



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS

**El conocimiento de las poblaciones del pasado a través de
los restos óseos:**

**Estimación del IMC en poblaciones arqueológicas.
Aportaciones de las colecciones documentadas
contemporáneas**

PROYECTO FIN DE CARRERA

BIOLOGÍA EVOLUTIVA Y DIVERSIDAD

Virginia González- Alberto Priego

Madrid, septiembre 2013



LABORATORIO
DE POBLACIONES
DEL PASADO



INDICE (1 hoja)

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1. Estudios antecedentes en la determinación del sexo	4
2.2. Estudios antecedentes en la determinación de la estatura	6
2.3. Estudios antecedentes en la determinación del peso corporal (PC)	8
2.4. El Índice de Masa Corporal (IMC)	11
3. OBJETIVOS	12
4. MATERIAL Y MÉTODOS	12
4.1. Materiales	12
4.1.1. Mediciones tomadas	
4.2. Métodos	14
4.2.1. Estudio contemporáneo	
4.2.1.1. Estimación del sexo	
4.2.1.2. Estimación de la estatura	
4.2.1.3. Estimación del peso corporal	
4.2.1.4. Cálculo del IMC	
4.2.2. Estudio osteoarqueológico	
4.2.2.1. Determinación del sexo	
4.2.2.2. Determinación de la estatura	
4.2.2.3. Determinación del peso corporal	
4.2.2.4. Cálculo del IMC y construcción de un perfil poblacional	
5. RESULTADOS	16
5.1. Colección actual: Características de la muestra	16
5.1.1. Resultados de la estimación del sexo	
5.1.2. Resultados de la estimación de la estatura	
5.1.3. Resultados de la estimación del peso corporal	
5.1.4. Cálculo del IMC y construcción de un perfil poblacional	
5.2. Colección osteoarqueológico	19
5.2.1. Resultados de la determinación del sexo	
5.2.2. Resultados de la determinación de la estatura	
5.2.3. Resultados de la determinación del peso corporal	
5.2.4. Cálculo del IM y construcción de un perfil poblacional	
6. DISCUSIONES	21
6.1. Discusión en la estimación del sexo	21
6.2. Discusión en la estimación de la estatura	23
6.3. Discusión en la estimación del peso corporal	24
6.4. Discusión en el cálculo del IMC	26
7. CONCLUSIONES	27
8. BIBLIOGRAFÍA	28
9. AGRADECIMIENTOS	31

1. RESUMEN

Con el empleo de un único hueso, el fémur, se determinan las características individuales del sexo, estatura y peso corporal, en una población española contemporánea formada por 206 individuos documentados. Para la estimación del sexo se determina unos intervalos de confianza a partir del diámetro máximo de la cabeza, que nos permite clasificar a nuestros individuos con un porcentaje de acierto del 89%. Estos intervalos son aplicados posteriormente en una población arqueológica formada por 202 individuos de sexo desconocido. A parte, en esta segunda población se estima a partir de metodologías conocidas los parámetros de estatura y peso corporal, con el fin de calcular el índice de masa corporal que nos va a permitir clasificar a la población, según la organización mundial de la salud, dentro de la categoría de sobrepeso.

2. INTRODUCCIÓN

La Antropología física, es una rama dentro de la Antropología, que estudia la diversidad biológica de las poblaciones humanas actuales y pasadas. Abarca tanto la variabilidad contemporánea de las poblaciones, como la reconstrucción de su historia evolutiva. Para realizar tal estudio es necesario el aporte de otras disciplinas como son: la genética, la demografía, la biometría, la prehistoria, la paleontología, la primatología, la genética de poblaciones... Es por tanto la Antropología una ciencia holística, que debe tener en cuenta los descubrimientos de otras ciencias implicadas en el estudio del hombre, y así poder crear una interpretación global de los hechos (Orban y Polet, 2005) Dentro de la antropología física nos encontramos con la osteoarqueología, que es una disciplina que estudia los restos óseos humanos procedentes de un contexto arqueológico, el cual estará determinado por el hábitat y su escenario histórico. La metodología de estudio que emplea esta disciplina, está basada en la identificación de los restos humanos a partir de la determinación de las características individuales de cada resto. Para ello se estima unas variables básicas que son: el número mínimo de individuos (NMI), edad, sexo, estatura, las características antropológicas y la información contenida sobre su estado de salud, a través del estudio paleopatológico. Todos estos datos, junto a los obtenidos desde otras perspectivas (contextos materiales, distribución espacial, rasgos culturales, entorno ecológico, etc.), permiten obtener una visión en conjunto a cerca de las características poblacionales de una determinada comunidad (De Miguel, 2010).

