



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN ANTROPOLOGÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS

ESTUDIO DE LOS METACARPOS Y LOS METATARROS
PARA LA ASIGNACIÓN DEL SEXO EN LA POBLACIÓN
HUMANA CONTEMPORÁNEA MEXICANA

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN ANTROPOLOGÍA

PRESENTA:
GUILLERMO ANTONIO TORRES RAMÍREZ

TUTORA:
DRA. GABRIELA SÁNCHEZ MEJORADA MILLÁN
POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA

SEPTIEMBRE 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
Planteamiento del problema	12
Hipótesis de trabajo	13
Objetivo general	13
Objetivos particulares	13
CAPÍTULO I	15
Marco de referencia	15
Descripción anatómica y funcional de metacarpos	15
Manipulación de objetos y adaptaciones posicionales	16
Descripción anatómica y funcional de metatarsos	18
Plano de sustentación y posición del pie	19
CAPÍTULO II	21
Antecedentes	21
Estudios de dimorfismo sexual en metatarso y metacarpo	21
Estudios de dimorfismo sexual en metacarpo	23
Estudios de dimorfismo sexual en metatarso	29
Antropología forense en México y estudios de dimorfismo sexual	31
Estudios de dimorfismo sexual en México	35

CAPÍTULO III	41
Materiales y método	41
Muestra empleada en el estudio	42
Definición de variables	46
Método empleado para el análisis.	57
CAPÍTULO IV	63
Resultados	63
Error técnico de medición	87
CONCLUSIONES	91
Discusión y consideraciones finales	91
Referencias	99

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de continuar con mi vida profesional.

A la Facultad de Medicina, en especial al Dr. Sebastián Manuel Arteaga Martínez, por brindarme su apoyo en esta investigación; a la Dra. Gabriela Sánchez Mejorada Millán, directora de esta investigación.

Al Dr. Jorge Alfredo Gómez Valdés, por haber asesorado, corregido, comentado y llevado a buen término cada uno de los temas aquí incluidos. Muchas gracias, *Pollo*, por toda esta lección de vida.

A mis compañeros de aulas, profesores y a todos los alumnos e investigadores que han transitado por el Laboratorio de Antropología Física del Departamento de Anatomía de la Facultad e Medicina de la UNAM, quienes tuvieron comentarios y, con ello, alentaban y daban fuerza para concluir esta investigación. ¡Gracias a todos!

A mi familia: Valeria Rojas, mi esposa, compañera y voz de todos mis sueños... A Camila, mi motivo más bonito... A Oliver, mi certeza más grande de que la música en él es maravillosa... A ellos dedico mi trabajo y mi vida.

A mis amigos: Mariajosé Alviar, por darme buenos consejos siempre... A Leonardo Hernández, por su disposición y profesionalismo.

Por último, a los desaparecidos, a los no identificados, a los "sin nombre" que han muerto en México y en el mundo...

INTRODUCCIÓN

Una de las principales dificultades que enfrenta el antropólogo físico dedicado a la osteología en su fase de trabajo de laboratorio es la identificación de los parámetros mínimos y la asignación de las características individuales de los sujetos que integran su muestra: sexo, edad, estatura, filiación racial, etcétera. Tanto el sexo como la edad son imprescindibles para el inicio de cualquier inferencia antropológica, ya que sin la definición de estos parámetros cualquier análisis resulta de carácter especulativo.

Las diferencias sexuales en la especie humana son de tipo psicológico, social, cultural y, sobre todo, biológico; este último es el único aspecto que resulta irreversible en el transcurso de la vida de un individuo; por su parte la interacción de la genética y los aspectos socioculturales y medioambientales son los que dan como resultado la variabilidad biológica observable al interior de nuestra especie.

Hoy por hoy los avances y el desarrollo de diversas técnicas estiban en la necesidad de recurrir a los apoyos de otras disciplinas, con el propósito de reforzar los diagnósticos y así tener interpretaciones más acertadas, de manera que la inferencia del sexo en restos óseos requiere del trabajo interdisciplinario, adaptándose muchas veces a las condiciones y estado de conservación del material osteológico.

El registro de las diferencias sexuales, vinculado a osteología poblacional, ha sido valorado desde diferentes perspectivas, entre ellas la evolutiva, la métrica, la mor-

foscópica y la genética (Buikstra *et al.*, 1994; White *et al.*, 2005; Katzenberg *et al.*, 2007; Komar *et al.*, 2008).

El dimorfismo sexual es una característica compartida por muchos organismos vivos en la naturaleza; en el caso particular de los primates, estas diferencias pueden manifestarse en tamaño y forma, lo cual se evidencia mediante el desarrollo y morfología dental, a través de la composición estructural reflejada en el volumen y masa corporal, o bien por capacidades funcionales, como el potencial reproductivo y de gestación. (Bergue, 1984; Tague y Lovejoy, 1998). Para el caso del género *Homo*, los contrastes en este sentido son menores; la evolución ha llevado a nuestra especie a ser poco dimórfica, pero es sin duda el cráneo y sobre todo los huesos de la cintura pélvica donde se expresan principalmente estas cualidades (Phenice, 1969; Bruzek, 2002).

En cuanto al cráneo, han sido investigadas variables que refieren a la zona neural, facial y mandibular, lo cual involucra desde aspectos métricos hasta morfoscópicos y evalúa grados de desarrollo de algunas estructuras y la presencia o ausencia de ciertos rasgos. En el caso de la pelvis, esta es la única parte del esqueleto que tiene un dimorfismo sexual vinculado a aspectos funcionales, resultado de las constantes influencias de la locomoción y la reproducción (Buikstra *et al.*, 1994; White *et al.*, 2005; Katzenberg *et al.*, 2007; Komar *et al.*, 2008).

Bruzek (1996) menciona que la presencia y desarrollo del dimorfismo sexual frecuentemente se confunde con el concepto de diferencias sexuales respecto a las medidas y evaluaciones hechas de las estructuras anatómicas. Por ejemplo, en las diferencias sexuales las dimensiones de la pelvis pueden variar entre poblaciones, reflejando, a su vez, diferencias en el tamaño del cuerpo, mientras que las características

en cuanto al dimorfismo sexual se encuentran más vinculadas a un aspecto evolutivo inherente a la especie.

Recientemente, los estudios de dimorfismo sexual en poblaciones prehistóricas, históricas, actuales y contemporáneas han centrado su atención en otros segmentos del cuerpo dada la ausencia de los restos que usualmente se emplean y que generalmente no presentan un buen estado de conservación, ya que es difícil recuperarlos en condiciones íntegras o sin alteraciones tafonómicas.

En los últimos años se han efectuado trabajos que abordan el tema de las diferencias sexuales en metacarpos y metatarsos y en los cuales se han logrado obtener funciones discriminantes, considerando una amplia gama de mediciones que van desde longitudes, diámetros y espesores (Scheuer, 1993; Lazenby, 1999, 2002, 2002b; Robling, 1997; Stojanowski, 1999; Barrio, 2006; Case, 2007).

En una muestra de esqueletos contemporáneos de edad y sexo conocidos, Barrio y sus colaboradores (2006) evaluaron un conjunto de variables en el metacarpo de adultos, incluyendo longitudes y diámetros, a fin de obtener funciones discriminantes; concluyeron que todas las medidas para individuos masculinos son significativamente mayores y que existe un desarrollo diferencial entre lado derecho y el izquierdo. Lazenby y Smashnuk (1999) analizan el segundo metacarpo de poblaciones europeas e Inuit del círculo polar ártico, donde hay un fuerte dimorfismo interpoblacional, siendo más marcado en la población Inuit. Stojanowski (1999), utilizando la misma técnica métrica, obtiene de igual manera funciones discriminantes y logra porcentajes de predicción que van del 79 al 90%, siendo el cuarto metacarpiano el de mayor porcentaje.

Uno de los estudios más significativos en el tema es el de Case y Ross (2007), donde no solo utilizan la longitud de metacarpos, sino que incluyen la longitud de

falanges y reportan la correcta asignación del sexo con porcentajes mayores al 80%, combinando longitudes de falanges y metacarpos; con ello reportan a la mano izquierda como el mejor indicador en la asignación del sexo por encima de la mano y pie derechos.

Respecto a los metatarsos, Robling y Ubelaker (1997) estudian individuos norteamericanos blancos y negros, tanto de hombres como de mujeres, y obtienen funciones discriminantes con porcentajes de certeza del 92 al 95%, teniendo al primero, segundo y tercer metatarso como los huesos más dimórficos. Existen diferencias sexuales en cuanto a las dimensiones del pie que han sido reportadas en sujetos vivos con fines de diseño de calzado (Wunderlich y Cavanagh 2001); de estas se han encontrado en promedio tres centímetros más en la longitud máxima y un centímetro más en la anchura máxima en sujetos masculinos respecto a los femeninos.

En otros trabajos los resultados muestran que existe una correlación entre la longitud de la mano y la del pie, logrando predecir las dimensiones de uno si se tienen las del otro; los resultados han tenido aplicabilidad directa en áreas como el diseño de prótesis y en el terreno médico legal (Oommen, 2005).

Planteamiento del problema

Para este proyecto se pretenden analizar los huesos que integran tanto el conjunto del metacarpo como del metatarso con una muestra de la población mexicana contemporánea, debido a que se desconocen sus características morfo-anatómicas. La selección de las medidas responde a una revisión exhaustiva de aquellos registros métricos que en la literatura ofrecen un mayor grado de dimorfismo sexual. La posibilidad de contar con una colección osteológica de la cual se tengan referentes de su histo-

ria biológica que ratifiquen su dimorfismo sexual, permite la comparación con otras muestras, lo cual a su vez, ubica a esta colección como una muestra testigo. El objetivo de este proyecto, al evaluar la muestra, es generar parámetros de referencia estadística (funciones discriminantes) derivados de la aplicación de técnicas métricas, con la posibilidad de aplicación en contextos antropológicos y médico-legales.

Hipótesis de trabajo

Valorando que existen diferencias sexuales en algunos huesos (como el cráneo y la cintura pélvica), considero que los cinco huesos que integran el metacarpo y los cinco del metatarso presentan diferencias métricas entre sexo masculino y femenino en una muestra de esqueletos contemporáneos mexicanos.

Objetivo general

Explicar la variabilidad de las características métrico-morfológicas de los huesos del metacarpo y del metatarso de una muestra de esqueletos con patrones de dimorfismo sexual conocido, para establecer el grado de diferencias sexuales a partir de una evaluación de sus características y mediante análisis métricos.

Objetivos particulares

1. Identificar si existen diferencias métricas en los huesos del metacarpo y del metatarso para el lado izquierdo y para el lado derecho de cada individuo, tanto de masculinos como femeninos.

2. Utilizar las diversas técnicas empleadas en el registro métrico para los huesos del metacarpo y del metatarso a fin de obtener parámetros osteométricos en la asignación del sexo.
3. Evaluar cuáles son las condicionantes que explican el dimorfismo sexual en una muestra de la población contemporánea mexicana.
4. Elaborar funciones discriminantes para la población contemporánea mexicana derivadas de este análisis.
5. Que los resultados aquí obtenidos sirvan como referencia de contrastación a estudios que planteen el mismo procedimiento metodológico.

CAPÍTULO I

MARCO DE REFERENCIA

Descripción anatómica y funcional de metacarpos

Los cinco metacarpianos se clasifican como huesos largos, ya que presentan un canal medular, además de cuerpo o diáfisis, que se ensancha en un extremo proximal o zona carpiana para hacer contacto y articulación precisamente con los ocho huesos del carpo. También su diáfisis se alarga hacia el extremo distal, llamado digital o cabeza, con carillas articulares redondeadas para vincularse con las falanges. Cuando los dedos se encuentran en flexión total estas carillas pueden palparse como los nudillos en las articulaciones metacarpo-falángicas.

El primer metacarpiano que corresponde al dedo pulgar se caracteriza por estar aislado del resto del conjunto; este conjunto, a su vez, se encuentra articulado íntimamente entre sí por carillas situadas en los lados de su extremo proximal. El primer metacarpiano, además de situarse frente al resto del conjunto, es el único con articulación en silla de montar, lo cual le permite tener una oposición con los restantes metacarpianos. Esta pieza tiene el cuerpo más corto, ancho y aplanado que los demás, y es más frecuente la aparición de sesamoideos asociados a su funcionamiento.

El segundo metacarpiano es el más largo de todos; el extremo proximal o base presenta una profunda escotadura donde se acomoda el trapecoide, mientras que el borde interno de la base se articula con el hueso grande y en la porción anterior hay una carilla articular para el trapecio.

El tercer metacarpo tiene una apófisis estiloides que lo distingue del resto y se proyecta en sentido dorsal y externo desde la base hacia arriba entre el trapecoide y el hueso grande.

El cuarto metacarpo articula en su base con hueso grande y hueso ganchoso y mantiene su estructura alargada con sus dos extremos proximal y distal.

El quinto metacarpo es generalmente el más pequeño del conjunto; en su base, de manera lateral, tiene una faceta articular para el cuarto metacarpiano y en su base inferior presenta la articulación para el hueso ganchoso.

Todos los músculos de la mano se originan primordialmente en el antebrazo y pasan sobre la muñeca y huesos del carpo para insertarse en los dedos; todos estos músculos cruzan las articulaciones radio carpianas, carpiana media y carpo-metacarpiana, para insertarse en los huesos metacarpos y en las falanges.

Manipulación de objetos y adaptaciones posicionales

La mano debe adaptar su forma cuando pretende coger objetos. Cuando hay una superficie plana, la mano se extiende y se aplana poniendo en contacto la superficie con la eminencia tenar, la eminencia hipotenar, la cabeza de los metacarpianos y la cara palmar de las falanges.

Cuando se quiere coger un objeto voluminoso, la mano se ahueca y forma arcos orientados en tres direcciones. En sentido transversal, que corresponde a la concavidad del macizo carpiano y se prolonga hacia abajo mediante el arco metacarpiano. En sentido longitudinal, donde se ubican los arcos carpometacarpofalángicos que están constituidos en cada dedo, por los metacarpianos dos al cinco, y sus falanges correspondientes. La concavidad de estos arcos se orienta hacia adelante de la palma y

el centro de la bóveda se localiza en la articulación metacarpo-falángica. Los dos arcos longitudinales más importantes son el arco del dedo medio y el del índice. Y finalmente su tercera orientación es en sentido oblicuo, formándose los arcos de oposición del pulgar con los otros cuatro dedos y el más importante de estos arcos reúne y opone el pulgar al índice, mientras que el más extremo de los arcos de oposición pasa por el pulgar y el meñique.

Esta compleja organización anatómica y funcional de la mano converge en la prensión. La función prensil de la mano depende de la integridad de la cadena cinética de huesos y articulaciones extendida desde la muñeca hasta las falanges distales. La interrupción en los sistemas de arcos transversales y longitudinales resulta en inestabilidad, deformidad y pérdida de función. Los patrones de función prensil son movimientos en los cuales se agarra un objeto y este se mantiene en parte o de forma completa dentro de la superficie de la mano.

Napier (1956) clasificó los patrones funcionales de mano en agarres de fuerza y agarres de precisión. Los agarres de fuerza son aquellos en los cuales los dedos están flexionados en las tres articulaciones, el objeto se encuentra entre los dedos y la palma, el pulgar se aduce y queda posicionado sobre la cara palmar del objeto, hay una ligera desviación cubital y se realiza una ligera dorsiflexión para aumentar la tensión de los tendones flexores. Los agarres de precisión son aquellos utilizados para la manipulación de pequeños objetos entre el pulgar y las caras flexoras de los dedos; en esta función la muñeca se posiciona en dorsiflexión, los dedos permanecen semiflexionados y el pulgar se aduce y se opone. Los agarres de precisión se clasifican de acuerdo con las partes de las falanges utilizadas para soportar el objeto que se está manipulando: pinza terminal, pinza palmar, pinza lateral o de llave, pinza de pulpejo o cubital.

Según Young, la eficiencia de la función prensil depende de una cantidad de variables bien identificadas. Primeramente de la eficacia de la primera articulación carpo-metacarpiana y, en menor grado, de las articulaciones del cuarto y quinto dedo; también de la rigidez relativa de la segunda y tercera articulaciones carpo-metacarpianas. Además, destaca la estabilidad de los arcos longitudinales del pulgar de los otros dedos, el sinergismo y el antagonismo equilibrado entre los músculos extrínsecos e intrínsecos de la mano, la aferencia sensorial adecuada de las áreas de la mano, así como las precisas relaciones entre la longitud, movilidad y posición de cada hilera de dedos (Young, 2003).

Descripción anatómica y funcional de metatarsos

Los metatarsos se enumeran de medial a lateral, son cinco y poseen una diáfisis y dos extremos, uno proximal o base y otro distal o cabeza. El primer metatarso es el más característico del conjunto del metatarso, ya que es un hueso fuerte y grueso encargado funcionalmente de ser soporte de gran parte del peso del cuerpo. El primer metatarso suele no tener articulación con el segundo; su diáfisis es corta y gruesa, simulando un prisma triangular, cuya cara interna es palpable en toda su longitud; su base tiene un gran cara articular que corresponde con la primera cuña. La superficie articular de su extremo distal es pequeña en su porción dorsal y en la porción plantar se observan dos canales que generalmente pueden estar ocupados por huesos sesamoideos.

El segundo, el tercero y el cuarto metatarsianos tienen un cuerpo más delgado respecto al primero y aplanado en sentido transversal; el segundo es el más largo de todos, en tanto que el cuarto es más corto que el tercero y tiene una base más irregular debido a sus sitios de articulación.

El quinto metatarso se identifica del resto ya que tiene un tubérculo que sobresale hacia atrás y hacia afuera y está aplanado de arriba hacia abajo; este accidente se puede palpar a lo largo de su diáfisis y finalmente su tubérculo puede verse a la mitad de la distancia entre el talón y el dedo pequeño.

En la base del segundo al quinto metatarso existen carillas laterales con áreas rugosas adyacentes. La base de los metatarsianos segundo, tercero y cuarto contribuye a formar la clave del arco transversal del pie.

A partir del arco formado por las bases en forma de cuña, las diáfisis se inclinan hacia abajo y delante de manera que los extremos distales tocan el suelo en una curva y sirven de impulso y apoyo para el movimiento de marcha y zancada.

El pie y la posición de este es importante para explicar diversos eventos evolutivos. Respecto a la anatomía y funcionalidad del pie, Elftman nos dice que “La superficie articular de la primera cuneiforme del chimpancé es fuertemente convexa y esta proyectada en sentido medial. En el hombre la superficie articular es casi plana y se proyecta más anterior” (Elftman, 1935). La marcha bípeda en los humanos se debe a una serie de modificaciones que involucran la columna, la cadera y el miembro inferior, pero en el caso del pie es la torsión de las cabezas de los metatarsianos en el movimiento de flexión con sus respectivas falanges lo que da estabilidad y firmeza en la marcha.

Plano de sustentación y posición del pie

La bipedestación y la marcha si bien no son cualidades únicas del humano, sí lo es la funcionalidad y los fines con los cuales se efectúa este movimiento. En la marcha se

describen cuatro movimientos básicos y la participación de los metatarsos es decisiva en el éxito de esta acción.

En un primer momento quien recibe todo el peso del cuerpo es el talón; después, cuando el pie está en ángulo recto en relación con el eje de la pierna (posición plantígrada, sin calzado), el peso del cuerpo se reparte equitativamente entre el punto de apoyo del calcáneo y la base de los metatarsos.

Posteriormente, el impulso reparte el peso en el punto de apoyo posterior y anterior de los metatarsianos; así, cada centímetro cuadrado de superficie plantar soporta una fracción proporcional y exacta del total del peso del cuerpo. Finalmente, cuando el pie se apoya en el arco metatarsiano, todo el peso del cuerpo recae en la zona ocupada por la cabeza de los metatarsos.

Estas características funcionales afectan, alteran y modifican constantemente la morfología de los huesos mediante remodelaciones óseas que están en armonía con las fuerzas a las cuales se ven sometidos (Ruff, 2006; Goldstein, 1991).

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

Estudios de dimorfismo sexual en metacarpo y metatarso

A lo largo de su formación como disciplina, la antropología física ha logrado adaptar e incorporar nuevos elementos técnicos en sus metodologías, lo cual ha llevado a la especialización y aplicación de nuevos conocimientos en sub-disciplinas como es el caso de la antropología forense. Los procedimientos analíticos utilizados en ambas líneas de investigación han revisado y aplicado una multiplicidad de técnicas, las cuales de alguna manera involucran la valoración y apreciación visual ya sea a través de vías radiográficas, morfológicas, o bien métricas. Todas estas técnicas han servido para la obtención de parámetros de referencia entorno al esqueleto humano. Históricamente, estos estudios han centrado sus objetivos y atención en el cráneo y huesos que integran la cintura pélvica (Spradley, 2011; Krogman, 1986).

