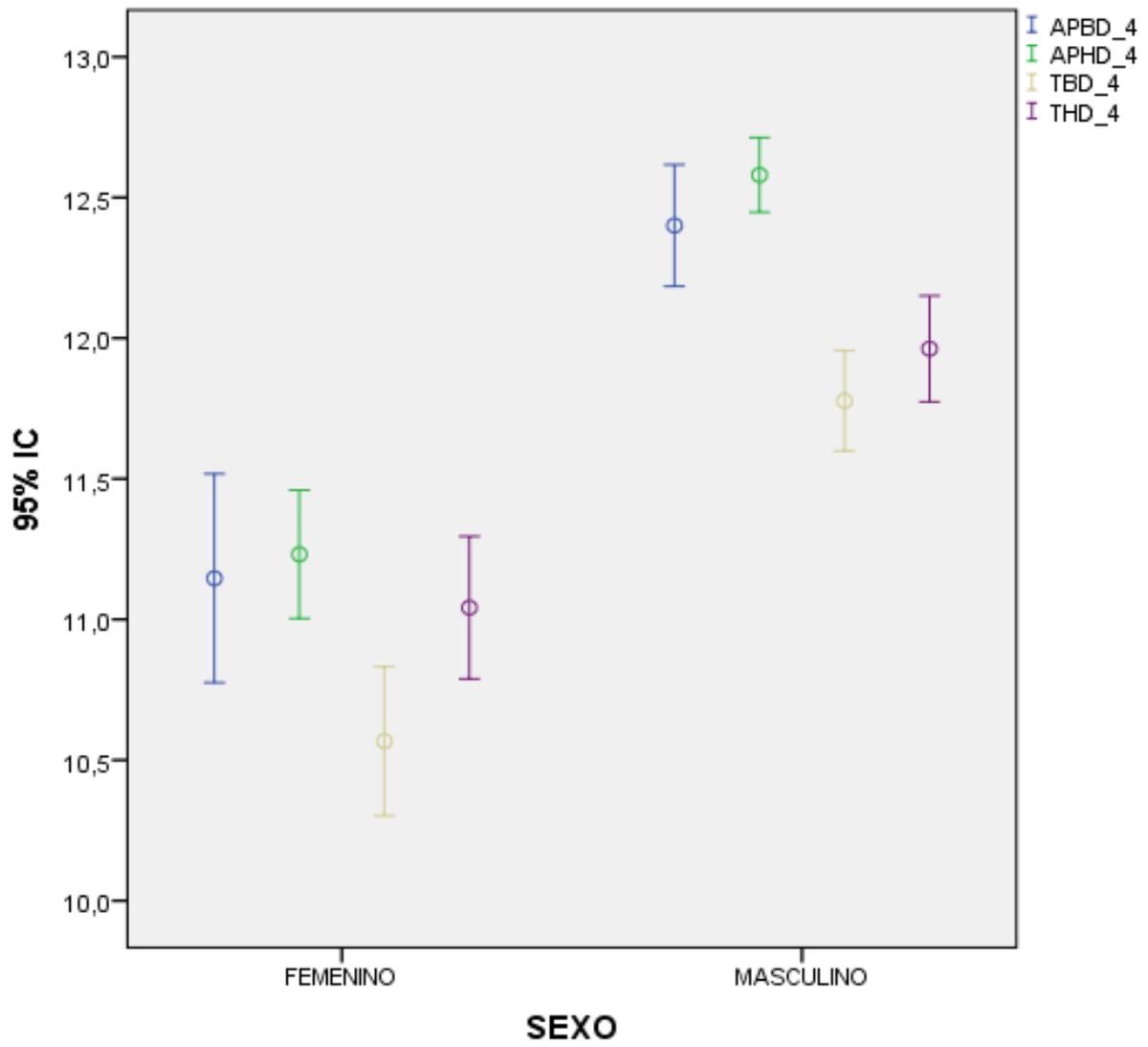


Gráfico 4 Variables agrupadas para las primeras cuatro mediciones del 4 metacarpiano en función al sexo