Son por tanto los huesos una importante fuente de información histórica y prehistórica. Sin embargo durante mucho tiempo los estudios arqueológicos han prescindido de la información que los restos humanos proporcionaban, ya que la aparición en muchos casos de restos mal preservados, no aportaban valores significativos. Por eso, cada vez más, hay una colaboración mayor entre diferentes profesionales, para extraer la máxima información posible y poder desarrollar estudios que nos permitan estimar, de la forma más precisa, las variables anteriormente descritas, que serán de suma importancia para poder hacer estudios posteriores de paleodemografía, paleopatología, comparaciones intra- e interpoblacionales (Mac Laughin y Bruce, 1985), con el fin de avanzar conjuntamente en el conocimiento de los grupos humanos que nos precedieron (De Miguel, 2010). En este trabajo lo que se pretende es mejorar la descripción individual de restos de humanos arqueológicos a partir de la estimación del sexo y la estatura, y añadir una nueva variable, el peso, el cual en la actualidad está muy poco trabajado, debido a la gran dificultad que plantea su estudio, resultando sin embargo su conocimiento muy interesante, ya que estimando este dato más el de la estatura, se podría calcular el índice de masa corporal (IMC) y con ello podríamos hacer una valoración del estado nutricional de la población. Tenemos ejemplos de muchos trabajos de investigación que siguen este mismo desarrollo como por ejemplo el de Martín-Flórez (2010) donde a partir del análisis de aspectos morfológicos del esqueleto postcraneal hace estimaciones relacionadas con el aspecto físico –estatura, robustez y masa corporal- de los habitantes de dos poblados de la Edad del Bronce de la Península Ibérica, con el fin de valorar las diferencias relacionadas con el estilo de vida y otros aspectos bioculturales entre estas poblaciones. En nuestro estudio vamos a trabajar con el fémur. Este es un hueso largo, asimétrico, perteneciente al esqueleto apendicular, siendo el segundo segmento del miembro inferior del cuerpo (Bass, 1971).

2.1. Estudios antecedentes en la determinación del sexo

Al enfrentarnos al análisis de unos restos óseos, nos surgen múltiples incógnitas que debemos resolver, siendo la estimación del sexo una de las más trascendentales a la hora de proceder a la elaboración ulterior de la identificación del individuo y una de las primeras estimaciones que debe realizarse, para poder analizar posteriormente otras variables como la estimación del peso corporal y la estatura, que van a ser específicas para cada sexo (Mendonça, 2000). Al iniciar un estudio de estimación de sexo a partir de elementos esqueléticos, lo primero que debemos saber es que de los huesos que componen el esqueleto, hay algunos con mayor valor

discriminante que otros; también hay que tener en cuenta la población de referencia a utilizar para el contraste con la muestra de estudio, ya que ambas deben ser lo más próximas entre sí, tanto desde el punto de vista biológico, cronológico y geográfico (Orban y Polet, 2005).

Por lo general es posible determinar el sexo, de manera altamente fiable, a partir de un gran número de huesos del cuerpo humano. Nos encontramos con estudios que utilizan el cráneo como los realizados por Ferembach et al. (1979). Sin embargo, una de las estructuras que quizás sea más útil y veraz para resolver la determinación sexual es la pelvis, debido a la diferencia anatómica significativa entre ambos sexos basada en sus diámetros y en su forma (Ferembach et al., 1979). El coxal es el hueso más adecuado para este tipo de determinación debido a su marcado dimorfismo sexual que se debe principalmente a las restricciones selectivas de hombres y mujeres impuestas por la locomoción y la función reproductora (Murail et al., 2005). Además, el dimorfismo sexual del hueso de la cadera no es específico para las diferentes poblaciones humanas, como ocurre con otras partes del esqueleto (Buikstra y Ubelaker, 1994). Hay numerosos estudios que emplean este método para estimar el sexo para individuos adultos, uno de los más conocidos el de Ferembach et al. (1979) o los de Krogman e Iscan (1986). Por lo general debe determinarse el sexo a través del cráneo o la pelvis, pero al ser huesos tan sumamente frágiles, pueden faltar o aparecer mal preservados, no permitiendo la identificación sexual. Con el fin de resolver este problema se han utilizado otras piezas del esqueleto como los huesos largos, que además de presentar un elevado dimorfismo sexual, poseen también un alto índice de preservación. Su composición ósea más compacta, sobre todo al nivel de las diáfisis, les confiere una resistencia muy grande a los procesos destructivos del terreno (Di Bernardo y Taylor, 1979). Para la estimación se realizan análisis discriminantes donde la atribución a uno u otro sexo se lleva a cabo comparando el valor así obtenido con un valor umbral. También se han realizado análisis estadísticos multivariantes para estimar el sexo. Investigadores como Pons (1955), ha realizado diversos estudios en población portuguesa sobre el diagnóstico sexual en huesos aislados, de fémur, pelvis y esternón, en donde obtiene cuatro funciones discriminantes utilizando como caracteres de las mismas, las correspondientes a la longitud fisiológica, el diámetro de la cabeza, el diámetro transversal mínimo de la diáfisis y la anchura de la epífisis inferior. Black (1978), obtuvo una función discriminante simple, utilizando la circunferencia de la mitad de la diáfisis del fémur, consiguiendo resultados compatibles hasta con un 73% de acierto. Este método fue revisado posteriormente por Di Bernardo y Taylor (1979) en fémures de norteamericanos blancos. Pero quizá, uno de los que más trabaja con los discriminantes