Cabe mencionar que el desarrollo de estas técnicas aún en la actualidad no ha logrado cubrir la gama de variabilidad y las expresiones que puede tener la morfología del esqueleto en todas las poblaciones del planeta, debido a la subjetividad latente que existe en la aplicación de métodos visuales que llegan a diferir de un observador a otro; sin embargo, estos métodos proporcionan una valiosa herramienta cuando se intenta determinar el sexo y hacer comparaciones entre poblaciones (Bruzek, 2002).

De ese modo, tanto la evaluación de tamaño (métodos métricos) como la forma (métodos visuales) complementan los análisis y fortalecen los diagnósticos (Walrath *et al.*, 2004).

Cuando los antropólogos físicos, bioantropólogos y antropólogos forenses estiman la edad, el sexo y la estatura de una población a partir de restos óseos se está evaluando al mismo tiempo su tamaño y forma, lo cual finalmente es parte de los pasos que contribuyen a la reconstrucción y diagnóstico del perfil biológico de un individuo.

Sin embargo, al ser la pelvis y el cráneo las piezas más utilizadas en la formación de sus diagnósticos, las posibilidades de obtener resultados se limitan a la existencia y conservación de estas piezas, lo cual demanda enfrentar estas dificultades con diversas alternativas, ya sea con la utilización de otras piezas óseas, o bien con la generación de parámetros de referencia contruidos y formados con las mismas poblaciones en las cuales se aplican estas técnicas.

En los últimos 30 años la investigación forense se ha ocupado de traer a la mesa de discusión la viabilidad de emplear otros huesos que sean más funcionales en el diagnóstico y asignación de los parámetros mínimos para la identificación humana (sexo, edad, estatura y filiación biológica); lo anterior, junto con la necesidad de tipificar estas características para cada población (Iscan, 2005), ha llevado a que los investigadores sean más rigurosos con las técnicas propuestas y más prácticos con los aparatos e instrumental empleado en dichas investigaciones.

Cabe mencionar también que desde hace más de 50 años la formación de colecciones osteológicas de edad y sexo conocido, en diferentes partes del mundo, ha contribuido a la construcción de parámetros de referencia confiables y sólidos; sin embargo, a pesar de los logros a los cuales se ha llegado, aún existe la necesidad de contar con colecciones que sean, sobre todo, representativas de las poblaciones modernas, donde

sea posible incorporar la variabilidad intraespecífica de cada grupo biológico analizado (Weiss, 2015; Hunt, 2005).

De esta manera, segmentos y estructuras óseas que anteriormente no eran considerados como importantes y determinantes en la asignación del sexo, respaldándose en alguna técnica, el día de hoy tienen el apoyo tanto de la formación de colecciones osteológicas como del desarrollo técnico-metodológico que ha permitido sumar los resultados de huesos tan pequeños, como los del carpo, a esta tarea de la identificación humana (Mastrangelo, 2011).

En el caso de los huesos del metacarpo y el metatarso también han logrado dar un aporte significativo a los estudios del dimorfismo sexual en esqueletos contemporáneos.

Estudios de dimorfismo sexual en metacarpo

La estructura de la mano y los huesos del metacarpo han sido objeto de varios estudios en antropología evolutiva (Darwin, 1781), osteometría clásica (Krogman, 1986) y en el campo forense, ya sea para asignar estatura (Jasuja y Singh, 2004; Wilbur, 1998; Danborn, 2008) o bien para asignar sexo a partir de impresiones y dimensiones palmares (Krishan *et al.*, 2011; Kanchan *et al.*, 2010). En el área forense, particularmente en México la mano y los huesos del metacarpo no han tenido la relevancia y consideración respecto de la literatura reportada para el resto del mundo.

A principios de la década de los ochenta, en un trabajo efectuado en metacarpos con adolescentes negros y blancos norteamericanos, japoneses y namibianos, fueron utilizadas placas radiográficas para hacer mediciones directas en el segundo metacarpiano, evaluando las variables de la longitud máxima y el diámetro a la mitad de la

diáfisis. Los autores encontraron diferencias raciales significativas en las cuatro poblaciones para ambas medidas, sin que el sexo de los sujetos estuviera influyendo en estas diferencias (Singer, 1980).

En 1994 se evaluaron mediante radiografías de mano 609 hombres y 383 mujeres adultos con edades entre 19 y 94 años, utilizando principalmente la anchura total y la anchura medular a la mitad de la diáfisis del segundo metacarpo, con el propósito de obtener el grosor del hueso cortical y del área medular.

Entre individuos diestros y zurdos las diferencias fueron significativas para las dos variables en ambos sexos. Los resultados sugieren que el uso funcional de las manos promueve la formación perióstica y endosteal de la corteza del segundo metacarpo y apoyan la tesis de la influencia de efectos mecánicos que provocan asimetría (Roy, 1994).

Scheuer y Elkington realizaron seis mediciones directas en hueso, en una muestra de 60 individuos adultos, todos ellos referenciados en el sexo, con compás de corredera mecánico en los cinco metacarpianos de ambas manos y en la primera falange proximal de cada dedo. En sus resultados reportan que las ecuaciones para primer metacarpo produjeron el grado más alto de determinación correcta del sexo, teniendo como porcentaje de efectividad un rango del 74 al 94%. Finalmente, las ecuaciones generadas fueron aplicadas a una segunda muestra de 20 individuos de sexo documentado a fin de establecer el grado de exactitud, lo cual dio resultados de un 85 a 90% (Scheuer y Elkington, 1993).

Un trabajo que tuvo como objetivo crear funciones discriminantes con fines forenses fue el de Anthony Falsetti de la Universidad de Florida; en este elaboró funciones discriminantes de tres colecciones osteológicas de sexo referenciado, a partir

de cinco medidas. En el metacarpo segundo, cuarto y quinto se obtuvieron porcentajes de clasificación correcta del 92, 86 y 84%, respectivamente. Las tres ecuaciones lineares resultantes fueron aplicadas a material contemporáneo de sexo conocido, encontrando que el porcentaje de clasificación varía por muestra; estos resultados se atribuyeron a una cuestión racial (Falsetti, 1995).

Sobre este tema la *American Journal of Human Biology* publicó el trabajo de Onat (1997), donde se estudiaron 110 mujeres de Turquía a las cuales les realizaron evaluaciones cada seis meses durante tres años y después de 14 años se logró observar que en el segundo metacarpiano el grosor cortical aumentó, mientras que se produjo un decremento significativo en el crecimiento del diámetro externo y su longitud total; estos resultados el autor los atribuye a una posible reducción significativa en el espacio medular como consecuencia de una deposición endosteal del hueso. Para Onat, este engrosamiento cortical puede ser explicado en función del aumento y desarrollo de los caracteres sexuales secundarios; sin embargo, no es un factor independiente, ya que el aumento en el grosor de la cortical del segundo metacarpiano es paralelo al desarrollo en la edad ósea.

Por su parte, Stojanowski revisa la longitud máxima, diámetro máximo a mitad de la diáfisis, diámetro transverso y anteroposterior de la base y también de la cabeza en los cinco huesos del metacarpo de ambas manos. De ello obtuvo 35 funciones discriminantes lineares usando seis medidas para cada metacarpo con el empleo de dos a cinco variables en la construcción de la función y un nivel de predicción del 79 al 85%, con lo cual encontró los valores más altos en el cuarto metacarpo con un rango de 81 a 89%.

Los análisis de ANOVA y MANOVA indicaron que, sin importar las características de la población, es posible aplicar estas funciones indistintamente para la filiación biológica del individuo (Stojanowski, 1999).

Con muestras históricas documentadas, contamos con el estudio en población inuit de principios del siglo xx y colonos europeos de la segunda mitad del xix. Mediante comparaciones realizadas, se encontró que, con excepción del diámetro transversal de la mitad de la diáfisis, todas las mediciones muestran altas diferencias significativas en sus medias, siendo las medidas de la base en la población inuit las cuales presentan mayores diferencias, reflejándose específicamente en el ancho de la base, además de un empalme metacarpo-falángico más profundo (Lazenby, 1999).

La interpretación de estas diferencias es interesante, ya que se ponen en juego factores físico-mecánicos y biológicos, al poner como modelo explicativo la regla eco-geográfica de Allen y las premisas de Bergmann, donde las adaptaciones biológicas al frío también se cumplen debido a los cambios adaptativos en la morfología corporal (Katzmarzyk, 1998).

Posteriormente, Lazenby (2002) obtiene funciones discriminantes con la misma muestra de su trabajo, en 1999, y reporta que la muestra euro-canadiense es más dimórfica que la muestra inuit al aplicar análisis estadístico por medio de "pruebas t".

En sus conclusiones, Lazenby sostiene que la expresión del dimorfismo sexual en los metacarpos es una condición multifactorial, donde intervienen aspectos mecánico-funcionales, socioculturales y de roles de género.

Otra línea de investigación que ha evaluado la expresión del dimorfismo sexual en adultos es aquella que involucra la relación proporcional en la longitud de las falanges del segundo dedo en comparación con el cuarto dedo (2D:4D). Al respecto,

los trabajos de McFadden (2002; 2003; 2005 y 2009) han proporcionado técnicas y metodología de registro de datos que resultan relevantes, ya que ha hecho anatomía comparada de primates actuales y ha contrastado también colecciones documentadas históricas y contemporáneas.

En uno de sus trabajos más recientes, este autor reporta en cuanto a metacarpos y metatarsos las comparaciones realizadas en muestras de esqueletos contemporáneos de poblaciones de extracción europea caucásica y negros de extracción africana (McFadden, 2009).

Los valores de población negra son mayores a los de población blanca. Destaca también que el segundo y el tercer metacarpo son aquellas piezas donde se tienen mayores diferencias por sexo en su longitud total en ambas muestras. En el caso del metatarso, es en el segundo y el quinto huesos donde se muestra mayor dimorfismo sexual. También menciona que la edad es un factor que influye en la longitud total de los metacarpianos, ya que existe un acortamiento atribuido principalmente a los efectos acumulativos de la tensión mecánica por periodos de 30 años (Harris; 1992, en McFadden, 2009). En sus conclusiones, refiere que los metacarpianos no presentan el mismo patrón de dimorfismo sexual reportado para la longitud total del dedo, además de que el quinto metacarpiano de mano izquierda muestra diferencias significativas por sexo en las muestras utilizadas de sexo documentado. En el caso de los metatarsos, no hubo datos significativos que mostraran diferencias morfológicas por sexo en ninguna de las dos muestras.

Un trabajo que puso a prueba la efectividad y aplicabilidad de funciones discriminantes fue el de Burrows y colaboradores (citado por Case, 2007), en donde se cuestionó la validez del uso de metacarpianos para evaluar el sexo en restos huma-

nos. En este trabajo se evaluaron tres métodos publicados anteriormente en una muestra de esqueletos euro-estadounidenses contemporáneos, con resultados nada recomendables, ya que sus porcentajes en la asignación correcta que alcanzaron las funciones discriminantes fueron muy menores al 80%. Los métodos evaluados fueron hechos por Scheuer y Elkington (1993), Falsetti (1995) y Stojanowski (1999).

La baja productividad de los resultados de esta investigación, al parecer, está en la aplicación de funciones en poblaciones en las cuales no fueron generados estos estándares, lo que refuerza la idea de generar parámetros particulares para cada población.

Dos trabajos más se han sumado a la construcción de funciones discriminantes con fines forenses. El primero de ellos estudió hombres y mujeres españoles adultos de la colección de edad y sexo conocido de la Universidad Complutense de Madrid, tomando ocho medidas de los metacarpos de ambas manos; se obtuvieron diez ecuaciones para aplicarse como funciones discriminantes por cada lado, con rangos que van del 81% para los metacarpos cuarto y quinto derechos y del 91% en metacarpo segundo del lado izquierdo, teniendo como mejor medida discriminante para el primer y el tercer metacarpo, el diámetro anteroposterior de la cabeza; para el segundo metacarpo, el diámetro transversal de la cabeza; para el cuarto metacarpo, el diámetro anteroposterior de la base y para el quinto metacarpo, el diámetro transversal de la mitad de la diáfisis. También reportan un desarrollo diferencial entre manos derechas e izquierdas (Barrio, 2006).

El segundo trabajo es el de Case y Ross en la colección Terry, donde las funciones discriminantes dan como conclusión que los huesos de la mano izquierda son un mejor indicador del dimorfismo sexual que los de la mano derecha; de aquí se obtuvi-

eron cinco funciones que exceden el 80% y dos funciones con porcentajes por encima del 85%; en mano derecha estos datos se sitúan por debajo del 80%. En el caso de los huesos del pie, solo se consideraron los del lado derecho; aún así, los datos de clasificación correcta fueron menores al 79.6%.

Como dato no reportado anteriormente, estos autores mencionan que las falanges y en particular las distales tienen un carácter potencialmente discriminatorio sexual que podría estar por encima de lo ya reportado para metacarpos y metatarsos (Case, 2007).

En 2011 la población analizada fue la de Tailandia, donde se estudiaron 249 individuos adultos de una colección documentada, para obtener ecuaciones de regresión con fines predictivos al sexo de los individuos. Los autores obtuvieron datos de predicción que van del 79.5 (con una medición por hueso) al 89.3% (con tres mediciones combinadas). Los promedios de asignación resultantes en el lado izquierdo fueron de 87.3% y en lado derecho de 86.7%, teniendo al quinto metacarpiano como el hueso con mayor capacidad de predictiva (Khanpetch *et al.*, 2012).

Estudios de dimorfismo sexual en metatarso

Los estudios en pie y metatarso en particular han sido pocos mundialmente en el terreno de la asignación del dimorfismo sexual por medio de mediciones osteométricas directas en hueso; en su caso, ningún trabajo ha sido publicado en México.

Alicia Wilbur, de la Universidad de Nuevo México, realizó un trabajo con esqueletos prehistóricos de nativos americanos de sexo desconocido de la zona de Illinois, a fin de obtener funciones discriminantes. En sus resultados concluye que tanto meta-

tarsos como metacarpos no tienen la potencia suficiente para ser considerados con un valor discriminante (apenas del 72%) (Wilbur 1998).

Un trabajo clásico y de referencia obligada es el de Robling y Ubelaker (1997); de los individuos referenciados que utilizaron de la colección Terry, obtuvieron funciones discriminantes tomando en cuenta una población de negros y blancos norteamericanos. Sus porcentajes de clasificación correcta fueron de un 88.0 a un 100% para cada una de las muestras; al combinar las funciones interpoblacionalmente el hueso que da mayores porcentajes es el primer metatarso, llegando incluso al 100%, con lo cual se tienen las longitudes máximas como las mejores variables discriminatorias y los diámetros transversos de la mitad de la diáfisis como los menos confiables en la asignación del sexo.

A partir del inicio del siglo *xxi* la necesidad de construir parámetros de referencia poblacionales exige a los antropólogos forenses tener materiales documentados. Es así que una de las colecciones más empleadas al día de hoy es la Raymond A. Dart Collection de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo, donde en 2008 fueron revisados 226 individuos adultos a quienes se les aplicaron longitudes máximas en cada uno de los cinco metatarsianos y una longitud fisiológica al quinto metacarpiano para obtener ecuaciones de regresión. En sus resultados señalan que el error estándar, mostrado por los metatarsos en las ecuaciones, es menor a la de otras piezas analizadas (cráneo, tibia y calcáneo), por lo cual los metatarsos muestran una mejor eficacia predictiva para la estatura; esto refuerza la idea de que los sujetos masculinos son proporcionalmente más grandes que los femeninos (Bidmos, 2008).

Por su parte, Mountrakis y sus colaboradores (2010) se encargaron de obtener funciones discriminantes en población griega contemporánea documentada. Utili-

zando 186 individuos adultos (97 varones, 89 mujeres) lograron obtener funciones que van del 80,7 al 90,1%, y aplicando una validación cruzada fue posible obtener desde 77,9 hasta 86,4%. Los valores masculinos fueron en todos los caso mayores; sin embargo, para los autores no fue posible determinar el origen de estas diferencias.

Antropología forense en México y estudios de dimorfismo sexual

Los trabajos de investigación vinculados a la antropología forense en México refieren sus primeros reportes en el siglo XVI con Francisco López de Gómara y José de Acosta. A estos autores se les deben muchas descripciones de la conquista de México, quienes enumeraron eventos y batallas, pero también realizaron descripciones de personas y características físicas de muchos de los personajes que participaron de estos eventos. Ya en el momento de la conformación más “científica” de la disciplina, la cual está vinculada a los trabajos efectuados por médicos y naturalistas influenciados por el positivismo, estos generan publicaciones y datos que van a enmarcarse en una primera etapa de la conformación de la especialidad, tal es el caso de los trabajos de Leon Coindet y D. Jourdanet, y Théodore Hamy, quien publica su obra *Anthropologie du Mexique* en 1884. Todos estos trabajos representan un aporte etnográfico significativo al conocimiento de los pueblos que habitaban nuestro país (Madrigal, 2016; Serrano, 1993); también en este periodo fueron un aporte muy importante los trabajos de Nicolás León, Martínez Baca y Manuel Vergara (Lagunas, 2009).

Una segunda etapa de nuestra disciplina es la que tiene un enfoque hacia el desarrollo científico y que abandona la línea de la antropología criminal que seguía la escuela de Bertillon y Lombroso. Este periodo abarca desde el periodo posrevolucionario, a finales de los años 30, hasta 1969. Y que destaca por la participación de

antropólogos físicos en el ámbito forense, sobre todo en su vertiente legal y judicial, participando en instituciones pertenecientes al ámbito oficial y del gobierno propiamente. El caso excepcional en este periodo fue el trabajo del doctor Santiago Genoves, quien tuvo una de las primeras iniciativas en formar una colección osteológica con fines antropológicos, dentro del Departamento de Anatomía de la Universidad Nacional Autónoma de México en los 50 (Lagunas, 2009).



Carleton S. Coon, Santiago Genoves, and Joe Weiner at the UNESCO meeting on race in Moscow, 1964 (tomado de Little, 2012).

La tercera etapa se ubica desde el año 1970 hasta la actualidad. La mayoría de las participaciones de antropólogos físicos en este periodo están vinculadas a la medicina legal y al ámbito judicial.

De ellas han resultado aportes que van desde publicaciones hasta la participación activa en peritajes históricos e investigaciones de corte político. Uno de los

primeros personajes en dar peritajes antropológicos con fines legales fue el doctor Arturo Romano Pacheco (Lagunas, 2009).



Rostros de la antropología: Arturo Romano Pacheco [videorecording], INAH TV, CDMX, México, mayo 2013.

La consolidación de nuestra disciplina ha promovido y aportado logros que van desde la formación de colecciones osteológicas (San Nicolás Tolentino del INAH, Facultad de Medicina de la UNAM, Colección Xoclan de la Universidad de Yucatán, Colección Zimapán, Hidalgo, de la UNAM) hasta publicaciones a nivel internacional centradas en temas que incluyen la reconstrucción facial, así como la creación de funciones discriminantes específicas para población mexicana. De esta etapa el reconocimiento a la Dra. Martha Pimienta Merlin como precursora en la formación de la colección de esta investigación.



Maricarmen Serra Puche, Juan Ramón de la Fuente, Martha Pimienta, Patricio Patrón Laviada, *Gaceta UNAM*, núm. 3966, 5 mar. 2007.

En este contexto es posible ver que, al menos en la particular historia de México, el desarrollo de estudios sobre dimorfismo sexual es reciente pero, sobre todo, ha estado en estrecho vínculo con investigaciones que han permanecido en el seno del ámbito académico (UNAM, ENAH, INAH), de ahí que han sido difundidos al terreno de las investigaciones judiciales y de tipo legal. Este puente generado entre estos dos campos de la investigación (una institucional y otra académica) aún es débil y no ha logrado la importancia y repercusión que ha tenido en países de habla hispana, como Argentina, Chile o Colombia, donde el trabajo forense se convierte en antropología aplicada (Cuenca, 1994).

Estudios de dimorfismo sexual en México

Los antecedentes en México son pocos en comparación con el desarrollo de técnicas utilizadas hoy en día para los diferentes huesos del esqueleto en el resto del mundo, además de las limitaciones de acceso a material de sexo y edad conocidos que puedan servir como referencia en la construcción de parámetros confiables; sin embargo, los resultados han sido significativos debido a que algunos de estos trabajos siguen siendo precedente y base para el desarrollo de otros estudios.

Uno de los primeros investigadores en México en emplear funciones discriminantes en material óseo fue Santiago Genovés (1959), quien trabajó con hueso coxal a fin de hacer una predicción del sexo de individuos adultos.