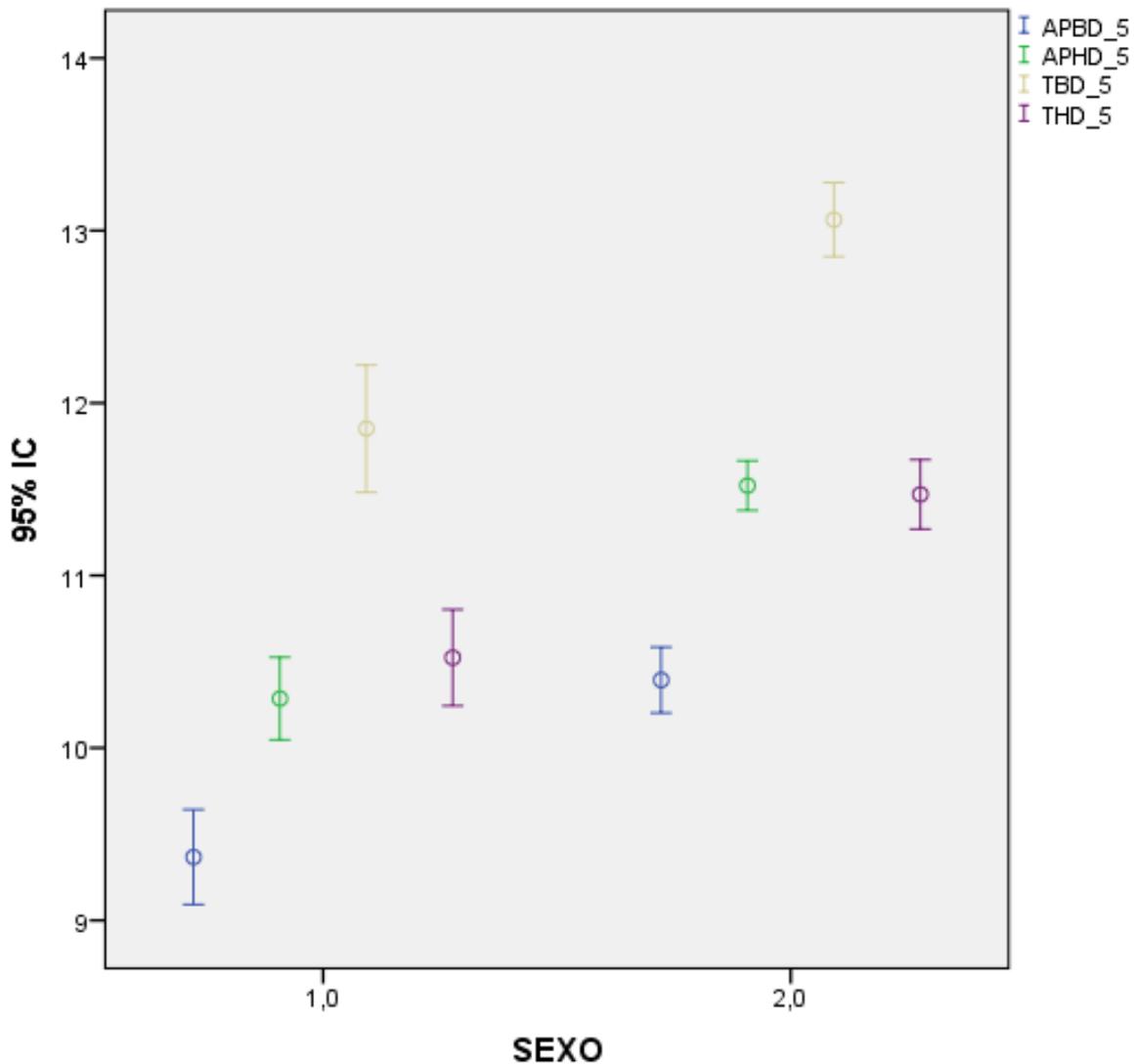


Gráfico 5 Variables agrupadas para las primeras cuatro mediciones del 5 metacarpiano.

Los gráficos 1 a 5 representan la variables de la siguiente manera: en color azul **APBD** (diámetro de la base anteroposterior), en color amarillo **TBD** (diámetro base transversal), en color morado **TDH** (diámetro de la cabeza transversal) y en color verde **APHD** (diámetro de la cabeza anteroposterior); variables en las cuales se observó una tendencia a encontrarse mediciones superiores (medias e IC al 95%) para las medidas realizadas en los metacarpianos de hombres respecto a las mediciones del grupo de mujeres. El IC al 95% representa el espacio que puede o no contener al promedio. En estos casos particulares, el promedio de las medidas de las mujeres no lograba inclusión en el IC al 95% de las medidas de los hombres, orientando a que existe diferencia (en

una aproximación inicial visual) en las métricas. Esta diferencia se encuentra a favor (es superior) para el caso del tamaño de los metacarpianos masculinos.