sexuales es Robles (1997) que consigue obtener valores estadísticos con porcentajes de clasificación correctos muy altos.

En este estudio con la variable que se va a trabajar en la estimación del sexo, pertenece al diámetro máximo de la cabeza (DMC). Para este parámetro hay varios estudios realizados en diferentes poblaciones, Olivier (1960) trabaja con población francesa para tres variables métricas del fémur: la longitud fisiológica, el diámetro sagital de la cabeza y la anchura máxima de la epífisis inferior, con porcentajes de acierto de hasta el 82%. Steyn e Iscan (1997) trabajan en población blanca surafricana, Iscan y Shihai (1995) con población china, Mall (2000) con fémures pertenecientes a población alemana, Beguelin y González (2008) en población sudamericana con aborígenes de Pampa y Patagonia. Otros estudios se investigan el tamaño de la pelvis en relación con las dimensiones del DMC, Shulter-Ellis et al. (1983) hacen este estudio en afroamericanos pertenecientes a la colección Terry, posteriormente Shulter-Ellis et al. (1985) trabajan con americanos blancos pertenecientes a la colección de Terry y, finalmente, Shulter-Ellis et al. (1988) amplían su estudio en esquimales e indios.

De una correcta identificación dependerán muchos de los estudios que se elaboren después. Los análisis paleodemográficos, paleopatológicos o comparaciones intrapoblacionales o interpoblacionales solo serán válidos si el sexo de los individuos ha sido establecido de manera fiable y correcta (Mac Laughlin y Bruce 1985).

2.2. Estudios antecedentes en la determinación de la estatura

La estimación de la estatura es otro de los datos fundamentales que debemos calcular, si queremos definir la morfología de un individuo, y se debe determinar después de definir el sexo (Mendonça, 2000).

La estatura de un individuo está determinada por una variedad de factores de tipo interno (genéticos, población de origen, sexo, edad, constitución) y externos (nutrición, clima, grupo social, medio ambiente, etc.). Por tanto, los estudios de la estatura, tanto en las poblaciones modernas como en las antiguas, deben considerarse en términos de estos dos tipos de factores (Krenzer, 2006).

La estatura de un individuo en comparación con el peso corporal, sufre menos fluctuaciones a lo largo del ciclo vital (Ruff et al, 1991), sin embargo varios estudios demuestran que la estatura es un parámetro altamente variable si se compara con otros. Uno de estos parámetros es la edad, que va a ir cambiando en varias etapas de la vida (Belmonte, 2011). Los individuos

alcanzan su estatura máxima alrededor de los 21 años (esta media es un poco más alta en el caso de los hombres) (Krenzer, 2006), la mantienen más o menos estable hasta los 40- 60 años y es a partir de entonces cuando se inicia el proceso de involución (con una tasa de descenso de -0.06 cm/ año), acelerándose todavía más cuando el individuo alcanza en torno a los 65-70 años, como explica Reverte-Coma (1991, citado en Belmonte 2011). A pesar de que la estatura pueda sufrir cambios, es posible estimar este parámetro a través de los elementos óseos, ya que existe una relación entre ambos. Por lo general existen muchos estudios donde a partir de diferentes partes anatómicas del esqueleto se estima este valor, como Olivier (1960) que hace estimaciones a partir de cuerpos vertebrales o el de De Groot (2011) que utiliza el primer metatarso. Sin embargo, son con los huesos largos con los que mayor correlación se ha conseguido alcanzar, Mendonça (2000) determina que el fémur y el húmero son buenos estimadores de la estatura, siendo más preciso el primero. Auerbach y Ruff (2010) hacen también otra comparación esta vez entre fémur y tibia, y vuelven a repetir resultados, siendo con el fémur con el que consigue mejores conclusiones. Sin embargo una combinación de ambos huesos les da correlaciones aún más altas que utilizando sólo el fémur. Estos resultados son importantes para la arqueología, ya que los huesos del miembro inferior suelen estar mejor preservados (Auerbach y Ruff, 2010). Otro estudio elaborado en tibia es el de Belmonte (2011) para población femenina española contemporánea realizado sobre muestras de cadáveres.