Posteriormente, dos investigadores del Instituto Nacional de Antropología e Historia se dieron a la tarea de revisar dos muestras de cráneos históricos (La Candelaria y Tlatelolco). De estas evaluaron diámetros máximos en cráneo facial y cráneo neural con el objetivo de mostrar el tipo de análisis al cual era posible someter los materiales osteológicos mediante métodos estadísticos en los estudios de antropología física (Montemayor y Jaen 1960).

A finales de los años 60 López Alonso (1969) llevó a cabo un estudio en huesos largos de miembro superior (húmero, cubito y radio) y miembro inferior (fémur y tibia), con la intención de aplicar análisis discriminante en su muestra. La población que tomó como referencia fue un total de 109 sujetos (48 masculinos y 61 femeninos) de época prehispánica. Obtuvo que el fémur es el hueso que aporta un mayor grado de certidumbre, con 92.07%, incluyendo cuatro medidas (longitud fisiológica, diámetro vertical de la cabeza, diámetro transversal de la diáfisis y anchura bicondilar). Cabe

mencionar que este estudio tiene la dificultad de haber sido trabajado con material en el cual el sexo fue asignado por criterios de discriminación morfológica.

Otro estudio también en fémur es el de Vargas, Ramírez y Flores, en donde fue evaluada la estatura. Los investigadores se basaron en un rasgo que representa una diferencia sexual en muchas poblaciones a lo largo de la historia. Analizaron 70 fémures masculinos y 43 femeninos de la colección de la Facultad de Medicina de la UNAM recopilada por Genovés, siguiendo las mismas medidas planteadas por López Alonso. Al utilizar también análisis discriminante, se logró una efectividad de clasificación por funciones discriminantes del 93.57% (Vargas G. *et al.*, 1973).

Lagunas (1974) abandona los análisis convencionales en huesos largos y utiliza la mandíbula como hueso para aplicar funciones discriminantes. Su muestra de origen prehispánico, recuperada en un rescate arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, arrojó un total de 27 mandíbulas masculinas y 26 femeninas y se completó con piezas provenientes de Tlatelolco: 17 masculinas y 16 femeninas, teniendo como medida con mayores porcentajes de asertividad la longitud total, con un 89.59%.

En el año 2000 se presenta un antecedente de estudios sobre dimorfismo sexual en población mexicana. Pimienta analiza huesos de miembro superior e inferior, teniendo al húmero como aquel elemento del esqueleto que mejores porcentajes de clasificación da en sus resultados, donde se logran porcentajes de hasta el 95% (Pimienta, 2000)

En 2002 quien esto escribe presentó su tesis de licenciatura donde se analizan los huesos rótula y fémur a fin de generar funciones que determinaran el sexo. La muestra utilizada fue de esqueletos referenciados para edad y sexo de los cuales se obtuvieron

porcentajes de clasificación mayores al 90%, utilizando la anchura bicondilar de fémur y la anchura de la faceta articular interna de rótula (Torres, 2002).

En 2005 nuevamente se elaboran funciones discriminantes en población mexicana con una muestra referenciada y se elabora un estudio donde se lleva a cabo un análisis métrico-morfológico del hueso húmero, con el propósito de conocer la existencia de diferencias sexuales. La muestra estuvo conformada por 87 sujetos adultos de la colección esquelética contemporánea del Laboratorio de Antropología Física del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM. Los resultados del análisis permitieron establecer 78 funciones discriminantes para determinar el sexo, con porcentajes de probabilidad de acierto que van de un 80.0 hasta un 95.2% (Pimienta, 2005).

En 2007, cuando el tema del dimorfismo sexual estaba de nuevo presente en una publicación en México, Escorcía y colaboradores presentaron sus resultados en una investigación en patelas de 64 esqueletos de edad y sexo conocidos de población mestiza de Caltimacán, Hidalgo. Aplicando siete mediciones directas con calibre de corredera, obtuvieron un porcentaje de asignación correcta de 88.7% y sus funciones discriminantes indicaron que la altura máxima y la anchura de la carilla articular interna son las más dimórficas de las variables evaluadas (Escorcía Hernández *et al.*, 2007).

Al año siguiente se presenta el trabajo de tesis de maestría de Escorcía, donde obtiene funciones discriminantes con una muestra de esqueletos de la localidad de Caltimacán, municipio de Tasquillo, Hidalgo. Los huesos considerados en este trabajo incluyen cráneo, miembro superior e inferior, clavícula, escápula, rótula y calcáneo. Todos los valores obtenidos en sus funciones son cercanos al 80% de asignación correcta, siendo las funciones elaboradas para humero, clavícula, fémur y rótula

aquellos huesos que mas altos porcentajes tuvieron asignándose un criterio de *muy seguro* al momento de aplicar la función discriminante, ya que sus valores estaban por encima del 85% de certidumbre (Escorcía Hernández, 2008)

Un grupo de huesos poco evaluado y que tuvo oportunidad de analizarse con una muestra de sexo conocido fue el carpo en la colección del Laboratorio de Antropología Física de la Facultad de Medicina de la UNAM. Se analizó una muestra de 136 individuos (78 hombres y 58 mujeres). La edad de los individuos osciló entre 25 y 85 años. Fueron tomadas entre cuatro y nueve mediciones de cada uno de los ocho huesos del carpo. Adicionalmente se realizaron pruebas de error intra- e interobservador. Se realizaron análisis de "Pruebas t" para muestras independientes, lo cual confirmó que todos los huesos del carpo presentan dimorfismo sexual. La clasificación correcta fluctuó entre 81.3 y 92.3% en el análisis discriminante con la aplicación de un modelo multivariado (Mastrangelo *et al.*, 2011).

En la misma serie de sexo conocido de la muestra de la UNAM Sanchez-Mejorada y colaboradores (2011) realizaron una valoración de un método propuesto por Murail, Bruzek, Houët y Cunha (2005), y revisaron 250 huesos coxales derechos e izquierdos, 118 femeninos y 132 masculinos, encontrando que la longitud del pubis y la profundidad de la escotadura ciática presentan un patrón de dimorfismo reverso en el caso de las mujeres. Concluyen que el 90% de los casos fue clasificado correctamente en relación con su grupo de referencia, es decir, 116 de las 118 mujeres se clasificaron correctamente (98.31%) y en 107 de los 132 hombres se asignó el sexo de manera acertada (81.06%).

En ese mismo año también se publicó el trabajo de Gómez-Valdez y otros, quienes obtuvieron funciones discriminantes para el hueso coxal y hueso sacro de

individuos adultos de la colección de la Facultad de Medicina de la UNAM; de allí se valoraron un total de 146 huesos aplicando un total de 24 variables, de lo cual se obtuvo un resultado de 99% para las funciones discriminantes en hueso coxal y 87% para el hueso sacro.

Recientemente Álvarez Villanueva (2014) comparó dos muestras contemporáneas de sexo referenciado, la primera de población mestiza de la ciudad de México bajo custodia de la UNAM (con un total de 108 mandíbulas, 33 femeninas y 75 masculinas) y la segunda de Santa María Xigui, Alfajayucan, Hidalgo (con un total de 56 mandíbulas, 30 masculinas y 26 femeninas). En este trabajo sus resultados presentan cuatro funciones discriminantes para cada muestra, con porcentajes de asignación correcta del sexo de 78.1% en la muestra de la Ciudad de México y de 84% en la de Hidalgo.

Como se observa, en esta breve recapitulación de los estudios de dimorfismo sexual en México y el resto del mundo destaca, por un lado, la necesidad de sumar investigaciones de este tipo en el campo de la Antropología forense en nuestro país; y por otra parte, contar con difusión y estandarización de las técnicas de estas investigaciones ayudaría a que la práctica profesional y los diagnósticos de tipo legal e histórico tengan una solidez y reconocimiento, es decir, allí donde no hubiera cabida para conjeturas y presunciones ausentes de carácter científico.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODO

Existe un vínculo muy estrecho entre los diferentes tópicos encargados de dar cuenta de la variabilidad humana, por ejemplo la estatura vinculada al sexo, el sexo a una ascendencia biológica, una ascendencia biológica a la edad, y así de manera sucesiva podría encadenarse una larga lista de tópicos.

Pero es indiscutible que existe la necesidad de involucrar, en mayor o en menor medida, todos estos temas para así tener explicaciones más completas y precisas del fenómeno de la variabilidad biológica.

El sexo de los individuos en los diagnósticos forenses y antropológicos, como ya ha sido explicado en apartados anteriores, es posible evaluarlo de diferentes maneras. La estimación del sexo de un individuo puede llevarse a cabo mediante el análisis de sus variables, las cuales pueden ser cualitativas o cuantitativas, y siendo el sexo una variable en nuestra especie es posible llegar a medir esta característica.

La utilización de variables continuas en la estadística tiene una preferencia debido a su objetividad y reproductibilidad; sin embargo, la utilización de estas se encuentra limitada a una población específica, lo cual está estrechamente vinculado a la propia variabilidad de los sujetos que interviene en el estudio, ya que las proporciones y el tamaño de estos son, en ocasiones, particulares de cada población. De tal manera que se vuelve imperioso elaborar parámetros particulares para cada población, dando pie a que hoy día uno de los principales objetivos de la antropología forense sea la

elaboración funciones discriminantes con la mayor cantidad los huesos que integran el esqueleto humano.

Muestra empleada en el estudio

Los materiales empleados en este estudio pertenecen a la colección osteológica del Laboratorio de Antropología Física del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM, de los cuales se consideraron para el análisis final, en algunos casos, solo lado derecho y en otros solamente lado izquierdo de un total de 112 individuos (49 femeninos y 63 masculinos) Esta colección se inició en mayo de 1994; hasta el día de hoy se sigue incrementando en el número de sujetos que la integran.

La colección se ha formado en dos momentos, siendo el primero de ellos de 1994 a 2007 y el segundo de 2008 a 2010.

En el primero de estos periodos la participación y disposición de la doctora Martha Pimienta Merlín fue decisiva para iniciar la colección y perfeccionar la técnica de maceración, blanqueado y catalogación del material óseo.

A partir del año 2007 la incorporación del doctor Jorge Gómez Valdez y la coordinación de la Dra. Gabriela Sánchez-Mejorada Millán brindaron a la colección osteológica una apertura y creación de líneas de investigación especializadas en la antropología forense. En esta última etapa también se ha pretendido incluir material biológico con la mayor cantidad de información posible respecto de su procedencia, la causa de muerte del individuo e inclusive su ficha clínica.

Para obtener el material óseo primero se hace una evaluación de los cadáveres no reclamados que ingresan a la Facultad de Medicina y que son utilizados en las prácticas de disección por parte de los estudiantes en la materia de Anatomía.

La Facultad de Medicina, desde hace mas de 40 años, ha mantenido un convenio con la Secretaria de Salud, donde le son otorgados en custodia estos cadáveres con fines académicos y de investigación. Hasta el año 2004 las instituciones que participaban en este convenio eran hospitales psiquiátricos, hospitales del sector salud del Gobierno de la Ciudad de México, el Servicio Médico Forense (SEMEFO) y Centros de Asistencia Social (CAIS). Después de esta fecha y hasta febrero de 2016 solo se ha mantenido en este convenio con la UNAM, el Instituto de Ciencias Forenses (anteriormente SEMEFO) y los Centros de Asistencia e Integración Social (CAIS) pertenecientes al Instituto de Asistencia e Integración Social (www.iasis.df.gob.mx) del Gobierno de la Ciudad de México.

Todo este material biológico nutre la materia de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM, la cual contempla en su programa de estudios la utilización y práctica en cadáver para procesos de enseñanza-aprendizaje; en estos cursos se practican cortes en tejido blando, así como en hueso, de tal manera que algunos de los esqueletos pueden presentar mutilaciones o cortes. En promedio la Facultad de Medicina recibe alrededor de 300 cadáveres al año, de los cuales entre el 80 y 90% son de sexo masculino, teniendo así que los pocos individuos de sexo femenino destinados al trabajo en aulas son recuperados para su incorporación en la colección (Figura 1.).

En un segundo momento, los materiales son sometidos a procesos de maceración para la obtención de hueso. El primer objetivo de esta tarea es retirar, en la medida de lo posible, tejido blando a través de la intervención mecánica manual, retirando músculos, órganos, ligamentos, tendones, etc., para después separar en segmentos corporales la cabeza, tronco, cintura pélvica, miembro superior y miembro inferior.



Figura 1. Procedimiento de registro de información, maceración, limpieza y embalaje del material óseo que integra la colección osteológica del laboratorio de Antropología Física del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina, UNAM.



Figura 2. Registro y técnica de medición de las variables que fueron incluidas en este trabajo.

Todo esto se deposita en costales de tela (manta cruda) para, después, pasar a una tercera y última fase que involucra la acción térmica con agua, sosa cáustica y desengrasantes industriales en un proceso de hervido; el objetivo de este último proceso es eliminar las grandes cantidades de grasa que se impregnan al hueso, como consecuencia del tratamiento, para embalsamar los cuerpos con benzal, fenol, glicerina y formol, y así mantener en un buen estado de conservación los cadáveres y retrasar su proceso de descomposición.

Definición de variables

Se tomaron en cuenta para este trabajo los cinco huesos que conforman el metacarpo y los cinco huesos que conforman el metatarso, además de las dos primeras falanges de los cinco dedos de las manos y las cinco primeras falanges del pie de los cinco dedos, tanto para lado derecho como izquierdo.

Los criterios a considerar para la aplicación de las medidas fueron tomados de tres trabajos, dos de ellos en metacarpo (Case y Ross, 2007; Barrio, Trancho y Sánchez, 2006) y uno en metatarso (Ubelaker y Robling, 1997). La definición de cada una de las medidas y los puntos anatómicos a considerar se describen a continuación. Las longitudes fisiológicas de metatarso y metacarpo son tomadas con las puntas del vernier y el resto de las medidas son tomadas con la parte más ancha del mismo.

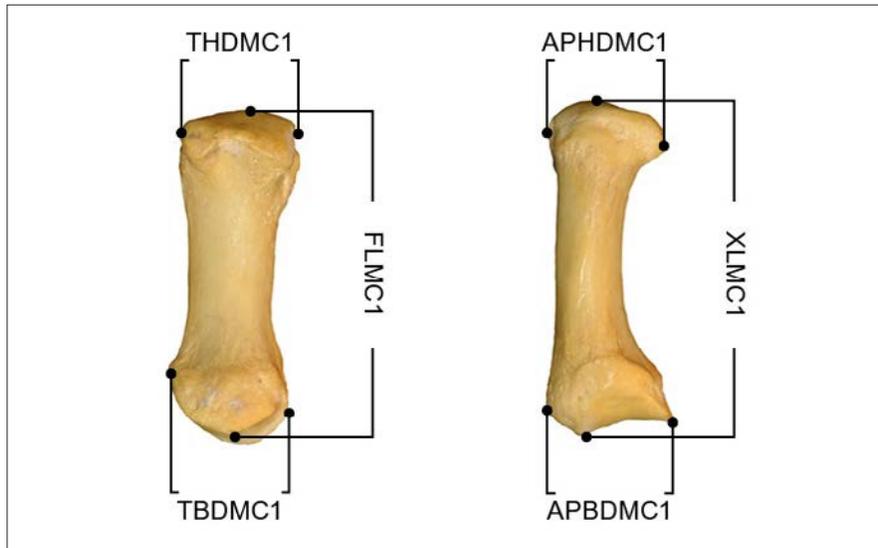


Figura 3.1. Esquema de las medidas empleadas para primer metacarpo.

Longitud máxima (XLMC1). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto más proximal sobre el borde más alto de la carilla articular con el trapecio.

Longitud fisiológica (FLMC1). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto central sobre la cara articular de la base.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMC1). Es la amplitud máxima que va desde el margen más bajo y más alto de los límites articulares de la cara palmar y la cara dorsal.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMC1). Es la anchura máxima, procurando los puntos más extremos de las caras lateral y medial de la cabeza, incluyendo los tubérculos palmares.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMC1). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más alto sobre la cara dorsal hasta el punto más bajo de la cara palmar.

Diámetro transversal de la base.- (TBDMC1). Es la anchura máxima que va desde los puntos más extremos de los planos perpendiculares a los ejes del compás.

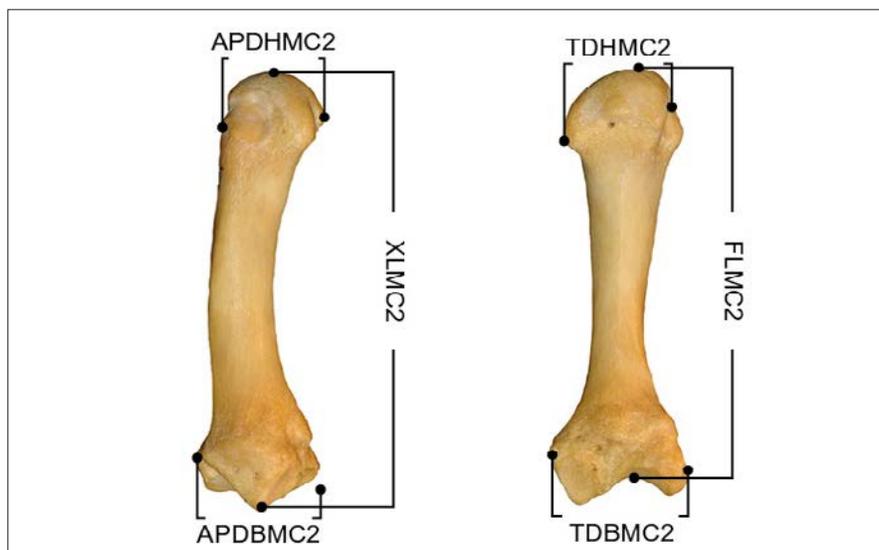


Figura 3.2. Esquema de las medidas empleadas para segundo metacarpo.

Longitud máxima (XLMC2). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto más proximal sobre el borde de la faceta de articulación con el hueso grande.

Longitud fisiológica (FLMC2). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto central sobre la cara articular de la base.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMC2). Es la amplitud máxima que va desde el margen más bajo y más alto de los límites articulares de la cara palmar y la cara dorsal.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMC2). Es la anchura máxima, procurando los puntos más extremos de las caras lateral y medial de la cabeza, incluyendo los tubérculos palmares.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMC2). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más alto sobre la cara dorsal hasta el punto más bajo del borde de contacto de la articulación del hueso grande y el tercer metacarpiano.

Diámetro transversal de la base (TBDMC2). Es la anchura máxima que va desde los puntos más extremos de los planos perpendiculares a los ejes del compás.

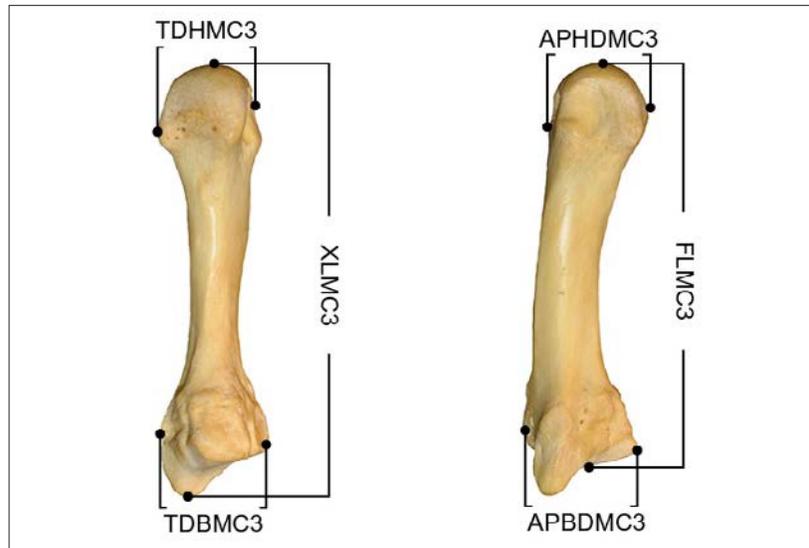


Figura 3.3. Esquema de las medidas empleadas para tercer metacarpo.

Longitud máxima (XLMC3). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto más proximal de la apófisis estiloides.

Longitud fisiológica (FLMC3). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto central sobre la cara articular de la base.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMC3). Es la amplitud máxima que va desde el margen más bajo y más alto de los límites articulares de la cara palmar y la cara dorsal.

Diámetro transversal de la cabeza (TDHMC3). Es la anchura máxima, procurando los puntos más extremos de las caras lateral y medial de la cabeza, incluyendo los tubérculos palmares.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMC3). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más alto de la apófisis estiloides hasta en punto más bajo de la cara

Diámetro transversal de la base (TDBMC3). Es la anchura máxima de la base, utilizando una línea recta sobre toda la cara lateral y otra línea paralela, tocando el extremo más distal de la carilla articular superior de la cara medial palmar.