9.2 Análisis discriminante

Para crear las funciones discriminantes (tabla 3), fueron tomadas un conjunto de variables que cumplieron los supuestos necesarios para la realización del análisis (distribución normal, diferencia entre medias) y cada función generada se realizó con los metacarpianos del lado izquierdo.

Se reportaron cinco funciones discriminantes para los metacarpianos con una clasificación correcta de más del 80% de probabilidad para evaluar el sexo.

La primera función discriminante (F1) para el primer metacarpiano (MC1) obtuvo un porcentaje de clasificación para evaluar el sexo del **84,5 %** con las cinco variables consideradas en el estudio (APBD- APHD-TBD- THD-XL); La segunda función discriminante (F2) para el segundo metacarpiano (MC2) obtuvo un porcentaje de clasificación para evaluar el sexo del **85,5 %** con las cinco variables consideradas en el estudio; La tercera función discriminante (F3) para el tercer metacarpiano (MC3) obtuvo un porcentaje de clasificación para evaluar el sexo del **85,5 %** con las cinco variables consideradas en el estudio; La cuarta función discriminante (F4) para el cuarto metacarpiano (MC4) obtuvo un porcentaje de clasificación para evaluar el sexo de **82.9 %** con las cinco variables consideradas en el estudio; La quinta función discriminante (F5) para el quinto metacarpiano (MC5) obtuvo un porcentaje de clasificación para evaluar el sexo de **81,4%** con las cinco variables consideradas en el estudio.

Tabla 3. Consolidado de las funciones discriminantes lineales de Fisher de los cinco Metacarpianos.

Metacarpianos	Metacarpiano I		Metacarpiano II		Metacarpiano III		Metacarpiano IV		Metacarpiano V	
	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO
APBD	4,641	5,429	1,693	2,340	4,071	4,644	-2,469	-2,604	,983	1,218
APHD	0,994	1,443	9,314	10,487	4,646	5,742	14,457	16,762	8,873	10,739
TBD	0,944	0,984	2,078	2,406	1,336	1,653	2,488	2,888	-,605	-,545
TDH	5,831	6,453	,008	,008	2,067	2,117	5,017	5,182	2,687	2,474
XL	1,406	1,434	1,567	1,583	1,529	1,569	1,242	1,226	2,271	2,337
Constante	-110,948	-138,041	-133,659	-165,020	-126,649	-157,511	-140,747	-172,123	-115,553	-139,891

En la tabla 3 se presentan los *coeficientes* de las funciones discriminantes generadas para cada metacarpiano. Estos coeficientes indican los valores que deben ser ubicados en las fórmulas:

M1: Femenino $4,641 * APBD + 0,994 * APHD + 0,944 * TBD + 5,831 * TDH + 1,406 * XL - 110,948$

Masculino $5,429 * APBD + 1,443 * APHD + 0,984 * TBD + 6,453 * TDH + 1,434 * XL - 138,041$

M2: Femenino $1,693 * APBD + 9,314 * APHD + 2,078 * TBD + 0,008 * TDH + 1,567 * XL - 133,659$

Masculino $2,340 * APBD + 10,487 * APHD + 2,406 * TBD + 0,008 * TDH + 1,583 * XL - 165,020$

M3: Femenino $4,071 * APBD + 4,646 * APHD + 1,336 * TBD + 2,067 * TDH + 1,529 * XL - 126,649$

Masculino $4,644 * APBD + 5,742 * APHD + 1,653 * TBD + 2,117 * TDH + 1,569 * XL - 157,511$

M4: Femenino $-2,469 * APBD + 14,457 * APHD + 2,488 * TBD + 5,017 * TDH + 1,242 * XL - 140,747$

Masculino $-2,604 * APBD + 16,762 * APHD + 2,888 * TBD + 5,182 * TDH + 1,226 * XL - 172,123$

M5: Femenino $0,983 * APBD + 8,873 * APHD + (- 0,605) * TBD + 2,687 * TDH + 2,271 * XL - 115,553$

Masculino $1,218 * APBD + 10,739 * APHD + (-0,545) * TBD + 2,474 * TDH + 2,337 * XL - 139,891$

Para la medición **M1** en el caso de **una mujer**, la sumatoria de los productos (suponiendo valores para APBD: 16,14; APHD: 14,94; TBD: 16,73; TDH: 15,8 y XL: 47,57) sería igual a: **153,6**. Para la misma medición en el caso de **un hombre**, correspondería a un valor de **157,7**. Al comparar los valores, se encuentra numéricamente superior el valor para

HOMBRE, orientando en un nivel de clasificación adecuado (del 84,5%) a que el **M1** corresponde a individuo **MASCULINO**.