Las primeras tablas de estatura son publicadas por Rollet (1888, citado en Mendonça 2000) para ello utiliza las medidas de los huesos largos de 50 cadáveres de individuos franceses, en su estudio determina que hay diferencias entre los huesos frescos y los huesos secos con una diferencia de 2 mm. Actualmente existen dos metodologías, cuyo empleo estará determinado por la presencia o ausencia de elementos esqueléticos. La primera metodología es la anatómica, diseñada por Fully (1956, citado en Krenzer 2006), su método es aplicado en varones franceses, y consiste en tomar la medida de la altura del cráneo, la altura de las vértebras, la altura del tobillo, la longitud del fémur y de la tibia y calcular la estatura por la sumatoria de las medias mencionadas, es una fórmula general aplicable a todas las poblaciones y de ambos sexos, sin importar si el tronco sea largo o corto; el inconveniente que plantea, es que dada la mala preservación de los huesos, la ausencia de alguno de ellos inhabilita este método. El segundo método es el matemático, basado en ecuaciones de regresión entre la estatura y los diferentes elementos esqueléticos, Pearson (1899) citado en Krenzer (2006), tomando como base los datos de Rollet, elabora las primeras ecuaciones de

regresión para estimar la estatura en población francesa viva, a partir de los distintos huesos largos. Este método es el que se utilizará para este trabajo, siguiendo las fórmulas calculadas por (Mendonça, 2000). Se han llevado a cabo también estudios de estimación de estatura en huesos arqueológicos parcialmente conservados como el de Auerbach y Ruff (2010) quienes trabajan con una muestra de 957 individuos arqueológicos de procedencia norteamericana, para ello estiman la estatura a partir de la longitud máxima del fémur, o el estudio de Martín-Flórez (2010) que trabaja con dos yacimientos arqueológicos de la provincia de Granada, donde estima la estatura de sus 41 individuos aplicando el método de Mendonça (2000).

2.3. *Estudios antecedentes en la determinación del peso corporal (PC)*

A partir de los restos óseos no existe una forma precisa de determinar el PC de un individuo. A pesar de esta limitación, la estimación de la masa corporal tiene un papel importante en el estudio de poblaciones humanas arqueológicas, ya que está relacionada con procesos morfológicos, fisiológicos y metabólicos (Martín-Flórez, 2010). A partir de la de la estimación de la masa corporal, se ha podido evaluar la variación espacio-temporal, en diferentes grupos humanos dentro un mismo periodo de tiempo, para conocer los efectos de los cambios de estrategia relacionados con los patrones de subsistencia o su relación con las inserciones musculares y la artrosis (Ruff, 2002). Estudios en la morfología funcional en especies fósiles a menudo emplean variables y medidas que deben ser relacionadas con el tamaño corporal para que las interpretaciones funcionales tengan algún sentido y puedan ser aplicadas a los fósiles (Ruff, 2006). Existe un interés creciente en el desarrollo de nuevos métodos más precisos para la estimación del peso. La importancia de estas estimaciones se debe, a que la estatura está directamente relacionada con los elementos de soporte del peso (Ruff et al., 1991). Por tanto, el conocimiento de esta variable nos permitiría estudiar, cuales son los efectos de las cargas mecánicas sobre los componentes esqueléticos, y comparar la estatura entre diferentes poblaciones (Ruff, 2000). En este trabajo se estudia sobre atletas, ya que estos pueden estar mejor relacionados con la actividad que realizaban los homínidos que una población normal donde por lo general nuestro ritmo de vida no nos implica tener que realizar ejercicios para sobrevivir. Los homínidos combinaban la fuerza, velocidad, resistencia y agilidad, por eso los deportes que engloban estas cualidades físicas dan estimaciones más próximas, que otros deportes donde la falta de varias de estas cualidades y el predominio de otras hacen que a la hora de estimar el peso este se subestime o por el contrario se sobreestime.

Según Martín-Flórez (2010), los factores que determinan el peso son el sexo, la altura, la masa muscular y la robustez esquelética. Este parte de la base de que, a igualdad de estatura, los hombres tienen un mayor peso en comparación con mujeres, debido a que los hombres tienen una mayor masa muscular; también asume, que personas altas pesan más que personas bajas. Por estos motivos, se debe determinar primero el sexo del esqueleto antes de intentar una estimación del peso.