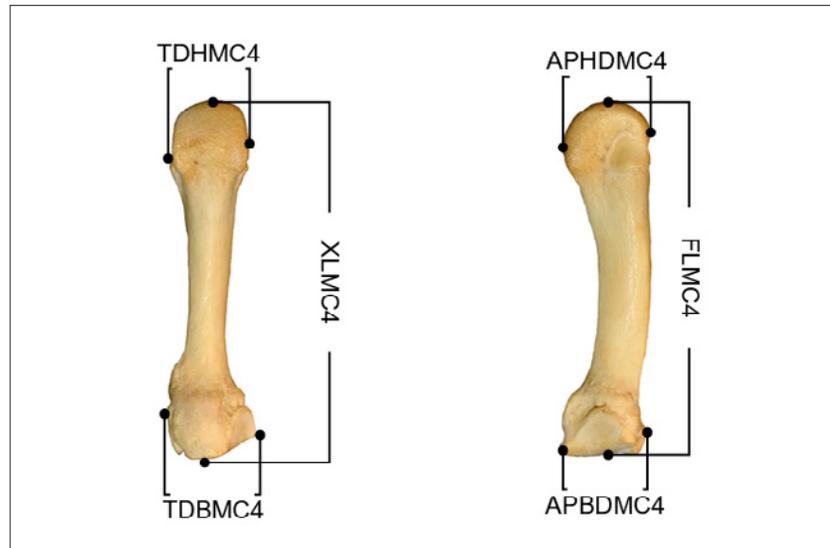


Figura 3.4. Esquema de las medidas empleadas para cuarto metacarpo.

Longitud máxima (XLMC4). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto más proximal sobre el borde de contacto de la articulación del hueso grande y el tercer metacarpiano.

Longitud fisiológica (FLMC4). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto central sobre la cara articular de la base.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMC4). Es la amplitud máxima que va desde el margen más bajo y más alto de los límites articulares de la cara palmar y la cara dorsal.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMC4). Es la anchura máxima, procurando los puntos más extremos de las caras lateral y medial de la cabeza, incluyendo los tubérculos palmares.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMC4). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más alto sobre la cara dorsal hasta el punto más bajo de la cara palmar.

Diámetro transversal de la base (TDBMC4). Es la anchura máxima que va desde los puntos más extremos de los planos perpendiculares a los ejes del compás.

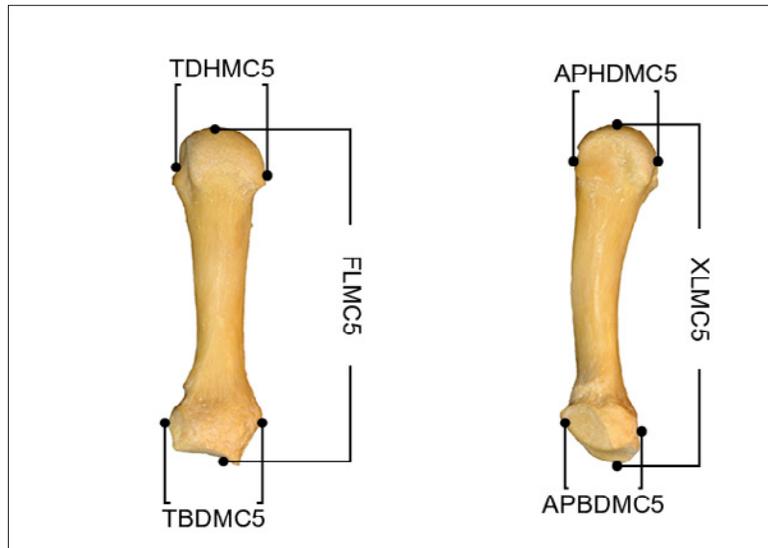


Figura 3.5. Esquema de las medidas empleadas para quinto metacarpo.

Longitud máxima (XLMC5). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto más proximal sobre el borde de la carilla articular para el hueso ganchoso.

Longitud fisiológica (FLMC5). Es la distancia que va desde el punto más distal sobre la cabeza hasta el punto central sobre la cara articular de la base.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMC5). Es la amplitud máxima que va desde el margen más bajo y más alto de los límites articulares de la cara palmar y la cara dorsal.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMC5). Es la anchura máxima, procurando los puntos más extremos de las caras lateral y medial de la cabeza, incluyendo los tubérculos palmares.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMC5). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más alto sobre la cara dorsal hasta el punto más bajo de la cara palmar.

Diámetro transversal de la base (TBDMC5). Es la anchura máxima que va desde los puntos más extremos de los planos perpendiculares a los ejes del compás.

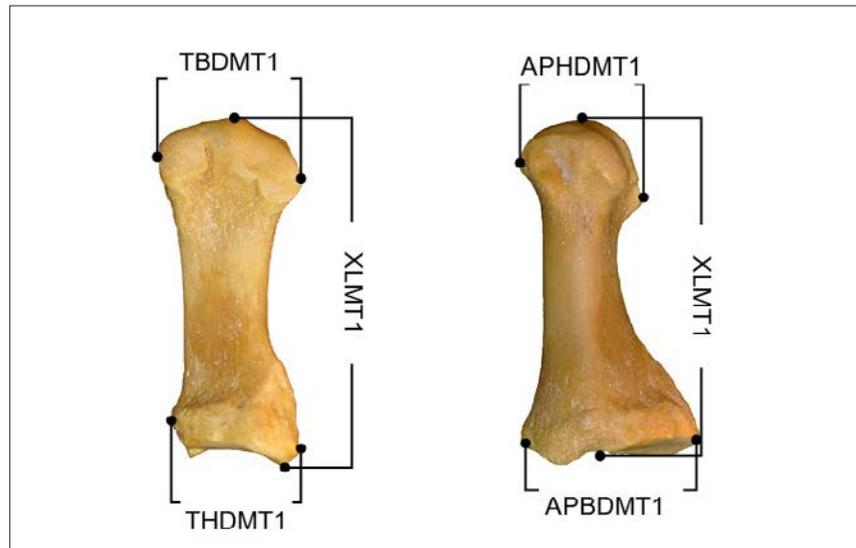


Figura 3.6. Esquema de las medidas empleadas para primer metatarso.

Longitud máxima (XLMT1). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto más proximal en el borde lateral de la base.

Longitud fisiológica (FLMT1). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto central sobre la carilla articular de la base.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMT1). Es la anchura máxima de la carilla articular entre el punto medio del margen medio plantar de la cabeza de las caras medial y lateral de la misma, buscando la mayor apertura de esta distancia.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMT1). Es la amplitud máxima de la cabeza que va desde el punto más alto de la cara dorsal hasta el punto más bajo del borde plantar sobre la cresta medial.

Diámetro transversal de la base (TBDMT1). Es la anchura máxima de la base epifisiaria, procurando los extremos centrales de las caras lateral y medial.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMT1). Es la amplitud máxima que va desde el punto más alto de la cara dorsal hasta el punto más bajo de la cara plantar.

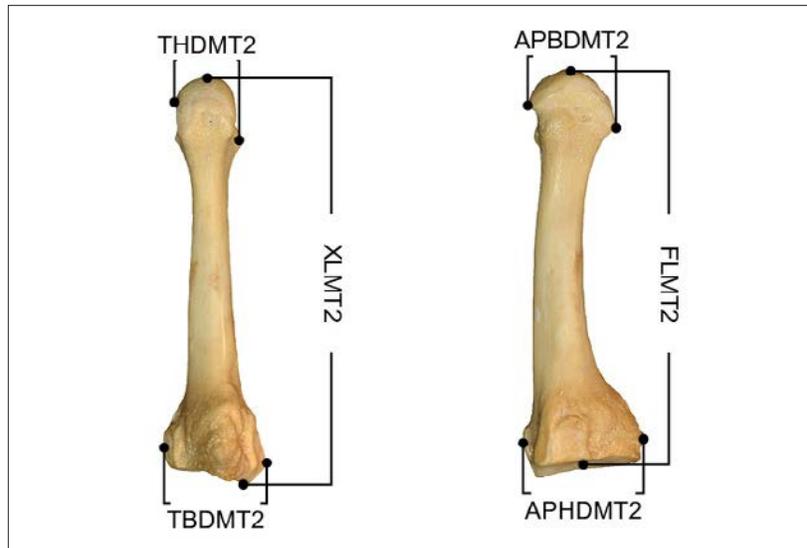


Figura 3.7. Esquema de las medidas empleadas para segundo metatarso.

Longitud máxima (XLMT2). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto más proximal en el borde lateral de la base.

Longitud fisiológica (FLMT2). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto central sobre la carilla articular de la base.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMT2). Es la anchura máxima de la carilla articular de la cabeza, utilizando líneas paralelas sobre toda la cara medial y la cara lateral.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APBDMT2). Es la amplitud máxima de la cabeza que va desde el punto más alto dentro del margen proximal de la cara dorsal hasta el punto más bajo dentro del margen distal de la cara plantar.

Diámetro transversal de la base (TDBMT2). Es la anchura máxima de la base, utilizando una línea recta sobre toda la cara medial y otra línea paralela tocando el extremo más distal de la carilla articular superior de la cara lateral.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMT2). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más bajo del vértice de su base hasta el punto más alto del borde superior.

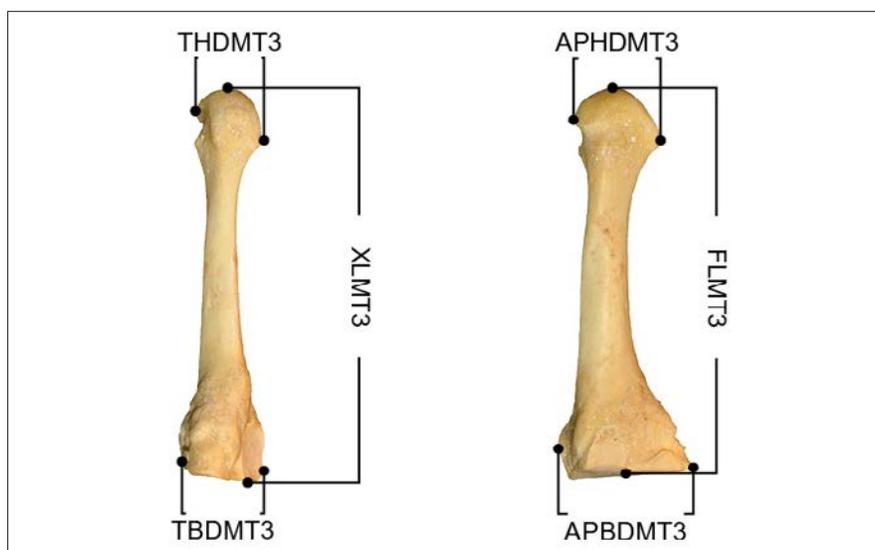


Figura 3.8. Esquema de las medidas empleadas para tercer metatarso.

Longitud máxima (XLMT3). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto más proximal en el borde lateral de la base.

Longitud fisiológica (FLMT3). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto central sobre la carilla articular de la base.

Diámetro transversal de la cabeza (TDHMT3). Es la anchura máxima de la carilla articular de la cabeza, utilizando líneas paralelas sobre toda la cara medial y la cara lateral.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMT3). Es la amplitud máxima de la cabeza que va desde el punto más alto dentro del margen proximal de la cara dorsal hasta el punto más bajo dentro del margen distal de la cara plantar.

Diámetro transversal de la base (TBDMT3). Es la anchura máxima de la base, utilizando una línea recta sobre toda la cara lateral y otra línea paralela tocando el extremo más distal de la carilla articular superior de la cara medial.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMT3). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más bajo del vértice de su base hasta el punto más alto del borde superior.

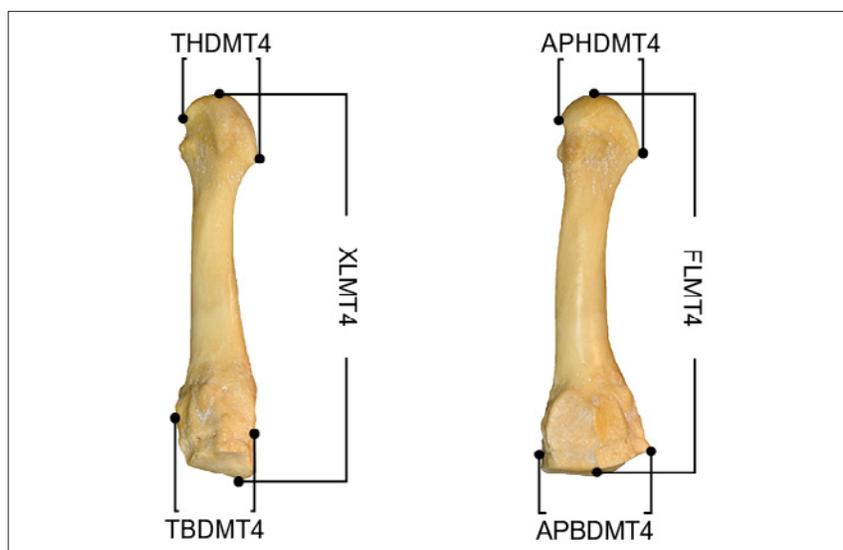


Figura 3.9. Esquema de las medidas empleadas para cuarto metatarso.

Longitud máxima (XLMT4). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto más proximal en el borde lateral de la base.

Longitud fisiológica (FLMT4). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto central sobre la carilla articular de la base.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMT4). Es la anchura máxima de la carilla articular de la cabeza, utilizando líneas paralelas sobre toda la cara medial y la cara lateral.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMT4). Es la amplitud máxima de la cabeza que va desde el punto más alto dentro del margen proximal de la cara dorsal hasta el punto más bajo dentro del margen distal de la cara plantar.

Diámetro transversal de la base (TBDMT4). Es la anchura máxima de la base, utilizando líneas paralelas sobre toda la cara medial y la cara lateral.

Diámetro anteroposterior de la base. (APBDMT4). Es la amplitud máxima de la base que va desde el punto más bajo del borde articular hasta el punto más alto del borde superior, manteniendo un plano paralelo entre estos.

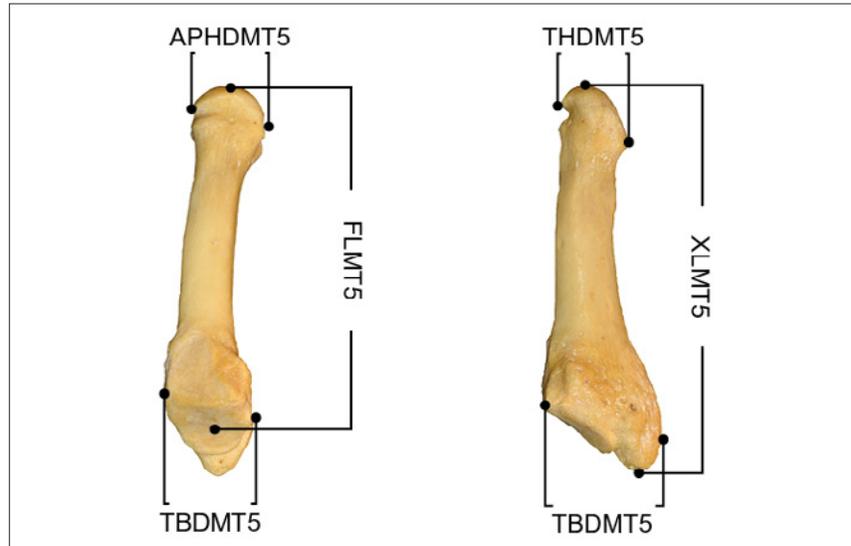


Figura 3.10. Esquema de las medidas empleadas para quinto metatarso.

Longitud máxima del 5º metatarsiano (XLMT5). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto más proximal en la tuberosidad de la base.

Longitud fisiológica (FLMT5). Es la distancia que va desde el punto más distal en la cabeza hasta el punto central sobre la carilla articular de la base.

Diámetro transversal de la cabeza (THDMT5). Es la anchura máxima de la carilla articular de la cabeza, utilizando líneas paralelas sobre toda la cara medial y la cara lateral.

Diámetro anteroposterior de la cabeza (APHDMT5). Es la amplitud máxima de la cabeza que va desde el punto más alto de la cara dorsal hasta la cresta más distal en la cara plantar.

Diámetro transversal de la base (TBDMT5). Es la anchura máxima de la base, utilizando una línea recta sobre la carilla articular y otra línea paralela sobre el punto más extremo del tubérculo lateral.

Diámetro anteroposterior de la base (APBDMT5). Es la amplitud máxima de la faceta articular para el cuboides.

Método empleado para el análisis

Fueron tomadas un total de 120 medidas por individuo, considerando 60 variables para lado derecho (30 en mano, 30 en pie) y 60 para lado izquierdo (30 en mano, 30 en pie). La toma del registro métrico se llevó a cabo con un calibrador electrónico digital marca Mitutoyo de 150 mm, modelo 500-706-11. Todas las medidas fueron registradas en milímetros. Los huesos que intervinieron en el análisis fueron aquellos que cumplieron con los requisitos de no mostrar alguna patología evidente, alteraciones o deformaciones por tratamiento de maceración, por estar rotos o incompletos, o bien por presentar fracturas.

Para la recolección de los datos fueron elaboradas dos cédulas de registro, en las cuales se incluyeron, además de las medidas en hueso, datos de referencia: número de individuo, sexo y edad, al igual que un apartado para observaciones. El procedimiento estadístico de este estudio consistió en varias etapas; la primera de ellas fue conformar una base de datos en una hoja de cálculo como base primaria, sobre la cual no se harían modificaciones y permanecería como matriz de datos. Después se llevó al programa IBM-SPSS v. 15.0 para efectuar un análisis exploratorio y así determinar si la muestra tenía un comportamiento normal para aplicar posteriores pruebas.

Fueron identificados valores extremos para ambos lados de huesos de la mano y del pie, los cuales se cotejaron en cada una de las cédulas. En los casos donde existió un error de "dedo" debido a una mala digitación al vaciar los datos, se modificó cada uno de estos por el valor original registrado en las cédulas. Se presentaron otros casos de valores extremos que también fueron cotejados y, de acuerdo con las observaciones al momento del registro, fueron reportadas anomalías, por ejemplo patologías, fracturas, deformación por tratamiento del hueso, estado de conservación o ausentes. A pesar de

tener estos inconvenientes, las medidas se tomaron considerando la mayor cantidad de información de los huesos; con ello, a partir de los criterios antes mencionados, los casos que alteraban significativamente el comportamiento de la muestra fueron eliminados. El procedimiento de imputación de datos perdidos se estableció, en primera instancia, reemplazando los datos perdidos por el del lado opuesto (asumiendo simetría). Es decir, debido a que las variables fueron adquiridas de manera bilateral, el lado que presentara algún dato perdido fue reemplazado con el contrario. Lo anterior fue realizado exclusivamente en un número menor del 3% de los individuos y en menos de 3% de las variables. En un porcentaje menor de casos los datos perdidos fueron reemplazaron por el valor promedio de cada variable para cada grupo (sexo).

El análisis estadístico se realizó en tres etapas; en la primera se aplicó la prueba de bondad de ajuste Shapiro Wilk, con el fin de saber si se podría suponer distribución normal en las medidas osteológicas consideradas. Para verificar diferencias entre sexos, se aplicó la prueba *t*-student para muestras independientes, comparando las medias de cada magnitud entre hombres y mujeres. Una vez obtenida una base de datos con comportamiento normal y que cumpliera los requisitos mínimos para la aplicación de pruebas estadísticas, se procedió a obtener las funciones discriminantes en estos huesos para la población mexicana. Los análisis discriminantes nos ayudan a determinar si existe un patrón diferente entre las distintas categorías donde se pueden agrupar las muestras según la variable dependiente, representada en este estudio por el sexo de los individuos. Para realizar este análisis, se estima, mediante la obtención de funciones lineales de las variables independientes, la probabilidad de que el material óseo pertenezca al sexo masculino o femenino. Así, el porcentaje de casos correctamente clasificados será un índice de la efectividad de la función discriminante

obtenida, señalando también cuales son las variables métricas que más discriminan por sexo y dan porcentajes de clasificación más elevados.

Uno de los métodos que más se ha utilizado en este tipo de investigaciones es el de inclusión por pasos el cual, de manera inicial, va eligiendo en cada paso la variable independiente que más discrimina; aquí se toma en consideración el estadístico de Lambda de Wilks, cuyo valor mide las desviaciones dentro de cada grupo respecto a las desviaciones totales (Fernández *et al.*, 2004). El procedimiento para elegir una nueva variable e integrarla a una siguiente función sería aquella que el propio valor de Lambda de Wilks minimice de entre todos los pares de variables, dejando siempre el primer componente elegido en el primer paso.