Se debe tener en cuenta que, cada una de las fórmulas está representada en dos partes una con coeficientes de clasificación para individuos femeninos y otra con coeficientes de clasificación para individuos masculinos; por lo tanto, se debe reemplazar el valor de las variables en cada una de las partes y en milímetros. Finalmente, el mayor puntaje orienta a que el hueso sea de un hombre o una mujer.

10. DISCUSIÓN

La estimación del sexo a partir de estructuras óseas es esencial para la antropología forense, ya que es parte del proceso de identificación forense de cadáveres esqueletizados o restos humanos en el entorno medicolegal. A menudo, los restos se encuentran incompletos, fragmentados, quemados y / o mezclados, ya sea como producto de desastres masivos, exhumaciones de derechos humanos o casos criminales regulares. En diferentes regiones del mundo, los investigadores han desarrollado estándares centrados en la población para estimar el perfil biológico, incluida la estimación del sexo mediante la evaluación métrica de elementos poscraneales.

En los últimos años, la literatura que se centra en las métricas poscraneales para estimar el sexo ha crecido notablemente. Aunque la mayoría de los datos se originan en salas de necropsias o colecciones esqueléticas modernas, o una combinación de ambas (Alunni et al., 2015; Krüger et al., 2017; Moore et al., 2016; Spradley et al., 2015; Tise et al., 2013). La literatura forense se ha expandido a medida que los investigadores también recurrieron a imágenes radiográficas y tomografías computarizadas para obtener métricas útiles para estimar este componente particular del perfil biológico.

De los estudios mencionados en el presente manuscrito, ninguno presenta resultados sobre la población colombiana, solo uno comparte metodología similar Torres, et.al. (2020) al ser realizado en una población mexicana, población morfológicamente similar la nuestra. Los resultados presentados por dicho estudio reportaron una clasificación

general del 79,5 % al 85,3%, cuyos resultados indican que el segundo metacarpiano fue el más dimórfico de la muestra.

En este estudio el análisis estadístico demostró que existe una correlación estadísticamente significativa entre las variables de los metacarpianos y el sexo real de los individuos examinados. Los valores de correlación son consistentes con los presentados por otros estudios internacionales como los de Scheuer y Elkington (1993), Falsetti (1995), Stojanowski (1999), Lanzeby (2002), Soto et al. (2013) y Torres, et.al. (2020). Tanto para la muestra masculina como para la femenina, los valores de clasificación calculados en el presente estudio son ligeramente mayores a los obtenidos por los otros autores. Esta diferencia puede explicarse por los tamaños de las muestras utilizadas, al comparar los coeficientes de correlación y los errores estándar, se encontró que los segundos y terceros metacarpianos son los que presentan mayor clasificación 85,5% al igual que el estudio de Torres, et.al. (2020) por lo que se le debe dar prioridad al uso de estos dos metacarpianos en caso de que se disponga de los cinco.

Por último, es importante resaltar que esta investigación, pretende completar algunos de los vacíos en el campo de la identificación forense de restos óseos humanos, especialmente y de manera particular porque genera el primer estudio a nivel nacional para establecer el sexo de un cadáver a partir de los huesos metacarpianos.

11. CONCLUSIONES GENERALES

11.1 Contribuciones del trabajo de grado

La ruta planteada para el desarrollo y alcance de los objetivos del trabajo de grado permite extender las siguientes contribuciones directas:

- Este estudio, responde a la necesidad de desarrollar estándares antropológicos para poblaciones específicas, en este caso para población colombiana.
- Evaluar métricamente los metacarpianos de la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana permitió determinar el sexo en cadáveres en condición de no identificados de población colombiana, ya que como lo

demuestra el presente estudio, el dimorfismo es reflejado en este hueso de la mano.