Dada su importancia podría pensarse que el tamaño del cuerpo es un parámetro fácilmente estimable, sin embargo, esta variable varía durante la vida y por eso no representa un criterio determinado para la identificación. En estudios distintos, se ha determinado que la estimación del peso varía hasta 200% (Martín-Flórez, 2010). Debido a esta situación, generalmente los antropólogos forenses no intentan la estimación de este parámetro. Los métodos actuales para estimar la masa corporal a partir de los restos óseos, son de dos tipos: el *morfométrico* y el *biomecánico*. El primero consiste en el establecimiento de relaciones alométricas entre distintas medidas del esqueleto, siendo la altura y la anchura bi-ilíaca los más comúnmente usados (Auerbach et al., 2004). El inconveniente que presenta este método es que no tiene en cuenta la influencia de la robustez del esqueleto y la adiposidad del individuo, los cuales varían en función de la edad, la fisiología y el comportamiento. El segundo método, el biomecánico, se rige por las respuestas de las superficies articulares y las diáfisis de los huesos largos, frente a la carga mecánica (Auerbach et al., 2004). La carga mecánica tiene más efecto sobre las extremidades inferiores que sobre las superiores y sobre todo el fémur, por lo que es en ellas en lo que se basan la mayor parte de las estimaciones. Para el estudio de la estimación del peso a partir de este hueso, se han tenido en cuenta dos variables independientes: el DMC femoral (Ruff et al., 1991; McHenry, 1992; Grine et al., 1995; Auerbach et al., 2004) y las características de la sección transversal de la diáfisis (Ruff, 2000). A través de ecuaciones de regresión se refleja la relación lineal existente entre estas variables independientes y el PC (Ruff et al., 1997). La precisión de las estimaciones se aprecia en la fuerza de la correlación entre la variable dependiente e independiente y el error estándar de estimación y varía en función de qué parte del esqueleto es representada y su preservación.

La cabeza del fémur es una superficie articular con un importante papel en el soporte del cuerpo y la transmisión de fuerzas durante la marcha (Ruff, 2006). Las superficies articulares se forman durante la época de crecimiento, por modelación y remodelación, pero en los adultos este proceso se detiene quedando fijas las dimensiones externas, que sólo se ven

remodeladas por cambios en la densidad del hueso trabecular o su arquitectura (Ruff et al., 1991). Estimar el peso a través del DMC femoral ha de ser enfocado desde un contexto biomecánico, ya que los cambios que se dan en el esqueleto son consecuencia a las adaptaciones que sufre el tejido óseo ante el ambiente mecánico (Ruff, 2006), por lo que las superficies articulares están relacionadas con las fuerzas mecánicas. Este importante papel hace que el DMC femoral tenga una correlación con el PC, como se ha demostrado en estudios previos (Ruff et al., 1991). En efecto, las diversas investigaciones sobre la estimación del PC indican que el DMC femoral predice satisfactoriamente el PC en personas adultas (Ruff et al., 1991). Por lo que esta variable se ha incluido en estudios posteriores (McHenry, 1992; Grine et al., 1995). En cambio, las diáfisis muestran una fuerte respuesta ante la carga mecánica. Especialmente en la etapa adulta, estas sufren cambios mediante alteraciones en la geometría del hueso cortical, al contrario que las superficies articulares. Por tanto, las diáfisis son un buen reflejo del estrés mecánico generado por el PC y la actividad muscular a lo largo de la vida. Por tanto, las mejores correlaciones de las dimensiones externas del fémur proximal con el PC vienen dadas en adultos maduros y seniles, por el área cortical de la diáfisis del fémur y a la temprana edad de 18 años se correlaciona mejor con las dimensiones de la cabeza del fémur (Ruff et al., 1991).

En conclusión, el método biomecánico, implica un solapamiento del PC con los niveles de actividad; estos últimos influyen en las características del hueso en proporción variable con el PC. Por lo que el uso de múltiples métodos de estimación es recomendable para aumentar la precisión de las estimaciones (Ruff et al., 1997; Auerbach et al., 2004) y para controlar los efectos de la actividad física o el aumento del PC a lo largo de la vida. Igualmente, la talla corporal de la población de referencia empleada para la reconstrucción del PC, tiene efecto sobre los resultados de las estimaciones (Ruff, 2000). En el estudio comparativo de Auerbach et al. (2004), se comprueba que las fórmulas desarrolladas por McHenry (1992) a partir de una muestra de hombres y mujeres americanos, pigmeos africanos y khoisan, resultó más apropiada para individuos de pequeña talla, mientras que las estimaciones realizadas a partir de las ecuaciones de Grine et al. (1995), que usó una muestra compuesta por individuos subsaharianos y afroamericanos, en homínidos y en poblaciones prehistóricas, donde se ajustaban mejor a individuos de talla grande. Se deben utilizar diferentes métodos para estimar el peso corporal, los resultados del estudio comparativo de Auerbach et al. (2004) muestran una alta correlación entre $r= 0,74$ y $0,81$ entre las estimaciones del PC realizadas a partir del DMC (método biomecánico) y aquellas desarrolladas a partir de la reconstrucción de la estatura y la