En este sentido se van eligiendo variables y se añaden al conjunto de la función que se está construyendo. Aquí la limitante de integrar variables a una función estaría dada por el valor de Lambda de Wilks, ya que dejaría de seleccionar variables cuando el valor de su F de entrada sea superior al de sus criterios obtenidos.

En cada caso se evaluó la función discriminante con los valores del punto centroide (medias de cada variable original) para cada sexo, encontrando dos valores, cuyo promedio aritmético constituyen el punto de corte; este valor es usado para asignar sexo a partir de la evaluación de la función discriminante, de manera que, si se obtiene un valor menor que el punto de corte, al individuo se le asigna sexo femenino y en caso contrario se le asigna sexo masculino. El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS® v.15.0. Los valores discriminantes individuales se salvaron y con ellos se construyó un histograma para representar el solapamiento y el rango de variabilidad entre grupos; este gráfico se obtuvo con el *software* PAST® v.1.88 (Hammer *et al.*, 2001).

ESTUDIO DE LOS METACARPOS Y LOS METATARROSOS...

Cédula de registro para medidas en metatarso					
Fecha _____	Colección _____		Núm. de registro _____		
Anotó _____	Midió _____				
Sexo _____	Edad _____				
Lado derecho					
	MfTs1	MfTs2	MfTs3	MfTs4	MfTs5
Longitud máxima					
Longitud fisiológica					
Diámetro transverso de la cabeza					
Diámetro anteroposterior de la cabeza					
Diámetro transverso de la base					
Diámetro anteroposterior de la base					
	1 ^{er} dedo	2 ^o dedo	3 ^{er} dedo	4 ^o dedo	5 ^o dedo
Lado izquierdo					
	MfTs1	MfTs2	MfTs3	MfTs4	MfTs5
Longitud máxima					
Longitud fisiológica					
Diámetro transverso de la cabeza					
Diámetro anteroposterior de la cabeza					
Diámetro transverso de la base					
Diámetro anteroposterior de la base					
	1 ^{er} dedo	2 ^o dedo	3 ^{er} dedo	4 ^o dedo	5 ^o dedo

TERCER CAPÍTULO

Cédula de registro para medidas en metacarpo					
Fecha _____	Colección _____		Núm. de registro _____		
Anotó _____	Midió _____				
Sexo _____	Edad _____				
Lado derecho					
	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5
Longitud máxima					
Longitud fisiológica					
Diámetro transverso de la cabeza					
Diámetro anteroposterior de la cabeza					
Diámetro transverso de la base					
Diámetro anteroposterior de la base					
	1 ^{er} dedo	2 ^o dedo	3 ^{er} dedo	4 ^o dedo	5 ^o dedo
Lado izquierdo					
	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5
Longitud máxima					
Longitud fisiológica					
Diámetro transverso de la cabeza					
Diámetro anteroposterior de la cabeza					
Diámetro transverso de la base					
Diámetro anteroposterior de la base					
	1 ^{er} dedo	2 ^o dedo	3 ^{er} dedo	4 ^o dedo	5 ^o dedo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Después de haber analizado las longitudes y anchuras de los metacarpos y metatarsos, se han podido obtener los siguientes resultados. En las tablas 4.1 y 4.2 es posible apreciar los resultados de la estadística descriptiva, donde se presentan el tamaño de muestra (n), valores mínimo (Mín) y máximo (Máx), Media, Mediana y Desviación estándar (D.E.). En términos generales, tanto en el metacarpo (Tabla 4.1) como en el metatarso (Tabla 4.2), los valores promedio son superiores en el caso de los sujetos masculinos respecto al sexo contrario. Adicionalmente, es posible apreciar que el primero (MC1), segundo (MC2) y tercer (MC3) metacarpo son los huesos que tienen mayores diferencias promedio entre sexos.

Como ya se mencionó en el apartado “Introducción”, el objetivo de este trabajo es elaborar parámetros estadísticos a partir de los análisis métricos, identificando las características biológicas en hueso para una muestra de esqueletos contemporáneos de la Ciudad de México y de los cuales se presentan a continuación las funciones discriminantes más significativas de este análisis.

Una ventaja que se tiene al trabajar con una muestra testigo, y de la cual se tienen los datos de referencia de edad y sexo de los individuos analizados, es que los resultados obtenidos tienen la posibilidad de ser utilizados en investigaciones médico-legales, de antropología histórica y, por supuesto, de antropología forense.

Cabe destacar que las posibilidades de aplicación necesariamente tendrán que limitarse a las técnicas descritas y tener disponible el hueso en buen estado de conservación y con la morfología requerida para la aplicación de las mediciones.

En la figura 4.1 es posible apreciar las diferencias en los valores promedio del sexo masculino y femenino para las seis medidas aplicadas en cada uno de los cinco huesos que integran el conjunto de huesos del metacarpo. Para las dos primeras gráficas se muestran los valores promedio, tanto de longitud máxima (XL) como de longitud fisiológica (FL); en ellas podemos ver el comportamiento similar que tiene la longitud fisiológica (FL) con la longitud máxima (XL), en donde los valores promedio más destacables para diferenciar por sexo están los valores del segundo (MC2) y tercer metacarpo (MC3). Cabe destacar la similitud y el patrón que mantienen estas dos medidas para estas características morfológicas, de lo cual se podría interpretar que las longitudes, al menos con esta técnica de medición, son muy similares.

Para las gráficas que refieren los diámetros tanto transverso (THD) como anteroposterior (APHD) el hueso que destaca es el primer metacarpo, y aunque es más corto en longitud total (XL), es el más ancho en su epífisis distal con respecto al resto del grupo; sin embargo, el segundo (MC2) y tercer metacarpo (MC3) también muestran diferencias que son destacables.

En cuanto al diámetro anteroposterior de la cabeza (APHD), podemos decir que es la medida más dimórfica en relación con los promedios que fue posible registrar en este trabajo, teniendo a los tres primeros metacarpos como aquellos que muestran mayores diferencias.

CUARTO CAPÍTULO

TABLA 4.1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA LAS MEDIDAS DEL METACARPO

	<i>Femenino</i>						<i>Masculino</i>					
	n	Min	Máx	Media	Mediana	D.E.	n	Min	Máx	Media	Mediana	D.E.
XLMC1	97	34,94	46,49	41,13	40,87	2,35	125	37,34	51,30	44,50	44,24	2,94
XLMC2	97	55,15	67,59	61,39	61,34	2,94	125	57,10	77,30	65,56	65,54	3,68
XLMC3	97	55,36	66,86	60,65	60,31	2,66	125	55,27	75,89	64,69	64,62	4,20
XLMC4	97	46,32	57,86	52,19	51,71	2,58	125	46,96	66,27	55,66	55,44	3,74
XLMC5	97	40,91	52,57	47,83	48,32	2,45	125	44,59	59,87	51,30	51,10	3,15
FLMC1	97	33,07	44,77	39,25	39,47	2,37	125	36,06	48,67	42,23	41,65	2,83
FLMC2	97	52,00	66,92	58,63	58,86	3,00	125	53,59	72,50	62,42	62,10	3,57
FLMC3	97	51,80	63,56	57,22	56,84	2,59	125	51,55	71,43	61,02	60,84	3,88
FLMC4	97	45,92	57,04	51,12	50,90	2,47	125	46,68	64,78	54,48	54,49	3,55
FLMC5	97	40,53	51,45	46,96	46,90	2,45	125	44,04	58,98	50,30	50,03	3,19
THDMC1	97	10,99	14,77	12,30	11,93	1,01	125	11,41	17,65	14,29	14,12	,96
THDMC2	97	10,10	14,55	12,00	11,70	1,12	125	10,98	16,07	13,36	13,49	,99
THDMC3	97	9,79	14,61	11,92	11,70	1,10	125	11,18	15,24	13,35	13,51	,91
THDMC4	97	8,43	12,20	10,26	10,26	,75	125	9,22	14,28	11,18	11,21	,80
THDMC5	97	8,70	11,97	10,08	10,04	,74	125	9,02	13,94	11,08	10,99	,87
APHDMC1	97	10,12	14,69	11,74	11,40	,98	125	10,78	16,20	13,30	13,37	1,14
APHDMC2	97	10,88	14,67	12,55	12,21	,99	125	11,51	16,39	13,98	14,05	,84
APHDMC3	97	10,56	14,81	12,82	12,87	1,01	125	12,48	17,08	14,33	14,21	,87
APHDMC4	97	9,86	14,02	11,48	11,34	,80	125	10,94	14,62	12,70	12,63	,92
APHDMC5	97	9,24	12,90	10,59	10,58	,63	125	9,60	14,14	11,56	11,47	,82
TBDMC1	97	11,43	15,87	13,69	13,73	,96	125	11,50	17,57	15,10	15,12	1,08
TBDMC2	97	13,64	19,27	15,79	15,79	1,02	125	14,91	21,24	17,83	17,93	1,27
TBDMC3	97	10,41	15,43	12,65	12,60	1,06	125	11,26	16,68	14,12	14,20	1,10
TBDMC4	97	8,71	12,14	10,26	10,18	,75	125	9,33	14,22	11,66	11,46	1,01
TBDMC5	97	10,40	15,45	12,17	11,82	1,13	125	11,01	16,87	13,91	13,97	1,17
APBDMC1	97	11,46	16,28	13,94	13,80	1,09	125	12,24	19,52	15,52	15,48	1,10
APBDMC2	97	13,75	17,72	15,41	15,39	,85	125	14,10	20,43	17,36	17,27	1,40
APBDMC3	97	12,71	17,55	14,77	14,65	,85	125	13,98	19,22	16,49	16,39	1,08
APBDMC4	97	9,01	12,04	10,63	10,69	,67	125	9,60	14,90	11,99	11,89	1,01
APBDMC5	97	8,66	11,44	9,84	9,70	,71	125	8,75	14,19	10,99	10,98	,95

XLMC=Longitud máxima del metacarpo; FLMC=Longitud fisiológica del metacarpo; THDMC=Diámetro transversal de la cabeza del metacarpo; PHDMC=Diámetro antero-posterior de la cabeza del metacarpo; TBDMC=Diámetro transversal de la base del metacarpo; APBDMC=Diámetro antero-posterior de la base del metacarpo.

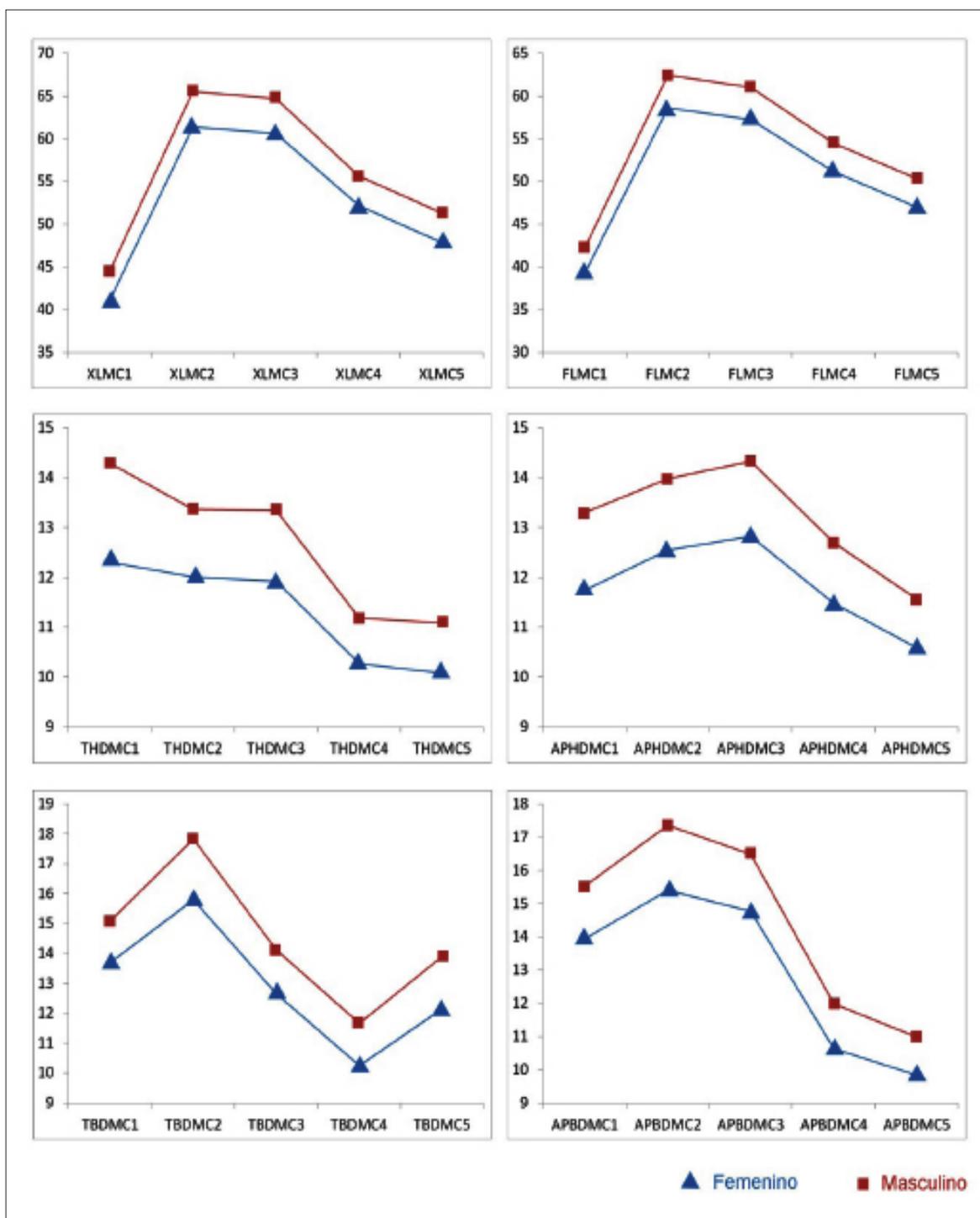


Figura 4.1. Gráfica del comparativo de los promedios por sexo para cada medida del metacarpo. XLMC=Longitud máxima del metacarpo; FLMC=Longitud fisiológica del metacarpo; THDMC=Diámetro transverso de la cabeza del metacarpo; APHDMC=Diámetro antero-posterior de la cabeza del metacarpo; TBDMC=Diámetro transverso de la base del metacarpo; APBDMC=Diámetro antero-posterior de la base del metacarpo.

Respecto a los huesos del metatarso, se presentan en primera instancia los valores promedio de longitudes. En los datos presentados en la Tabla 4.2 y las imágenes de la Figura 4.2 se muestran los valores promedio de la longitud máxima (XL), donde el hueso que tiene mayores diferencias por sexo es el quinto metatarsiano (MT5), seguido del cuarto (MT4) y el segundo metatarsiano (MT2). Al comparar las dos longitudes empleadas en este análisis queda constatado que no existen diferencias en la manera como se distribuyen las medias de la longitud fisiológica (FL) y la longitud máxima (XL), ya que se mantiene un mismo patrón, en el cual el quinto metatarso (MT5) es el que mantiene estas diferencias, dejando en último lugar al primer metatarso (MT1). En cuanto a los extremos, el comportamiento es muy similar entre los cinco huesos analizados. Por un lado, siguen siendo mayores los valores de los masculinos, y la morfología de la cabeza de los metatarsos muestra menos diferencias para todo el conjunto, además de mantener un patrón constante en la distribución de sus medias, excepto en el primer metatarso (MT1) que, por su morfología, destaca un mayor tamaño en su cabeza. Con respecto a la morfología a las medidas de la base (TBD, APBD), son la anchura del primero (MT1) y el quinto (MT5) metatarso las piezas que manifiestan una diferencia marcada en relación con el resto del conjunto; incluso, las diferencias para el cuarto (MT4) metatarso son muy similares para ambos sexos. Destaca también lo parecidos que son en su diámetro transversal de la cabeza (THD) masculinos y femeninos del segundo (MT2) metatarso y lo parecido que son en su base el cuarto (MT4) metatarsiano. Con respecto a la variable del diámetro anteroposterior de la base (APBD), solo destaca el valor del primer (MT1) metatarso, pues el resto de los promedios no muestra una diferencia notoria.

TABLA 4.2. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA EL METATARSO

	<i>Femenino</i>						<i>Masculino</i>					
	n	Min	Máx	Media	Mediana	D.E.	n	Min	Máx	Media	Mediana	D.E.
XLMT1	97	49,42	66,63	57,40	56,89	3,60	125	54,13	72,13	61,18	60,47	3,87
XLMT2	97	60,21	80,48	69,29	69,18	4,23	125	65,23	86,50	74,53	74,90	4,38
XLMT3	97	55,30	74,83	64,59	64,93	3,87	125	59,47	85,64	69,61	69,67	4,50
XLMT4	97	54,59	72,05	62,86	63,89	3,87	125	55,10	80,82	68,19	68,17	4,51
XLMT5	97	53,96	75,16	62,78	62,44	4,34	125	57,28	80,91	69,24	69,70	5,10
FLMT1	97	46,73	64,77	55,10	54,89	3,52	125	51,50	69,40	58,78	58,19	3,85
FLMT2	97	57,08	76,82	66,07	65,48	4,09	125	59,23	81,63	70,59	70,65	4,24
FLMT3	97	54,61	73,93	63,14	63,36	3,84	125	57,12	82,00	67,63	67,49	4,26
FLMT4	97	52,27	71,36	61,01	61,83	3,76	125	55,71	77,58	66,21	66,23	4,13
FLMT5	97	48,83	67,59	57,09	57,10	3,52	125	51,30	72,14	61,84	61,50	4,07
THDMT1	97	15,90	22,17	19,53	19,73	1,48	125	18,66	25,36	21,58	21,63	1,25
THDMT2	97	8,02	11,32	9,75	9,72	,70	125	8,89	12,63	10,50	10,55	,74
THDMT3	97	6,44	9,68	8,48	8,58	,68	125	7,39	10,54	9,19	9,17	,62
THDMT4	97	6,27	9,89	8,36	8,54	,78	125	7,70	10,85	9,25	9,25	,67
THDMT5	97	6,58	9,95	8,46	8,51	,65	125	7,79	11,52	9,36	9,26	,75
APHDMT1	97	15,00	21,93	18,95	19,06	1,43	125	16,91	24,50	20,80	20,83	1,46
APHDMT2	97	11,76	16,46	14,20	14,21	1,02	125	13,29	18,97	15,41	15,53	,99
APHDMT3	97	11,65	15,30	13,64	13,93	,97	125	12,79	17,22	14,90	14,88	,95
APHDMT4	97	10,50	14,95	12,95	13,03	1,08	125	11,13	16,32	14,29	14,33	,96
APHDMT5	97	8,27	15,55	11,81	11,53	1,24	125	11,12	15,57	13,33	13,38	1,05
TBDMT1	97	14,21	20,39	17,65	17,92	1,51	125	16,39	23,71	20,15	20,16	1,34
TBDMT2	97	11,73	16,56	14,04	14,01	,96	125	12,94	17,72	15,32	15,37	1,07
TBDMT3	97	9,92	14,80	12,21	11,92	1,15	125	11,03	16,74	13,51	13,54	1,34
TBDMT4	97	8,87	13,69	10,80	10,92	,95	125	9,46	14,56	11,42	11,27	,96
TBDMT5	97	12,52	21,93	18,11	18,42	2,01	125	16,67	23,82	20,24	20,17	1,51
APBDMT1	97	21,98	30,60	26,40	26,26	1,77	125	24,28	34,44	29,36	29,42	1,73
APBDMT2	97	16,22	21,78	19,22	19,26	1,30	125	18,26	24,95	20,97	21,05	1,22
APBDMT3	97	15,61	21,17	18,55	18,74	1,52	125	16,56	24,24	20,40	20,37	1,40
APBDMT4	97	13,20	19,43	16,13	16,10	1,41	125	15,55	21,50	18,06	18,34	1,26
APBDMT5	97	11,00	16,04	13,62	13,88	1,24	125	13,13	17,30	15,13	14,99	,96

XLMT=Longitud máxima del metatarso; FLMT=Longitud fisiológica del metatarso; THDMT=Diámetro transversal de la cabeza del metatarso; APHDMT=Diámetro antero-posterior de la cabeza del metatarso; TBDMT=Diámetro transversal de la base del metatarso; APBDMT=Diámetro antero-posterior de la base del metatarso.