- El análisis estadístico posibilitó la transformación de las mediciones de los huesos metacarpianos en funciones discriminantes, las cuales mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos.
- Se obtuvo cinco funciones discriminantes para la estimación del sexo en metacarpianos de procedencia colombiana. La precisión de clasificación de las funciones varió del 81,4 al 85,5%.

11.2 Impacto esperado e importancia forense del trabajo de grado

- La comunidad forense colombiana obtendrá un método cuantitativo para la estimación del sexo de cadáveres en condición de no identificados de población colombiana, lo cual constituye un aporte al proceso de identificación de dichos cadáveres, en la medida que actualmente no existe en el país.
- La sociedad colombiana tendrá una aproximación al conocimiento de la variabilidad física de la población colombiana contemporánea.

11.3 Recomendaciones y trabajos futuros

Como aporte final y desde una perspectiva integradora, los resultados de la iniciativa puestos en este informe, generan un punto de partida para la generación de estándares osteométricos de población colombiana, ya que los resultados obtenidos presentan niveles de confianza significativos para la determinación del sexo con huesos metacarpianos en la muestra analizada lo que indica que se puede desarrollar estudios con diferentes estructuras óseas para establecer el perfil biológico.

Se espera que los resultados de esta investigación puedan ser empleados por los distintos peritos forenses del país para apoyar el proceso de identificación de dichos cuerpos. Como son las entidades colombianas que adelantan necropsias medicolegales [INMLCF, Cuerpo Técnico de Investigaciones de la Fiscalía CTI y la Policía Nacional DIJIN]

Se tiene previsto socializar los resultados entre la comunidad científica a partir de la publicación de un artículo en una revista indexada, así mismo, se creó una App válida para correr en ambiente Android y Apple con las cinco funciones propuestas dentro del desarrollo del estudio, con la finalidad de facilitar a los usuarios la utilización del método denominado “Dimorfismo sexual en metacarpianos en una población colombiana contemporánea”.

Finalmente se hace necesario aclarar que, aunque los resultados aquí obtenidos no necesariamente demuestran el comportamiento del ciento por ciento de la población colombiana, fue posible obtener una primera aproximación de esta y se espera que en un futuro el tamaño de la muestra aumente para establecer con mayor precisión los porcentajes de confiabilidad y de esta manera se puedan crear o mejorar las fórmulas aquí ya propuestas.

12. REFERENCIAS

- Alunni V, Jardin P du, Nogueira L, Buchet L, Quatrehomme G. (2015). Comparing discriminant analysis and neural network for the determination of sex using femur head measurements. *Forensic Sci Int* 253:81–87.
- Alcina, M., Rissech, C., Clavero, A., Turbón, D. (2012). Dimorfismo sexual en clavícula: un estudio basado en una muestra actual española. *Revista Española de Antropología Física*, 33,30-43.
- Buikstra, JE y Ubelaker, D. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains: proceedings of seminar at the field museum of natural history*. Fayetteville: Arkansas Archeological survey research series N°44.
- Centro Nacional de Memoria Histórica (2018), *Cifras: los registros estadísticos del conflicto armado colombiano*, Bogotá, CNMH.
- Cordero A, Santolamazza S. (2009). Darwin y la selección sexual después de la copula. *Revista digital universitaria* 10 (6).
- Falsetti AB (1995). Sex assessment from metacarpals of the humanhand. *J Forensic Sci* ; 40:774-776.
- Garvin, H. (2012). Adult sex Determination: Methods and Application. En D. Dirkmaat, A Companion to Forensic Antropology. Pág. 239-247.