anchura bi-ilíaca (método morfométrico) en una muestra de 1173 individuos pertenecientes al Holoceno, procedentes de África del Este, amerindios, europeos, norte africanos, aborígenes de Australia y andamaneses. Estos resultados corroboran aquellos obtenidos en Ruff et al. (1997) a partir de una muestra de humanos del Pleistoceno. Otros estudios emplean otras partes del cuerpo como De Groote (2011), que utiliza el primer metatarso para estimar el peso corporal o los estudios realizados a las dimensiones craneales (Aiello y Wood, 1994), aunque son las características postcraneales las que más relación tienen con el peso corporal (Aiello y Wood, 1994).

2.4. *El Índice de masa corporal (IMC)*

Existe una relación lineal entre el PC y la estatura (McHenry, 1992; Ruff et al; 1997; Auerbach), por lo que si se conoce ambas variables, se puede derivar un índice físico, el IMC o Índice de Quetelet. Este indicador aporta información sobre una parte de la fisiología y anatomía del individuo, y permite estudiar los patrones de salud y enfermedad, el estatus nutricional, y los cambios temporales y geográficos, creando un perfil poblacional. En poblaciones contemporáneas, es frecuentemente utilizado para identificar el sobrepeso y la obesidad en adultos, ya que se pueden medir directamente ambas variables. Por el contrario, al día de hoy, en poblaciones arqueológicas no es posible un cálculo fiable del IMC a partir de restos óseos, ya que la estimación de una de las variables necesarias, el PC, es actualmente un problema sin resolver. Sin embargo, esto no ocurre en la estimación de la estatura, ya que existen actualmente muchos estudios que dan muy buenas estimaciones para este parámetro, siendo incluso empleado como herramienta discriminante en la identificación humana, dentro del ámbito de las ciencias forenses. El cálculo del IMC en poblaciones arqueológicas nos permitiría el conocimiento del comportamiento, la salud y la ecología de las poblaciones del pasado. Además, sería posible comparar con los estudios de IMC llevados a cabo en poblaciones vivas, por ello es tan importante trabajar para mejorar las estimaciones de sus parámetros, sobre todo el del PC.

El IMC se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2). Una vez calculado se clasifica al individuo en una serie de clases, que según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, 2011) son: bajopeso ($\text{IMC} < 18,5$), normopeso ($18,5-24,9$), sobrepeso ($24,5- 29,9$) y obesidad ($\text{IMC} > 30$). Este índice es independiente del tipo de población.

3. OBJETIVOS

El trabajo va a estar dividido en dos partes, en una primera parte (A) se estudiarán individuos contemporáneos y en una segunda parte (B), individuos arqueológicos. Los objetivos dentro de cada apartado serán:

(A) Estudio Osteológico actual

- Estimar el sexo a partir del DMC y determinar cuáles son los intervalos de confianza para hombres y mujeres.
- Estimación de la estatura a partir de la longitud máxima y fisiológica del fémur.
- Estimación del peso corporal a partir del DMC.
- Calcular el IMC y crear un perfil poblacional.

(B) Estudio Osteoarqueológico

- Determinar el sexo de los individuos a partir de los intervalos estimados.
- Determinar la estatura a partir de la longitud máxima y fisiológica del fémur.
- Determinar el peso corporal a partir del DMC.
- Calcular IMC y crear un perfil poblacional.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. *Materiales*

Las muestras esqueléticas pertenecían a tres colecciones distintas, las dos primeras de origen contemporáneo (en el análisis de datos se englobaron en un mismo grupo al que se llamó Colección (A), actual o contemporánea), y ambas pertenecientes a la Colección de la Escuela de Medicina Legal y Forense de la Universidad Complutense de Madrid. Estas muestras fueron las utilizadas en la primera parte del estudio. La última colección era de origen arqueológico, a la que se denominó Colección (B) o arqueológica, conservada en el Laboratorio de Poblaciones del Pasado (LAPP), del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid, y éste fue el grupo utilizado para la segunda parte del estudio.

- Colección contemporánea (A): Son colecciones documentadas pertenecientes a población española. De una de las colecciones se tomaron medidas a un total de 133 individuos y de la otra a 90; esta última colección estaba mejor preservada que la anterior. El conjunto de

la muestra abarca todas las edades desde los 4 hasta los 97 años (aunque para este estudio solo se trabajó con adultos).