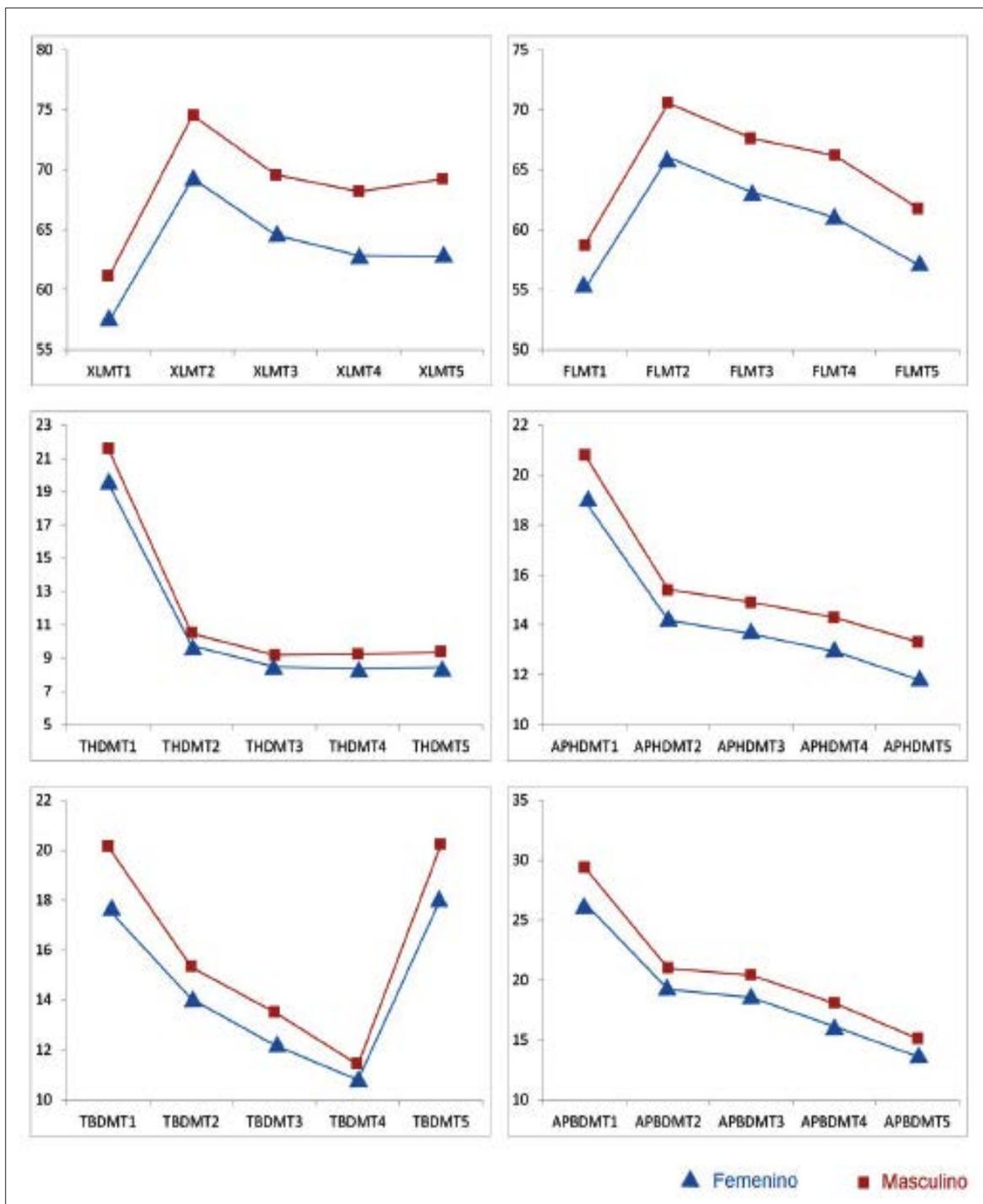


Figura 4.2. Gráfica del comparativo de los promedios por sexo para cada medida del metatarso. XLMT=Longitud máxima del metatarso; FLMT=Longitud fisiológica del metatarso; THDMT=Diámetro transverso de la cabeza del metatarso; APHDMT=Diámetro antero-posterior de la cabeza del metatarso; TBDMT=Diámetro transverso de la base del metatarso; APBDMT=Diámetro antero-posterior de la base del metatarso.

El análisis de funciones discriminantes es una técnica estadística que puede llevarse a cabo cuando se cuenta con variables dependientes cualitativas (sexo de los individuos) y con variables independientes cuantitativas (medidas aplicadas en cada hueso), a fin de clasificar, a partir de una o más mediciones, en uno de los grupos de la variable dependiente, es decir, que se pretende estimar con funciones lineales de las variables independientes la probabilidad de pertenecer a alguno de los sexos (♀ / ♂).

De esta manera, se entiende que el análisis discriminante permite encontrar una función lineal, la cual es el vector que maximiza las diferencias entre los grupos (sexos). A partir de esto se utilizaron dos métodos; el primero, tomando en cuenta todas las variables y, el segundo, el método de inclusión por pasos, el cual consiste en elegir en cada paso aquella variable independiente que más discrimina con base en el criterio de la Lambda de Wilks (Fernández *et al.*, 2004). Considerando que las tasas de mortalidad debidas a muerte violenta o accidental en México indican que existe hasta un 80% de probabilidad de ser masculino (www.inegi.org.mx), se puede estimar que cualquier función discriminante debe sobrepasar dicho porcentaje.

Con lo anterior, se obtuvieron las siguientes funciones discriminantes para cada hueso (Tablas 4.3-4.12).

TABLA 4.3. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE PRIMER METACARPO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2
Longitud máxima	(XLMC1)		0.133
Longitud fisiológica	(FLMC1)		-0.107
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMC1)	1.020	0.844
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMC1)		0.164
Diámetro transverso de la base	(TBDMC1)		0.083
Diámetro AP de la base	(APBDMC1)		-0.070
Constante		-13.69	-14.89
Lambda de Wilks		0.496	0.486
% Femenino		79.4	81.4
% Masculino		87.2	89.6
% Total		83.3	85.5
% Femenino reclasificación		79.4	79.4
% Masculino reclasificación		87.2	88.0
% Total reclasificación		83.3	83.7

En la tabla 4.3 se muestra el resultado de dos funciones discriminantes (F1, F2) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.4. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE SEGUNDO METACARPO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3	F4
Longitud máxima	(XLMC2)				0.144
Longitud fisiológica	(FLMC2)				-0.104
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMC2)				-0.243
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMC2)			0.300	0.396
Diámetro transverso de la base	(TBDMC2)	0.855	0.537	0.434	0.460
Diámetro AP de la base	(APBDMC2)		0.430	0.341	0.328
Constante		-14.48	-16.20	-16.98	-18.26
Lambda de Wilks		0.569	0.517	0.506	0.496
% Femenino		88.7	90.7	86.6	88.7
% Masculino		76.8	80.0	84.0	86.4
% Total		82.7	85.4	85.3	87.5
% Femenino reclasificación		87.6	89.7	86.6	84.5
% Masculino reclasificación		76.8	78.4	84.0	84.8
% Total reclasificación		82.2	84.0	85.3	84.7

En la tabla 4.4 se muestra el resultado de cuatro funciones discriminantes (F1, F2, F3 y F4) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.5. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE TERCER METACARPO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3
Longitud máxima	(XLMC3)			-0.060
Longitud fisiológica	(FLMC3)			0.069
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMC3)			0.107
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMC3)		0.515	0.396
Diámetro transverso de la base	(TBDMC3)			0.139
Diámetro AP de la base	(APBDMC3)	1.013	0.653	0.554
Constante		-15.94	-17.31	-17.68
Lambda de Wilks		0.570	0.527	0.521
% Femenino		80.4	81.4	81.4
% Masculino		81.6	85.6	85.6
% Total		81.0	83.5	83.5
% Femenino reclasificación		80.4	81.4	79.4
% Masculino reclasificación		81.6	85.6	82.4
% Total reclasificación		81.0	83.5	80.9

Aquí en la tabla 4.5 se muestra el resultado de tres funciones discriminantes (F1, F2 y F3) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada por las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.6. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE CUARTO METACARPO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3	F4
Longitud máxima	(XLMC4)				-0.111
Longitud fisiológica	(FLMC4)				0.140
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMC4)				-0.241
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMC4)			0.345	0.398
Diámetro transverso de la base	(TBDMC4)	1.100	0.625	0.489	0.496
Diámetro AP de la base	(APBDMC4)		0.645	0.515	0.577
Constante		-12.15	-14.26	-15.46	-15.73
Lambda de Wilks		0.628	0.567	0.553	0.546
% Femenino		81.4	87.6	88.7	88.7
% Masculino		77.6	79.2	79.2	81.6
% Total		79.5	83.4	83.9	85.1
% Femenino reclasificación		81.4	86.6	88.7	86.6
% Masculino reclasificación		77.6	79.2	78.4	79.2
% Total reclasificación		79.5	82.9	83.5	82.9

Aquí en la tabla 4.6 se muestra el resultado de cuatro funciones discriminantes (F1, F2, F3 y F4) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.7. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE QUINTO METACARPO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3	F4
Longitud máxima	(XLMC5)			0.095	0.126
Longitud fisiológica	(FLMC5)				-0.055
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMC5)				0.031
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMC5)				0.156
Diámetro transverso de la base	(TBDMC5)	0.867	0.585	0.494	0.454
Diámetro AP de la base	(APBDMC5)		0.558	0.450	0.424
Constante		-11.4	-13.55	-15.93	-16.05
Lambda de Wilks		0.637	0.593	0.580	0.578
% Femenino		73.2	80.4	79.4	80.4
% Masculino		80.8	79.2	78.4	80.0
% Total		77.0	79.8	78.9	80.2
% Femenino reclasificación		73.2	80.4	78.4	78.4
% Masculino reclasificación		80.8	79.2	76.8	78.4
% Total reclasificación		77.0	79.8	77.6	78.4

De la tabla 4.7 cuatro funciones discriminantes se obtuvieron como resultado (F1, F2, F3 y F4) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.8. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE PRIMER METATARSO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3
Longitud máxima	(XLMT1)			-0.150
Longitud fisiológica	(FLMT1)			0.131
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMT1)			0.173
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMT1)			-0.123
Diámetro transverso de la base	(TBDMT1)	0.706	0.434	0.433
Diámetro AP de la base	(APBDMT1)		0.309	0.315
Constante		-13.46	-16.95	-16.76
Lambda de Wilks		0.563	0.501	0.487
% Femenino		75.3	78.4	80.4
% Masculino		83.2	88.0	88.8
% Total		79.3	83.2	84.6
% Femenino reclasificación		75.3	78.4	79.4
% Masculino reclasificación		82.4	88	87.2
% Total reclasificación		78.8	83.2	83.3

En la tabla 4.8 se presentan los resultado de tres funciones discriminantes (F1, F2 y F3) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.9. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE SEGUNDO METATARSO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3	F4
Longitud máxima	(XLMT2)		0.107	0.086	0.217
Longitud fisiológica	(FLMT2)				-0.155
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMT2)				0.047
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMT2)				0.216
Diámetro transverso de la base	(TBDMT2)			0.328	0.210
Diámetro AP de la base	(APBDMT2)	0.797	0.551	0.407	0.356
Constante		-16.11	-18.83	-19.27	-19.03
Lambda de Wilks		0.674	0.635	0.617	0.604
% Femenino		75.3	75.3	75.3	79.4
% Masculino		77.6	78.4	77.6	77.6
% Total		76.4	76.8	76.4	78.5
% Femenino reclasificación		75.3	75.3	74.2	78.4
% Masculino reclasificación		77.6	78.4	77.6	77.6
% Total reclasificación		76.4	76.8	75.9	78.0

Para segundo metatarso la tabla 4.9 muestra el resultado de cuatro funciones discriminantes (F1, F2, F3 y F4) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.10. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE TERCER METATARSO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3
Longitud máxima	(XLMT3)			0.115
Longitud fisiológica	(FLMT3)			-0.069
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMT3)			0.111
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMT3)	1.042	0.635	0.433
Diámetro transverso de la base	(TBDMT3)			0.114
Diámetro AP de la base	(APBDMT3)		0.381	0.279
Constante		-14.95	-16.57	-17.40
Lambda de Wilks		0.700	0.640	0.624
% Femenino		73.2	73.2	74.2
% Masculino		72.0	79.2	77.6
% Total		72.6	76.2	75.9
% Femenino reclasificación		73.2	72.2	74.2
% Masculino reclasificación		72.0	79.2	76.8
% Total reclasificación		72.6	75.7	75.5

En el caso de tercer metatarso la tabla 4.10 presenta el resultado de tres funciones discriminantes (F1, F2 y F3) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.11. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE CUARTO METATARSO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3	F4
Longitud máxima	(XLMT4)				-0.297
Longitud fisiológica	(FLMT4)		0.124	0.093	0.391
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMT4)				0.271
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMT4)			0.314	0.272
Diámetro transverso de la base	(TBDMT4)				-0.221
Diámetro AP de la base	(APBDMT4)	0.756	0.504	0.398	0.436
Constante		-13.01	-16.61	-17.11	-16.57
Lambda de Wilks		0.654	0.606	0.59	0.565
% Femenino		77.3	76.3	75.3	77.3
% Masculino		72.8	76.8	76	80.8
% Total		75.1	76.5	75.6	79.1
% Femenino reclasificación		77.3	76.3	75.3	77.3
% Masculino reclasificación		72.8	76.0	76	80.0
% Total reclasificación		75.1	76.1	75.6	78.7

Aquí en tabla 4.11 se muestra el resultado de cuatro funciones discriminantes (F1, F2, F3 y F4) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada por las diferencias entre los grupos (sexos).

TABLA 4.12. FUNCIONES DISCRIMINANTES DE QUINTO METATARSO EN POBLACIÓN MEXICANA

<i>Variables</i>		F1	F2	F3	F4
Longitud máxima	(XLMT5)		0.121	0.093	0.087
Longitud fisiológica	(FLMT5)				-0.03
Diámetro transverso de la cabeza	(THDMT5)				0.248
Diámetro AP de la cabeza	(APHDMT5)			0.273	0.204
Diámetro transverso de la base	(TBDMT5)				0.109
Diámetro AP de la base	(APBDMT5)	0.914	0.56	0.437	0.36
Constante		-13.23	-16.16	-16	-16.11
Lambda de Wilks		0.678	0.602	0.588	0.574
% Femenino		73.2	79.4	75.3	76.3
% Masculino		72.8	78.4	77.6	77.6
% Total		73	78.9	76.4	76.9
% Femenino reclasificación		73.2	79.4	74.2	75.3
% Masculino reclasificación		72.8	78.4	76	77.6
% Total reclasificación		73.0	78.9	75.1	76.4

En la tabla 4.12 se presentan los resultados de cuatro funciones discriminantes (F1, F2, F3 y F4) de individuos que pertenecen a la población de la Ciudad de México y que han sido obtenidas a partir de la muestra de la Colección-UNAM.

Se presentan los valores de los coeficientes tipificados y el valor de la constante de Fisher para cada una de las funciones. Si el resultado de la función discriminante es menor a cero, el caso debe ser alojado en sexo femenino. En el caso masculino, la función discriminante debe tomar valores superiores a cero. La tabla muestra los porcentajes de clasificación y el valor de la reclasificación. El estimador Lambda de Wilks puede ser interpretado como el porcentaje de varianza que no puede ser explicada mediante las diferencias entre los grupos (sexos).

CUARTO CAPÍTULO

TABLA 4.13. FUNCIONES DISCRIMINANTES (RESUMEN) OBTENIDAS A PARTIR DE HUESOS DEL METACARPO Y METATARSO EN ESQUELETOS DE POBLACIÓN MEXICANA CONTEMPORÁNEA			
	Función discriminante	Lambda de Wilks	% Clas.
MC1			
Función 2	$y = 0.133XL - 0.107FL + 0.844THD + 0.164APHD + 0.083TBD - 0.070APBD - 14.89$	0.486	84
Función 1	$y = 1.020THD - 13.69$	0.496	83
MC2			
Función 4	$y = 0.144XL - 0.104FL - 0.243THD + 0.396APHD + 0.460TBD + 0.328APBD - 18.26$	0.496	85
Función 3	$y = 0.300APHD + 0.434TBD + 0.341APBD - 16.98$	0.506	85
Función 2	$y = 0.537TBD + 0.430APBD - 16.20$	0.517	84
Función 1	$y = 0.855TBD - 14.48$	0.569	82
MC3			
Función 3	$y = -0.060XL + 0.069FL + 0.107THD + 0.396APHD + 0.139TBD + 0.554APBD - 17.68$	0.521	81
Función 2	$y = 0.515APHD + 0.653APBD - 17.31$	0.527	84
Función 1	$y = 1.013APBD - 15.94$	0.57	81
MC4			
Función 4	$y = -0.111XL + 0.140FL - 0.241THD + 0.398APHD + 0.496TBD + 0.577APBD - 15.73$	0.546	83
Función 3	$y = 0.345APHD + 0.489TBD + 0.515APBD - 15.46$	0.553	84
Función 2	$y = 0.625TBD + 0.645APBD - 14.26$	0.567	83
Función 1	$y = 1.100TBD - 12.15$	0.628	80
MC5			
Función 2	$y = 0.585TBD + 0.558APBD - 13.55$	0.593	80
MT1			
Función 3	$y = -0.150XL + 0.131FL + 0.173THD - 0.123APHD + 0.433TBD + 0.315APBD - 16.76$	0.487	83
Función 2	$y = 0.434TBD + 0.309APBD - 16.95$	0.501	83
Función 1	$y = 0.706TBD - 13.46$	0.563	79
MT4			
Función 3	$y = -0.297XL + 0.391FL + 0.271THD + 0.272APHD - 0.221TBD + 0.436APBD - 16.57$	0.565	79
MT5			
Función 3	$y = 0.121XL + 0.560APBD - 16.16$	0.602	79

Se han mostrado las funciones con la mejor combinación de variables posibles con el propósito de lograr los mayores porcentajes de clasificación correcta. Solo las funciones con alrededor del 80% de clasificación correcta han sido incluidas. Otro sub-set de funciones discriminantes ha sido provisto en las Tablas 4.3-4.12. XL=Longitud máxima; FL=Longitud fisiológica; THD=diámetro transverso de la cabeza; APHD= diámetro antero-posterior de la cabeza; TBD=diámetro transverso de la base y APBD=diámetro antero-posterior de la base. MT=Metatarso; MC=metacarpo y la posición del hueso se ha identificado con su número (1 al 5); % Clas.=Probabilidad apriorística de sexamiento correcto estimada a partir de la reclasificación total.

Como ya se mencionó, se ha procurado tener el mayor grado de rigor metodológico, por lo cual se mantiene el criterio de presentar en los resultados aquellos datos que estén muy cercanos o por encima de un porcentaje del 80% de clasificación correcta.

A partir de la observación de las variables que quedan incluidas en las funciones discriminantes es posible ver que en el caso de los metacarpos, el diámetro transverso de la cabeza (THD) participa en las dos funciones que fueron creadas para el primer metatarso (MT1) con un porcentaje de asignación correcta de 83% y en la segunda función fue de 84%, empleando las seis medidas consideradas en el estudio. De igual manera, en el segundo metacarpiano (MC2) la medida que tiene una mayor incidencia en la construcción de las funciones es el diámetro transverso de la base (TBD) y sus porcentajes están entre los más altos para este estudio, ya que son entre el 82 y el 85%. En el caso del tercer metacarpo (MC3), es el diámetro anteroposterior de la base (APBD), el cual participa en la construcción de las tres funciones discriminantes; los rangos son del 81 al 84%.

Al igual que en el segundo metacarpo (MC2), en el cuarto metacarpo (MC4) fue posible obtener cuatro funciones discriminantes, siendo el diámetro transverso de la base (TBD) la medida que tuvo mas participación. De estas cuatro funciones la más alta en porcentaje de clasificación es del 84% con tres medidas; el diámetro anteroposterior de la cabeza (APHD), el diámetro transverso de la base (TBD) y el diámetro anteroposterior de la base (APBD). Finalmente, el metacarpo quinto (MC5) también presentó porcentajes altos y con un 80 % de clasificación correcta utilizando al diámetro transverso de la base (TDB) y diámetro anteroposterior de la base (APBD).

Con respecto a los datos obtenidos para los metatarsos solo se tomaron en cuenta el primer (MT1) en el cual existe una función que incluye el total de las seis medidas de este estudio, dando un porcentaje de 83%, pero existe otra función que alcanza los mismos porcentajes de asignación correcta utilizando el diámetro transverso de la base (TBD) y el diámetro anteroposterior de la base (APBD).

En el cuarto (MT4) y quinto (MT5) las funciones obtenidas refieren a el diámetro anteroposterior de base (APBD), como aquella variable que tuvo mayor incidencia en las funciones obtenidas, solo que aquí sus porcentajes solo alcanzan un 79%. De estos datos, la lectura que podemos hacer es que, tanto en manos como en pies, la medida de diámetro transverso (TBD) y anteroposterior de la base (APBD) tiene la morfología más dimórfica de este estudio, en lo que a los metatarsos se refiere.