- Genovés, S. (1964). Diferencias sexuales en el hueso coxal. México: Unam; Inst. Nal. Antrop. Historia.
- Hernández, E.P; Peña R, M.E. (2010). Manual para la identificación del sexo y la estimación de la edad a la muerte en esqueletos menores de quince años. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F.
- Jiménez, A; Sanabria, C. (2015). Dimorfismo sexual en astrágalo y calcáneo en una población colombiana contemporánea. Tesis de grado, Universidad de Caldas – Instituto Nacional de Medicina legal y Ciencias Forenses. Bogotá, D.C.
- Krenzer, U. (2006). Compendio de métodos antropológicos forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biologico. Guatemala.CAFCA. cap2.
- Krüger GC, L'Abbé EN, Stull KE. (2017). Sex estimation from the long bones of modern South Africans. *Int J Legal Med* 131:275–285.
- Lazenby RA. (2002). Identification of sex from metacarpals: effect of side asymmetry. *J Forensic Sci* 267: 154–158.
- Lopez, O., Rissech C., Trancho G., Turbón D., (2012). Postnatal growth of the tibia. Implications for age and sex estimation. *Forensic Sci Int* 214 (1-3): 207.e1-207.e11.
- Martin, B. (2010). El conocimiento de las poblaciones del pasado a través de los restos óseos: determinación del sexo a partir de astrágalo y calcáneo en la población hispanomusulmana de la Maqbara de San Nicolás, Ávila (S. XII-XVI). Madrid, España: Universidad autónoma de Madrid.
- Moore MK, DiGangi EA, Niño Ruíz FP, Hidalgo Davila OJ, Sanabria-Medina, C. (2016). Metric sex estimation from the postcranial skeleton for the Colombian population. *Forensic Sci Int* 262:286.e1-286.e8.
- Naranjo, N. (2012). Estimación del dimorfismo sexual a partir del análisis métrico del cráneo en una población mestiza contemporánea de Manizales. Trabajo de Grado Antropología. Manizales: Universidad de Caldas.
- Osorio, R; Sanabria, C. (2016). Dimorfismo sexual en tejidos óseos. Patología y antropología forense de la muerte. Pág. 179-220.
- Ostrofsky, K., Steven, B., Churchill, E. (2015). Sex determination by discriminant function analysis of lumbar vertebrae. *Journal Forensic Sciences*. Vol 60 N°1.
- República de Colombia. ministerio de salud resolución N° 008430 de 1993. (4 DE OCTUBRE DE 1993).
- Reverté, J.M. (2001). Los huesos hablan: antropología forense histórica. Madrid: Tarravilla. Disponible en [http:// dialnet.unirioja.es/](http://dialnet.unirioja.es/).

- Rodríguez, J. (1994). introducción a la Antropología Forense. Análisis e identificación de restos óseos humanos. Bogotá, Anaconda editores.
- Rodríguez, J.V. (2004). La Antropología Forense en la Identificación Humana. Bogotá: Editora Guadalupe Ltda.
- Sanabria, C. (2004). Antropología Forense y la Investigación Médico Legal de las Muertes. Colombia: Fondo Rotatorio Policía Nacional.
- Sanabria, C. (2011). Dimorfismo sexual en columna vertebral. Granada, España: Universidad de granada facultad de medicina. [Electrónico] en <http://hera.ugr.es/tesisugr/20157459.pdf>.
- Sanabria, C. (2013). Dimorfismo sexual en clavículas de una muestra de población moderna colombiana. Bogotá, Colombia: Revista Colombiana de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Scheuer JL, Elkington NM. (1993) Sex determination from metacarpals and the first proximal phalanx. *J Forensic Sci*; 38: 769-768.
- Soto, A.; Olave, E. & Binignat, O. (2013) Características biométricas de los huesos metacarpianos en individuos chilenos. *Int. J. Morphol.*, 31 (3):809-812.
- Spradley MK, Anderson BE, Tise ML. (2015). Postcranial Sex Estimation Criteria for Mexican Hispanics. *J Forensic Sci* 60:S27–S31.
- Stojanowski CM (1999). Sexing potential of fragmentary and pathological metacarpals. *Am J Phys Anthropol*; 109: 245-252.
- Tanner, J. (1978). El hombre antes del hombre. El crecimiento físico desde la concepción hasta la madurez. México: Harvard University Press. P 324-332.
- Torres, G.; Menéndez, A.; Sánchez, G. & Gómez, J. (2020) Estimation of gender from metacarpals and metatarsals in a Mexican population. *Rev Esp Med Legal*. 2020; 46(1):12-19.
- Tise ML, Spradley MK, Anderson BE. (2013). Postcranial Sex Estimation of Individuals Considered Hispanic. *J Forensic Sci* 58:S9–S14.
- Xu, Y., Yang, J. Y., & Jin, Z. (2004). A novel method for Fisher discriminant analysis. *Pattern Recognition*, 37(2), 381-384.
- Zheng, W., Cheng, F., Cheng, K., Tian, Y., Lai, Y., Zhang, W. (2012). *Sex assesment using measurements of the first lumbar vertebra. Forensic Science International*, 285 e1 285 e5.