- Colección Arqueológica (B): para esta investigación se utilizó la colección de la necrópolis Hispano-musulmana que fueron excavados en un solar de la calle San Nicolás, Murcia, de la que tomó nombre la colección y que está datada entre los siglos XI-XIII, donde se excavaron más de 1000 enterramientos con diferentes grados de preservación. Todos los esqueletos aparecen enterrados de la misma forma: decúbito lateral, sobre el lado derecho, en dirección sudoeste-noreste, con las piernas ligeramente flexionadas y con la cabeza vuelta hacia el sudeste (Robles, 1997). Este detalle es importante comentarlo, porque se observa que se conserva un mayor número de huesos del lado derecho que del lado izquierdo del cuerpo y esto puede estar relacionado con la forma en que son enterrados tales individuos. Se tomó medidas a los fémures de toda la colección, a excepción de los infantiles y patológicos.

4.1.1. Mediciones tomadas: En este trabajo para las dos colecciones A y B se tomaron las mediciones únicamente sobre los individuos adultos y se eliminaron aquellos individuos que presentaban alteraciones patológicas evidentes y/o cualquier otra anomalía, ya que el estudio estaba dirigido a la anatomía normal del fémur. Se llevó a cabo dos mediciones en la toma de datos de la medida DMC perteneciente a la colección A, para ver cuál era el error intraobservador. Se consideró como válidas sólo aquellas medidas en las que hubo una diferencia de menos de 1 mm entre ambas observaciones. En caso de existir una diferencia mayor se repitió la medición nuevamente, para valorar posibles fallos en la toma de medida previa. Como el porcentaje de error fue muy bajo, para las demás medidas solo se realizó una única medición. Para cada hueso, tanto de la colección A como de la colección B, se va a tomar un total de once datos. Todas las medidas estarán expresadas en centímetros (cm), excepto α , expresado en grados. Dependiendo del tipo de variable, se utilizaron diferentes instrumentos de medida, siguiéndose la metodología propuesta por Buikstra y Ubelaker (1994), (Figura 1). A continuación se indican las medidas tomadas y el instrumento se utilizó:

- Longitud Fisiológica femoral (LFF). Tabla osteométrica. (1)
- Longitud Máxima femoral (LMF). Tabla osteométrica. (2).
- Diámetro sagital subtrocantéreo (DSS). Calibre. (3).
- Diámetro transversal subtrocantéreo (DTS). Calibre. (4).
- Perímetro en la mitad de la diáfisis femoral (PM). Cinta métrica. (5).

- Diámetro sagital en la mitad de la diáfisis femoral (DSM). Calibre. (6).
- Diámetro transversal en la mitad de la diáfisis femoral (DTM). Calibre. (7).
- Diámetro vertical máximo de la cabeza femoral (DMC). Calibre. (8).
- Diámetro vertical supero-inferior de la cabeza femoral (DSIC). Calibre.
- Anchura máxima (Bicondilar) de la epífisis distal femoral (AMB). Tabla osteométrica. (9)
- Ángulo oblicuo del fémur (AOF). Tabla osteométrica adaptada para la medida de ángulos.

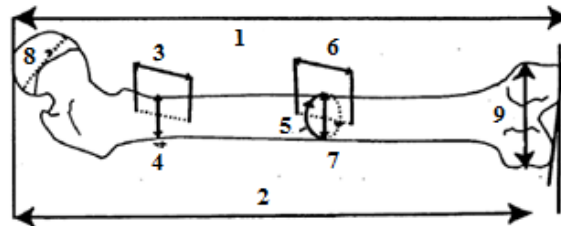


FIGURA 1: Localización de medidas en el fémur.

4.2. Métodos

El análisis estadístico, así como el cálculo de las fórmulas se realizaron usando el programa estadístico SSPS (*Scientific Program for Social Sciences*) versión 18.0 y el programa Microsoft Excel 2010. Se aceptó un nivel de significación de 0,05 para todos los test realizados. La primera hipótesis que se plantó es ver que no había diferencia entre las medias de las diferentes variables en ambos lados de un mismo individuo. Para ello, se utilizó el test “t” de Student para comparación de medias, que correspondían a medidas del lado derecho y del lado izquierdo. En este test sólo se pudo tener en cuenta los datos pertenecientes a individuos completos (en los que se tuviese la medición del fémur derecho e izquierdo y fueran valorables).