TABLA 4.14 PUNTOS DE CORTE PARA DIFERENTES MEDIDAS OBTENIDAS A PARTIR
DE HUESOS DEL METACARPO EN POBLACIÓN MEXICANA

Medida	Punto de corte	Media		% Clasificación			F-Levene	Sig.		T-test	Sig.
		Fem.	Mas.	Fem.	Mas.	Total					
XLMC1	42.8	41.13	44.50	77	66	72	7.345	0.01	*	-9.490	0.00
FLMC1	40.7	39.25	42.23	75	69	72	6.141	0.01	*	-8.543	0.00
THDMC1	13.3	12.30	14.29	79	87	83	4.163	0.04	*	-14.858	0.00
APHDMC1	12.5	11.74	13.30	81	76	79	1.584	0.21		-10.717	0.00
TBDMC1	14.4	13.69	15.10	80	78	79	1.183	0.28		-10.127	0.00
APBDMC1	14.7	13.94	15.52	79	84	82	0.042	0.84		-10.72	0.00
XLMC2	63.5	61.39	65.56	77	74	75	2.491	0.12		-9.115	0.00
FLMC2	60.5	58.63	62.42	80	73	77	2.005	0.16		-8.408	0.00
THDMC2	12.7	12.00	13.36	72	76	74	4.964	0.03	*	-9.404	0.00
APHDMC2	13.3	12.55	13.98	70	78	74	10.497	0.00	*	-11.403	0.00
TBDMC2	16.8	15.79	17.83	88	77	82	9.925	0.00	*	-13.277	0.00
APBDMC2	16.4	15.41	17.36	91	74	82	23.896	0.00	*	-12.866	0.00
XLMC3	62.7	60.65	64.69	78	66	72	13.314	0.00	*	-8.755	0.00
FLMC3	59.1	57.22	61.02	75	74	74	8.149	0.00	*	-8.697	0.00
THDMC3	12.6	11.92	13.35	70	74	72	4.069	0.04	*	-10.346	0.00
APHDMC3	13.6	12.82	14.33	73	82	77	11.002	0.00	*	-11.684	0.00
TBDMC3	13.4	12.65	14.12	75	76	76	0.793	0.37		-9.966	0.00
APBDMC3	15.6	14.77	16.49	80	82	81	3.377	0.07		-12.886	0.00
XLMC4	53.9	52.19	55.66	71	73	72	6.981	0.01	*	-8.170	0.00
FLMC4	52.8	51.12	54.48	79	70	75	7.745	0.01	*	-8.307	0.00
THDMC4	10.7	10.26	11.18	68	77	72	0.072	0.79		-8.640	0.00
APHDMC4	12.1	11.48	12.70	84	70	77	7.309	0.01	*	-10.568	0.00
TBDMC4	11.0	10.26	11.66	81	78	80	4.39	0.04	*	-11.831	0.00
APBDMC4	11.3	10.63	11.99	84	73	78	12.22	0.00	*	-11.984	0.00
XLMC5	49.6	47.83	51.30	76	71	74	4.201	0.04	*	-9.237	0.00
FLMC5	48.6	46.96	50.30	71	74	73	6.886	0.01	*	-8.822	0.00
THDMC5	10.6	10.08	11.08	69	76	73	0.002	0.97		-9.096	0.00
APHDMC5	11.1	10.59	11.56	80	76	78	3.513	0.06		-9.695	0.00
TBDMC5	13.04	12.17	13.91	74	81	78	0.931	0.34		-11.186	0.00
APBDMC5	10.4	9.84	10.99	75	75	75	2.093	0.15		-9.946	0.00

CUARTO CAPÍTULO

TABLA 4.15 PUNTOS DE CORTE PARA DIFERENTES MEDIDAS OBTENIDAS A PARTIR DE HUESOS DEL METATARSO EN POBLACIÓN MEXICANA CONTEMPORÁNEA

Medida	Punto de corte	Media		% Clasificación			F-Levene	Sig.		T-test	Sig.
		Fem.	Mas.	Fem.	Mas.	Total					
XLMT1	59.3	57.40	61.18	71	74	73	0.683	0.41		-7.430	0.00
FLMT1	56.9	55.10	58.78	74	66	70	2.511	0.11		-7.334	0.00
THDMT1	20.6	19.53	21.58	75	81	78	5.557	0.02	*	-10.892	0.00
APHDMT1	19.9	18.95	20.80	74	73	74	0.045	0.83		-9.394	0.00
TBDMT1	18.9	17.65	20.15	75	83	79	6.134	0.01	*	-12.878	0.00
APBDMT1	27.9	26.4	29.36	79	78	79	0.239	0.63		-12.524	0.00
XLMT2	71.9	69.29	74.53	75	75	75	0.103	0.75		-8.979	0.00
FLMT2	68.3	66.07	70.59	74	72	73	0.284	0.59		-7.997	0.00
THDMT2	10.1	9.75	10.50	70	70	70	0.516	0.47		-7.582	0.00
APHDMT2	14.8	14.20	15.41	68	71	70	0.012	0.91		-8.925	0.00
TBDMT2	14.7	14.04	15.32	74	70	72	3.802	0.05		-9.216	0.00
APBDMT2	20.1	19.22	20.97	76	78	77	0.220	0.64		-10.307	0.00
XLMT3	67.1	64.59	69.61	72	72	72	1.228	0.27		-8.751	0.00
FLMT3	65.4	63.14	67.63	72	72	72	0.172	0.68		-8.136	0.00
THDMT3	8.8	8.48	9.19	64	74	69	0.017	0.90		-8.152	0.00
APHDMT3	14.3	13.64	14.90	71	72	72	0.129	0.72		-9.704	0.00
TBDMT3	12.9	12.21	13.51	70	69	69	1.340	0.25		-7.617	0.00
APBDMT3	19.5	18.55	20.40	71	77	74	4.649	0.03	*	-9.287	0.00
XLMT4	65.5	62.86	68.19	88	74	81	0.731	0.39		-9.285	0.00
FLMT4	63.6	61.01	66.21	75	78	76	0.299	0.59		-9.681	0.00
THDMT4	8.8	8.36	9.25	66	77	71	1.141	0.29		-9.222	0.00
APHDMT4	13.6	12.95	14.29	64	76	70	6.063	0.01	*	-9.586	0.00
TBDMT4	11.1	10.80	11.42	61	66	64	0.024	0.88		-4.746	0.00
APBDMT4	17.1	16.13	18.06	77	73	75	0.480	0.49		-10.78	0.00
XLMT5	66	62.78	69.24	79	71	75	3.342	0.07		-9.985	0.00
FLMT5	59.5	57.09	61.84	74	75	75	3.646	0.06		-9.130	0.00
THDMT5	8.9	8.46	9.36	73	73	73	1.355	0.25		-9.405	0.00
APHDMT5	12.6	11.81	13.33	73	76	75	2.079	0.15		-9.887	0.00
TBDMT5	19.2	18.11	20.24	67	74	70	12.403	0.00	*	-8.745	0.00
APBDMT5	14.4	13.62	15.13	73	70	72	5.275	0.02	*	-9.898	0.00

Tanto en la Tabla 4.14 como en la 4.15 se proporcionan los puntos de corte para cada variable. Si el individuo presenta un valor inferior al punto de corte, debería ser clasificado como perteneciente al sexo femenino y, si es mayor al punto de corte, debería ser clasificado como masculino. En cursivas se han identificado las variables que superan el 80% de clasificación correcta (*a priori*).

En la Tabla 4.14 es posible ver los datos que contienen la referencia de todos y cada una de las variables de metacarpo analizadas en este estudio y, por su parte, en la Tabla 4.15 los datos del metatarso. En ambas se muestran los puntos de corte a partir de un análisis univariado basado en una prueba *t*-student, empleando la media de medias para identificar cuáles son las variables más discriminantes entre los sexos.

De lo reportado en el caso del metacarpo (Tabla 4.14), es posible ver que solo muy pocas variables rebasan un porcentaje al 80% de asignación, solo un total de 6 y de estas variables los datos se concentran en la morfología de la base, destacando en cuanto a variables el diámetro anteroposterior de la base (APBD) y el transversal de la cabeza (THD) como las medidas más dimórficas y al primero (MC1) y segundo metacarpo (MC2) como los huesos mayores diferencias morfológicas.

A diferencia de los huesos de la mano, los huesos del pie (Tabla 4.15), lamentablemente, no presentaron tantas diferencias morfológicas como se hubiera esperado, ya que por medio de este análisis solo una medida de las 30 aplicadas pudo tener un porcentaje mayor al 80%, que fue la longitud máxima del cuarto metatarso (MT4).

Además de las funciones discriminantes, se lograron obtener una serie de mediciones directas en el hueso, las cuales tienen la posibilidad de realizar la inferencia del sexo con un alto grado de confiabilidad. De tal manera que las piezas óseas que sean sometidas a valoración, no necesariamente se deben encontrar íntegras y sin

alteraciones, sino que a partir de fragmentos o huesos incompletos pueda elaborarse un diagnóstico confiable.

Error técnico de medición

Para la realización de investigaciones en antropología que involucran la osteometría siempre están implícitos aspectos de presunción, sin embargo existen técnicas para brindar confiabilidad y precisión a fin de estandarizar la técnica empleada y los datos obtenidos tengan una condición comparativa.

El error está definido como la diferencia existente entre el valor medido y su verdadera cantidad y pueden clasificarse en errores por azar y errores sistemáticos (Malina, 2006)

Existen principalmente dos tipos de errores identificados al mejorar la precisión de las medidas; el error de azar (no sistemático) que resulta de la variación en la técnica de medición por individuo y entre individuos, errores de calibración de instrumental, o bien errores en la captura y vaciado de datos ("error de dedo") El otro error identificado es el de tipo sistemático, el cual mantiene una tendencia en la persona que aplica las mediciones o bien en el instrumental que puede tener errores graves de calibración, lo cual lleva a medir de más o de menos, alterando significativamente las dimensiones y la realidad del objeto medido convirtiéndose en tendencias direccionales introduciendo desviaciones en el proceso de evaluación y análisis de los datos. El «error técnico de medición» es un procedimiento que hoy día tiene relevancia significativa en los análisis estadísticos.

Su ecuación está definida como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado de las mediciones replicadas, divididas por el doble de la cantidad de medi-

ciones pares. Para este trabajo fue evaluado el error de medición a partir de la replicación de medidas por parte de un mismo individuo en dos momentos diferentes.

TABLA 4.16. ERROR TÉCNICO DE MEDIDA EN SEIS MEDIDAS DE METACARPOS Y METATARROSOS

<i>Variable</i>	Abreviatura	ETM	% ETM
Longitud máxima	XLMC	0.287	0.522
Longitud fisiológica	FLMC	0.268	0.508
Diámetro transverso de la cabeza	THDMC	0.202	1.686
Diámetro AP de la cabeza	APHDMC	0.322	2.552
Diámetro transverso de la base	TBDMC	0.318	2.319
Diámetro AP de la base	APBDMC	0.269	1.949
Longitud máxima	XLMT	0.576	0.861
Longitud fisiológica	FLMT	0.257	0.405
Diámetro transverso de la cabeza	THDMT	0.452	4.009
Diámetro AP de la cabeza	APHDMT	0.286	1.882
Diámetro transverso de la base	TBDMT	0.402	2.608
Diámetro AP de la base	APBDMT	0.257	1.289

El error técnico de medida (ETM) puede ser interpretado como el margen de error permitido en cada una de las medidas. Considerando que sólo un caso (XLMT=0.576) superó el error mayor a medio milímetro; cuando se utiliza un calibre con valor decimal al medir metacarpos y metatarsos se podría recomendar considerar medio milímetro como error máximo permitido. Mientras que si se utiliza un compás de corredera de uso osteométrico (sin valor decimal) el error técnico de medida máximo esperado debe ser de un milímetro. Adicionalmente en este trabajo se ha obtenido valores aceptables de error de medida. El porcentaje de error técnico de medida (%ETM) puede ser inter-

pretado como la cantidad de variabilidad en cada una de las medidas que se debe al error de medida y no a la variabilidad biológica. En este trabajo los porcentajes de error de medida no superan el 5%.

CONCLUSIONES

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Las características de la forma del cráneo y dentadura en algunas especies primates actuales y de especímenes históricos como *Neanderthales* y *Homo Erectus* son altamente dimórficas entre machos y hembras (Plavcan, 2012). Para el cráneo han sido evaluadas variables que refieren el área del cráneo neural, cráneo facial y la mandíbula, donde se hallan involucrados desde aspectos métricos hasta morfoscópicos, obteniendo grados de desarrollo de algunas estructuras y presencia o ausencia de ciertos rasgos.

Bruzek (1996) menciona que la presencia y desarrollo del dimorfismo sexual frecuentemente se confunde con el concepto de diferencias sexuales respecto a las medidas y evaluaciones hechas de las estructuras anatómicas. Por ejemplo, en las diferencias sexuales las dimensiones de la pelvis pueden variar entre poblaciones, reflejando, a su vez, diferencias en el tamaño del cuerpo, mientras que las características en cuanto al dimorfismo sexual se encuentran más vinculadas a un aspecto evolutivo inherente a la especie. La pelvis es la única parte del esqueleto que se presenta con un dimorfismo sexual funcional como resultado de las constantes influencias de la locomoción y la reproducción (Buikstra *et al.*, 1994; White *et al.*, 2005; Katzenberg *et al.*, 2007; Komar *et al.*, 2008). En el caso de los metatarsos y metacarpos, ningún autor revisado aquí refiere un aspecto funcional de estos huesos que determine cualidades morfológicas vinculadas al dimorfismo sexual. En esta colección, y en particular en el análisis de esta tesis, es posible apreciar que en todas las variables revisadas, los valores masculi-

nos son superiores a los femeninos; aunque esto no es una determinante funcional, sí es una constante del patrón de dimorfismo sexual que presenta el orden primate.

Otro de los criterios en la asignación de identidad e identificación de restos óseos en el trabajo de antropólogos forenses es la determinación de la estatura. Actualmente se han logrado desarrollar técnicas que predicen la estatura, considerando las dimensiones totales del pie y las longitudes máximas en metatarsos (Fessler, 2005; Bidmos, 2008; Moudgil, 2008; Rodríguez, 2013).

Cabe mencionar que respecto de población mexicana se han generado datos para la obtención de la estatura y que este aspecto es inherente al dimorfismo sexual (Menéndez, 2014).

Aunque no fue evaluada y tampoco existió una correlación en la estatura de los sujetos analizados con las longitudes máximas de metacarpos y metatarsos, las longitudes de masculinos fueron superiores a femeninos, lo cual refuerza la idea de que la estatura, al ser una característica intrínseca al dimorfismo sexual en la historia evolutiva de primates y de muchas poblaciones humanas actuales, nos da la posibilidad de profundizar a futuro en este tema y de confirmar que los metatarsos y metacarpos también presentan un grado de dimorfismo en el esqueleto de los mexicanos contemporáneos.

Los eventos que refieren a la alometría son aquellos cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionados con los cambios en el tamaño total; respecto a la selección sexual, esta es entendida como los caracteres que confieren una ventaja en la elección de pareja y donde el tamaño entre hembras y machos se convierte en un factor que influye en el dimorfismo, regulado en muchas ocasiones por la divergencia ecológica entre sexos a fin de reducir la competencia por recursos, además

de que el aumento en el tamaño de los machos sirve como defensa a depredadores (Smith, 2002).

Lo que queda claro es que la actuación de procesos alométricos en ausencia de selección sexual no podría lograr patrones de dimorfismo, como los que se pueden registrar hoy en día. De tal modo que lo encontrado en nuestra tesis es un rasgo que podría sumarse al conjunto de características denominadas intraespecíficas de nuestra especie.

Teniendo esto en consideración, con los datos obtenidos de este análisis es posible ver que los sujetos masculinos son mayores que los femeninos en todas sus medidas, lo cual confirma y mantiene la idea de que todas las estructuras del cuerpo, por más diferenciación que puedan tener en sus ritmos de crecimiento, mantienen este patrón de dimorfismo sexual en humanos.

La expresión del dimorfismo sexual en nuestra especie es menor comparado con el que presentan muchas otras especies primates.

Sin embargo, la dirección y el grado de estas variaciones es posible identificarlas interpoblacional e intrapoblacional a través de la evaluación de técnicas métricas. En antropología forense se ha planteado la necesidad de generar parámetros de referencia específicos tanto para las diferentes poblaciones y como para el resultado y suma de este tipo de investigaciones; considero que los resultados aquí presentados brindarán herramientas para explicaciones de gran escala y de tipo evolutivo.

Dada la importancia del tamaño del cuerpo en la ecología, historia de vida y la aptitud reproductiva de la mayoría de los organismos, se espera que los patrones de variación interespecífica en el tamaño corporal reflejen los patrones de divergencia

adaptativa. Esto es cierto no solo para el tamaño promedio de especies, sino también para los tamaños de los hombres y mujeres, respectivamente.

La teoría genética cuantitativa nos lleva a esperar la adaptación independiente de hombres y mujeres a la selección neta, que actúa sobre cada sexo. En el equilibrio, por tanto, cada sexo debe estar en su tamaño óptimo, y el dimorfismo sexual por tamaño debería, en este sentido, ser adaptable. Por extensión, los patrones de variación de SSD entre las especies deben reflejar las diferencias en los patrones de divergencia adaptativa de hombres y mujeres (Fairbairn, 1997).

Otra variable que ha sido reportada en la literatura y que está vinculada al dimorfismo sexual es la longitud del segundo dígito en relación con el cuarto. A este respecto, se ha mencionado que el segundo metacarpo es ecosensible en periodos prenatales a estrógenos y testosterona y en el periodo de la adolescencia a esteroides anabólicos, manifestando una mayor longitud total del segundo dígito en estado adulto (Bailey, 2005; Kyriakidis, 2008; Manning, 2007; MacIntyre, 2009). En las variables sobre longitudes máximas que fueron evaluadas en este trabajo, el segundo y tercer metacarpo son aquellos huesos donde más significativas se representan estas dimensiones, por lo cual se confirma que al menos en la longitud máxima del segundo metacarpo (XLMC2), la participación para lograr una mayor longitud total del segundo dígito está presente.

Otro aspecto destacable de estos resultados es que no lograron detectarse diferencias por lado, es decir, que tanto el lado derecho como izquierdo mantienen una simetría en las dimensiones de estos segmentos óseos. A este respecto, Lazenby afirma que la remodelación ósea, al menos de metacarpos, se encuentra influida por la propia historia mecánica de los individuos (Lazenby, 2002c), donde la carga mecánica genera una tensión inducida por la magnitud y la frecuencia de carga. Considerando

esto, podemos decir que en esta muestra la frecuencia de carga y magnitud de carga no influye a nivel óseo.

Cuatro de las seis mediciones aplicadas en este estudio fueron en los extremos del hueso, valorando las anchuras transversas y anteroposteriores; la intención de medir el hueso, de esta manera, se hizo con el fin de evidenciar su dimorfismo y contrastarlo con experiencias anteriores (Torres, 2002) donde, al elaborar funciones discriminantes, los resultados se maximizaban cuando intervenía la anchura bicondilar de fémur.

Se sabe y se ha reportado que este tipo de medidas siempre es mayor, así como significativa la diferencia que tienen los sujetos masculinos sobre los femeninos, la cual se mantiene para esta variable (Steyn, 1999; Dittrick, 1986; Alunni-Perret, 2008). Esta variable, tanto en la estadística descriptiva como su participación en la elaboración de las funciones, nos muestra que siguen siendo los tres primeros huesos del conjunto carpiano los de mayores diferencias en sus promedios, siendo el diámetro anteroposterior del segundo metacarpo (MC2) el valor más dimórfico.

Y es en la zona de la epífisis distal (cabeza) donde se dan las mayores diferencias; este tipo de característica anatómica ya ha sido reportado por diversos autores, en donde los extremos de los huesos largos expresan una mayor diferencia por sexo para el género masculino (Steyn, 1999; Dittrick, 1986; Alunni-Perret, 2008).

Por tanto, podemos decir que el fenómeno de "robusticidad" en los extremos de los huesos largos, como característica de dimorfismo sexual, mantiene este patrón en los huesos de metacarpo y metatarso, los cuales, sobra decir, son clasificados en la nomina anatómica como huesos largos.

Recientemente los estudios de dimorfismo sexual en poblaciones prehistóricas, históricas, actuales y contemporáneas han centrado su atención en otros segmentos del cuerpo, dada la ausencia de los restos que usualmente se emplean y que generalmente no presentan un buen estado de conservación, ya que es difícil recuperarlos íntegros o sin alteraciones tafonómicas.

En metatarsos, los resultados de este trabajo se contrastaron con otras investigaciones de similares condiciones de método y muestra. Mountrakis y sus colaboradores (2010) consideraron al primer metatarso (MT1) como el hueso más dimórfico, obteniendo valores muy similares a los logrados en este estudio, pues alcanzan 85% para esta pieza ósea; también es la participación de las anchuras la que fortalece la función discriminante.

En el caso de las longitudes máximas, solo tuvo una participación aceptable la longitud máxima del quinto metatarso (XLMT5), el cual presentó porcentajes cercanos al margen planteado en este estudio, logrando un 79% al combinarse con el diámetro anteroposterior de la base (APBDMT5). Al comparar mis resultados con los de otra investigación, donde solo se consideran las longitudes máximas como variable para la construcción de funciones discriminantes, fue la longitud del segundo metatarso (MT2) la más representativa, con porcentajes de 78%. Podemos deducir de esto que, en el caso de los huesos del metatarso, los cuales son considerados del tipo "huesos largos" (Wilbur, 1998), las longitudes máximas no son una variable que tenga un potencial para diferenciar entre sexos.,

Uno de los trabajos que sirvieron de guía para esta investigación fue el elaborado por Robling y Ubelaker (1997); del cual se tomaron las descripciones en la toma y registro de las variables; estos autores lograron brindarle al primer metatarso un por-

centaje de 100% de asignación correcta, considerando las longitudes máximas como las mejores variables discriminatorias. Esta investigación se desarrolló con material de la colección Terry y es probable que sus resultados difieran de los aquí presentados a causa de la especificidad poblacional, ya que se utilizaron sujetos de raza negra y blanca anglosajones.

En nuestra especie las diferencias físicas en el dimorfismo sexual han sido motivo de discusión y atribución debido a diferentes factores. Estas características morfológicas se han vinculado e identificado principalmente a procesos de alometría y de selección sexual (Gaulin *et al.*, 1984). En términos evolutivos, los resultados obtenidos en esta investigación mantienen los patrones que han sido identificados para el dimorfismo sexual en nuestra especie y, si bien los resultados no presentan una asociación directa relativa a la selección sexual, las manos y los pies son y siguen siendo estructuras con un alto contenido de dimorfismo sexual y diferencias sexuales.

Finalmente, el haber realizado y obtenido resultados de un análisis univariado nos permite evaluar cada variable de manera independiente, utilizando las distribuciones de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de dispersión. La aplicación de este análisis, con el fin de discriminar el sexo, pretende obtener de una sola medida su potencial.

En conclusión, este abordaje puede ser considerado novedoso debido a que no se cuenta con datos reportados para los huesos del metacarpo y metatarso y que abarquen los valores promedio, punto de corte y estimación del porcentaje de clasificación del sexo en una serie de referencia de la población mexicana contemporánea. En este sentido, se han reportado los puntos de corte univariados para 83 funciones univariadas del esqueleto poscraneal, con porcentajes de clasificación correcta entre el

82.77 y el 91.65% para las series de Zimapán (Hidalgo) (Escorcia Hernandez, 2008) y aquellos obtenidos en la colección Xoclán (Mérida, Yucatán), reportados por Spradley y colaboradores (2015). Es importante mencionar que en el presente trabajo ha sido considerada la prueba T-student como estimador de las diferencias entre sexos, mientras que Spradley y sus colaboradores (2014) implementan la prueba ANOVA.

No obstante, hay que tomar en cuenta que, cuando se comparan solo dos medias, es posible demostrar matemáticamente que el valor del estadístico F corresponde a la prueba T-student de comparación de muestras independientes (Sokal y Rohlf, 2003).

REFERENCIAS

- Alunni-Perret, V., P. Staccini, P. y G. Quatrehomme (2008). "Sex Determination from the Distal Part of the Femur in a French Contemporary Population", *Forensic Science International*, 175(2), p. 113-117.
- Álvarez Villanueva, E. E. (2014). "Funciones discriminantes para la evaluación del sexo en la mandíbula: análisis de dos muestras pertenecientes a la población mexicana contemporánea (Ciudad de México y Santa María Xigui, Hidalgo)". Tesis de licenciatura. México: Universidad de Guadalajara.
- Bailey, A. A. y P. L. Hurd (2005). "Finger Length Ratio (2D: 4D) Correlates with Physical Aggression in Men but not in Women", *Biological Psychology*, 68(3), p. 215-222.
- Barrio, P. A., G. J. Trancho y J. A. Sánchez (2006). "Metacarpal Sexual Determination in a Spanish Population", *Journal of Forensic Sciences*, 51(5), p. 990-995.
- Berge, C., R. Orban-Segebarth y P. Schmid (1984). "Obstetrical Interpretation of the Australopithecine Pelvic Cavity", *Journal of Human Evolution*, 13(7), p. 573-587.
- Bidmos, Mubarak A. (2008). "Metatarsals in the Estimation of Stature in South Africans", *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 15(8), p. 505-509.
- Bruzek, J. (1996). "Degree of Pelvic Sexual Dimorphism in Human Populations. A Greene T-test Application", *Human Evolution*, 11(2), p. 183-189.
- Bruzek, J. (2002). "A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone", *American Journal of Physical Anthropology*, 117(2), p. 157-168.
- Buikstra, J. E. y D. H. Ubelaker (1994). Standards for Data Collection from Human

Skeletal Remains. Fayetteville, Arkansas. Archaeological Survey Report Number 44, Paperback

Burrows, AM, V. P. Zanella y T. M. Brown (2003). "Testing the Validity of Metacarpal Use in Sex Assessment of Human Skeletal Remains", *J Forensic Sci*, 48(1), p. 17-20.

Case, D. T. y A. H. Ross (2007). "Sex Determination from Hand and Foot Bone Lengths", *J. Forensic Sci*, 52, p. 264-70.

Cuenca, J. V. R. (1994). *Introducción a la Antropología Forense. Análisis e identificación de restos óseos humanos*. En línea: https://www.justucuman.gov.ar/documents/capacitacion/mat_didactico/crim/intro_antrop_forense_analisis_e_ident_restos%20humanos_oseos.pdf

Danborn, Barnabas y Abraham Elukpo (2008). "Sexual Dimorphism in Hand and Foot Length, Indices, Stature-Ratio and Relationship to Height in Nigerians", *The Internet Journal of Forensic Science* 3.1 (2008), p. 379-383.

Darwin Charles (1781). *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. edited by Tyler Bonner J. and R. M. May. New Jersey: Princeton University Press.

Dittrick, J. y J. M. Suchey (1986). "Sex Determination of Prehistoric Central California Skeletal Remains Using Discriminant Analysis of the Femur and Humerus", *American Journal of Physical Anthropology*, 70(1), p. 3.

Elftman, H. y J. Manter (1935). "The Evolution of the Human Foot, with Especial Reference to the Joints", *Journal of Anatomy*, 70 (Pt 1), p. 56.

Escorcía Hernández, L., E. M. Lazcano Medina y B. García Alquicira (2007). "Determinación de sexo a través de funciones discriminantes de la rótula en esqueletos humanos contemporáneos de Caltimacán, Tasquillo, Hidalgo",

- Estudios de Antropología Biológica*, XIII(1), p. 135-145.
- Escorcía Hernández, L. (2008). Dimorfismo sexual de los esqueletos contemporáneos de Caltepec, Tasquillo, Hidalgo, a partir del análisis discriminante. Tesis de maestría en Antropología. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fairbairn, D. J. (1997). "Allometry for Sexual Size Dimorphism: Pattern and Process in the Coevolution of Body Size in Males and Females", *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 28 p. 659-687.
- Falsetti, A.B. (1995). "Sex Assessment from Metacarpals of the Human Hand", *Journal of Forensic Sciences*, 40(5), p. 774-776.
- Fernández, J. J., M. H. Vila y F. A. Rodríguez, F. A. (2004). "Modelo de estudio de la estructura condicional a través de un análisis multivariante enfocado a la detección de talentos en jugadores de balonmano", *European Journal of Human Movement* (12), p. 169-185.
- Fessler, D. M. K. J. Haley y R. D. Lal (2005). "Sexual Dimorphism in Foot Length Proportionate to Stature", *Annals of Human Biology*, 32(1), p. 44-59.
- Gaulin, S. J. y L. D. Sailer (1984). "Sexual Dimorphism in Weight among the Primates: The Relative Impact of Allometry and Sexual Selection", *International Journal of Primatology*, 5(6), p. 515-535.
- Genovés, S. (1959). "L'estimation des différences sexuelles dans les os coxales: différences métriques et différences morphologiques", *Bulletins et Mémoires de La Société D'anthropologie de Paris*, X^e Série, tome 10 (fascicule 1), p. 3-95.
- Goldstein, S. A. L. S. Matthews, J. L. Kuhn y S. J. Hollister (1991). "Trabecular Bone Remodeling: An Experimental Model", *Journal of Biomechanics*, 24, p. 135-150.
- Gómez-Valdés, J. A. G. Torres Ramírez, S. Báez Molgado, P. Herrera Saint-Leu, J. L.

- Castrejón Caballero y G. Sánchez-Mejorada (2011). "Discriminant Function Analysis for Sex Assessment in Pelvic Girdle Bones: Sample from the Contemporary Mexican population", *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), p. 297–301.
- Hunt, David R. y John Albanese (2005). "History and Demographic Composition of the Robert J. Terry Anatomical Collection", *American Journal of Physical Anthropology*, 127(4), p. 406–417.
- can, M. Y. (2005). "Forensic Anthropology of Sex and Body Size", *Forensic Science International*, 147 (2), p. 107-112.
- Jasuja, O. P. y G. Singh (2004). "Estimation of Stature from Hand and Phalange Length", *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 26(3), p. 100–106.
- Kanchan, Tanuj, Kewal Krishan, Abhilasha Sharma y Ritesh G. Menezes. (2010). "A Study of Correlation of Hand and Foot Dimensions for Personal Identification in Mass Disasters", *Forensic Science International*, vol. 199(1-3), p. 112.e1–112e6.
- Katzenberg, M. A. (2000). Stable Isotope Analysis: A Tool for Studying Past Diet, Demography, and Life History. En M.A Katzenberg and S.Saunders (eds) *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. New York Wiley-Liss p 305-327
- Katzmarzyk, P. T. y W. R. Leonard (1998). "Climatic Influences on Human Body Size and Proportions: Ecological Adaptations and Secular Trends", *Am. J. Phys. Anthropol*, 106, p. 483–503.
- Khanpetch, P. S. Prasitwattanseree, D. T. Case yP. Mahakkanukrauh (2012). "Determination of Sex from the Metacarpals in a Thai Population", *Forensic Science International*, 217(1), p. 229-e1.
- Kyriakidis, I. y P. Papaioannidou (2008). "Epidemiologic Study of the Sexually Dimorphic Second to Fourth Digit Ratio (2D: 4D) and Other Finger Ratios in Greek

- Population", *Collegium antropologicum*, 32(4), p. 1093-1098.
- Komar, D. A. y J. E. Buikstra (2008). *Forensic Anthropology: Contemporary Theory and Practice*. Oxford University Press: USA.
- Krishan, Kewal; Tanuj Kanchan y Abhilasha Sharma (2011). "Sex Determination from Hand and Foot Dimensions in a North Indian Population", *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), p. 453-59.
- Krogman, W.M. y M. Y. Iscan (1986). "The Human Skeleton in Forensic Medicine." Charles C. Thomas, Springfield, IL., United States of America. p. 576
- Lagunas Rodríguez, Z. (1974) La determinación sexual en mandíbulas por medio de las funciones discriminantes. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia 1972-1973: Séptima época (1967-1976) Tomo IV*. p. 171-178.
- Lagunas Rodríguez, Z. y A. M. I. Reyes Vázquez (2009). "Apuntes para la historia de la antropología física forense en México", *Revista Criminalidad*, 51(2), p. 61-79.
- Lazenby, R. y A. Smashnuk (1999). "Osteometric Variation in the Inuit Second Metacarpal: A Test of Allen's Rule", *International Journal of Osteoarchaeology*, 9(3), p. 182-188.
- Lazenby, R. A. (2002). "Population Variation in Second Metacarpal Sexual Size Dimorphism", *American Journal of Physical Anthropology*, 118(4), p. 378-384.
- Lazenby, R. A. (2002b). "Circumferential Variation in Human Second Metacarpal Cortical Thickness: Sex, Age, and Mechanical Factors", *The Anatomical Record*, 267(2), p. 154-158.
- Lazenby, R. A. (2002c). "Skeletal Biology, Functional Asymmetry and the Origins of "Handedness", *Journal of Theoretical Biology*, 218(1), p. 129-138.
- Malina, R. M. (2006). *Antropometría. PubliCE Standard*.

- Madrigal, L. y R. González-José (2016). *Introducción a la antropología biológica*. Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica, 678 p..
- Manning, J. T., A. J. Churchill y M. Peters (2007). "The Effects of Sex, Ethnicity, and Sexual Orientation on Self-Measured Digit Ratio (2D: 4D)", *Archives of Sexual Behavior*, 36(2), p. 223-233.
- Martin, R. y K. Saller (1957). *Lehrbuch der Anthropologie*. Fischer Stuttgart:
- Mastrangelo, P., S. De Luca y G. Sánchez-Mejorada (2011). "Sex Assessment from Carpals Bones: Discriminant Function Analysis in a Contemporary Mexican Sample", *Forensic Science International*, 209 (1-3) p. 196.e1-196.e15.
- McFadden, D. y E. Shubel (2002). "Relative Lengths of Fingers and Toes in Human Males and Females", *Hormones and Behavior*, 42(4), p. 492-500.
- McFadden, D. y M. S. Bracht (2003). "The Relative Lengths and Weights of Metacarpals and Metatarsals in Baboons (*Papio Hamadryas*)", *Hormones and Behavior*, 43(2), p. 347-355.
- McFadden, D. y M. S. Bracht (2005). "Sex Differences in the Relative Lengths of Metacarpals and Metatarsals in Gorillas and Chimpanzees", *Hormones and Behavior*, 47(1), p. 99-111.
- McFadden, D. y M. S. Bracht (2009). "Sex and Race Differences in the Relative Lengths of Metacarpals and Metatarsals in Human Skeletons", *Early Hum. Dev.*, 85, p. 117-24.
- Menéndez Garmendia, G. Antinea (2014). "¿Por qué y para qué medir a alguien? Disertación y propuesta de fórmulas para estimar estatura en población mexicana". Tesis de licenciatura en Antropología Física. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.

- Moudgil, R. R. Kaur, R. G. Menezes, T. Kanchan y R. K. Garg (2008). "Foot Index: Is it a Tool for Sex Determination?", *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 15(4), p. 223-226.
- Mountrakis, Constantine, Constantine Eliopoulos, Christos G. Koilias, and Sotiris K. Manolis (2010). "Sex Determination Using Metatarsal Osteometrics from the Athens Collection", *Forensic Science International*, 200 (1-3), p. 178.e1-178.e7.
- Napier, J. R. (1956). "The Prehensile Movements of the Human Hand", *Bone and Joint Journal*, 38(4), p. 902-913.
- Phenice, T. W. (1969). "A Newly Developed Visual Method of Sexing the Os Pubis", *American Journal of Physical Anthropology*, 30(2), p. 297-301.
- Pimienta, M. (2000) Dimorfismo sexual en una población mexicana. Nuevas fórmulas para la determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Tesis de Doctorado, España: Universidad de Granada.
- Pimienta Merlín, Martha y Alfonso Gallardo Velázquez (2005). «Diferencias sexuales en el húmero: sugerencias para la determinación del sexo en restos óseos», *Revista Península*, Merida, Yucatan, vol. 1, p. 243-257.
- Plavcan, J. M. (2012). "Body Size, Size Variation, and Sexual Size Dimorphism in Early Homo", *Current Anthropology*, 53(S6), p. S409-S423.
- Onat, Teoman (1997). "Growth of Metacarpal II During Female Adolescence: Relationships to Stature, Weight, and Skeletal and Sexual Maturity", *American Journal of Human Biology*, 9(4), p. 425-438.
- Oommen, A., A. Mainker y T. Oommen (2005). "A Study of the Correlation between Hand Length and Foot Length in Humans", *J Anat Soc India*, 54(2), p. 1-9.
- Phenice, T. W. (1969). "A Newly Developed Visual Method of Sexing the Os Pubis",

- American Journal of Physical Anthropology*, 30(2), p, 297-301.
- Robling, A. G. y D. H. Ubelaker (1997). "Sex Estimation from the Metatarsals", *Journal of Forensic Sciences*, 42 (6), p. 1062-1069.
- Rodríguez, S., X. Miguéns, M. S. Rodríguez-Calvo, M. Febrero-Bande y J. I. Muñoz-Barús (2013). "Estimating Adult Stature from Radiographically Determined Metatarsal Length in a Spanish Population", *Forensic Science International*, 226(1), p. 297-e1.
- Roy, Tracey Ann, Christopher B. Ruff y Chris C. Plato (1994). "Hand Dominance and Bilateral Asymmetry in the Structure of the Second Metacarpal", *American Journal of Physical Anthropology*, 94 (2), p. 203–211.
- Ruff, C., B. Holt y E. Trinkaus (2006). "Who's Afraid of the Big Bad Wolff?: "Wolff's Law" and Bone Functional Adaptation", *American Journal of Physical Anthropology*, 129(4), p. 484-498.
- Sánchez-Mejorada, G., J. A. Gómez-Valdés, P. Herrera Saint-Leu y P. Veleminsky (2011). "Valoración del método de diagnóstico sexual probabilístico (DSP) en una colección osteológica mexicana", *Estudios de Antropología Biológica*, 15(1), p. 359–374.
- Scheuer, J. L. y N. M. Elkington (1993). "Sex Determination from Metacarpals and the First Proximal Phalanx", *Journal of Forensic Sciences*, 38(4), p. 769-778.
- Serrano Sánchez, C. y E. Rodríguez Martha (1993). "El pensamiento y obra pionera de Nicolás León en la antropología física mexicana", *Anales de Antropología*, vol. 30, núm. 1, p. 33-44
- Smith, R. J. y J. M. Cheverud (2002). "Scaling of Sexual Dimorphism in Body Mass: A Phylogenetic Analysis of Rensch's Rule in Primates", *International Journal of Primatology*, 23(5), p. 1095-1135.

- Sokal, R. y J. Rohlf (2003). *Introducción a la Bioestadística*. España: Reverté.
- Steyn, M. y M. Y. İşcan (1999). "Osteometric Variation in the Humerus: Sexual Dimorphism in South Africans", *Forensic Science International*, 106(2), p. 77-85.
- Stojanowski, C. M. (1999). "Sexing Potential of Fragmentary and Pathological Metacarpals", *American Journal of Physical Anthropology*, 109(2), p. 245-252.
- Spradley, M. K. y R. L. Jantz (2011). "Sex Estimation in Forensic Anthropology: Skull versus Postcranial Elements", *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), p. 289-296.
- Spradley, M. K., B. E. Anderson y M. L. Tise (2015). "Postcranial Sex Estimation Criteria for Mexican Hispanics", *Journal of Forensic Sciences*, 60, p. S27-S31.
- Tague, R. G. y C. O. Lovejoy (1998). "AL 288-1-Lucy or Lucifer: Gender Confusion in the Pliocene", *Journal of Human Evolution*, 35(1), p. 75-94.
- Torres Ramírez, G. (2002). "Estudio métrico morfológico de la rodilla: diferencias sexuales en una colección esquelética contemporánea". Tesis de licenciatura en Antropología Física. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Vargas Guadarrama, L. A., M. E. Ramírez y L. Flores. (1973) "El dimorfismo sexual en fémures mexicanos modernos", *Anales de Antropología*, vol. 10.
- Walrath, Dana E., Paul Turner, Jaroslav Bruzek (2004). "Reliability Test of the Visual Assessment of Cranial Traits for Sex Determination", *American Journal of Physical Anthropology*, 125(2), p. 132-137.
- Weiss, Elizabeth (2015). "Can We Create Ethnically Diverse Skeletal Collection from Donated Bodies?", *Anthropologischer Anzeiger*, 72(1), p. 43-53(11).
- Wilbur, Alicia K. (1998). "The Utility of Hand and Foot Bones for the Determination of Sex and the Estimation of Stature in a Prehistoric Population from West-Central Illinois", *International Journal of Osteoarchaeology*, 8(3): p. 180-191.

- Wunderlich, R. E. y P. R. Cavanagh (2001). "Gender Differences in Adult Foot Shape: Implications for Shoe Design", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), p. 605-611.
- Young, R. W. (2003). Evolution of the Human Hand: The Role of Throwing and Clubbing", *Journal of Anatomy*, 202(1), p. 165-174.