4.2.1. Estudio contemporáneo (A)

4.2.1.1. Estimación del sexo: La medida tomada en estos huesos fue el DMC femoral, las mediciones se realizaron en individuos adultos, su aplicación sobre los individuos subadultos supone un gran problema teórico, debido a que estas estimaciones se basan en unas características que no están desarrolladas durante la etapa infantil, cuando el individuo aún no ha alcanzado la maduración sexual (Bruzek, 2002). Para realizar la estimación del sexo, se empleó la prueba t de Student para muestras independientes, para determinar si hay diferencias en la media para la variable DMC entre ambos sexos. Además el test t de Student permite crear un intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de dichas poblaciones cuando se desconoce la desviación típica de una población y ésta debe ser

estimada a partir de los datos de la muestra. La finalidad es que dichos resultados sean extrapolables a la población general y generar modelos predictivos en los que se pronostique el grupo de pertenencia de cada una de las observaciones, y posteriormente ser aplicados a nuestra muestra arqueológica. Para poder llevar a cabo el test t de Student se debió comprobar dos condiciones: que las distribuciones de las muestras en cada una de las variables eran normales y que las varianzas de las muestras que se comparan para cada una de las variables no fueran significativamente diferentes entre sí.

4.2.1.2. Estimación de la estatura: En este estudio se siguió el método matemático de Mendonça (2000). Esta investigadora propuso unas fórmulas de regresión obtenidas de restos humanos contemporáneos portugueses, tanto para hombres como para mujeres a partir de las medidas de longitud máxima del fémur y longitud fisiológica femoral. Dada la proximidad geográfica entre población portuguesa y española, se piensa que es el método más adecuado para estimar esta variable. Mendonça (2000) planteó las siguientes ecuaciones de regresión con un intervalo de confianza de 95% (Tabla 1). Se tuvo que tener en cuenta, como explica Mendonça (2000) que la reconstrucción de la talla esquelética puede generar errores pues los huesos secos son más cortos que los frescos, con una diferencia de cerca de 2,35 cm por el aplanamiento de los discos intervertebrales entre el vivo y el cadáver. La estatura estará expresada en centímetros.

TABLA 1: Fórmulas usadas para la estimación de la estatura en hombres y mujeres, para población Portuguesa, expresado en (mm).

Mujeres	Estatura= $(57.86 + 0.2359 * \text{longitud máxima fémur}) \pm 5.96$
	Estatura= $(55.63 + 0.2428 * \text{longitud fisiológica fémur}) \pm 5.92$
Hombres	Estatura= $(46.98 + 0.2657 * \text{longitud máxima fémur}) \pm 6.96$
	Estatura= $(47.18 + 0.2663 * \text{longitud fisiológica fémur}) \pm 6.90$

4.2.1.3. Estimación del peso corporal: Se siguió la metodología empleada por Pérez (2011), donde genera fórmulas de regresión (Tabla 2) para la estimación del PC total y del peso adiposo a partir de la medida DMC, en población viva, tomada a través de imágenes de resonancia magnética, método pionero. Hasta entonces las técnicas utilizadas empleaban radiografías (Ruff et al, 1991). Este método tiene un error de estimación estándar <8 Kg para el PC total y de un valor <6 Kg para el peso adiposo, siendo el error mayor en hombres que en mujeres, a diferencia de las estimaciones realizadas por otros autores como Ruff et al (1991) donde la estimación es más precisa en hombres. Estas medidas se expresaron en Kg.

TABLA 2: Fórmulas usadas para la estimación del peso corporal total (PCT) en hombres y mujeres, para población Española. Expresado en (Kg).

Mujeres	$PCT = (-47,75 + 2,509 * \text{Diámetro máximo cabeza femoral lado derecho}) \pm 8$
	$PCT = (-19,043 + 1,847 * \text{Diámetro máximo cabeza femoral lado izquierdo}) \pm 8$
Hombres	$PCT = (49,602 + 0,493 * \text{Diámetro máximo cabeza femoral lado derecho}) \pm 8$
	$PCT = (46,007 + 0,592 * \text{Diámetro máximo cabeza femoral lado izquierdo}) \pm 8$

4.2.1.4. Cálculo del IMC y desarrollo de un perfil poblacional.: El IMC se calculó dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m²).

4.2.2. Estudio osteoarqueológico (B)

Como consecuencia del mal estado de preservación que tienen los restos arqueológicos, van a faltar una gran mayoría de medidas. Para poder llegar a tener más datos, se completó las medidas de los fémures del lado del cuerpo que tenían menos datos (en este caso el lado izquierdo), con el lado que más datos tenía (lado derecho), creando unas nuevas variables denominadas DMC, LMF y LFF, la media de estas nuevas variables se compararon con la media de las variables originales, derecha e izquierda, para demostrar estadísticamente que no había diferencias significativas, para ello se utilizó una test t Student dependiente.

4.2.2.1. Determinación del sexo.: Una vez que se determinó en población actual los intervalos de confianza, se aplicó en la colección B. Se eliminaron los individuos donde estaban dentro de la franja de incertidumbre.

4.2.2.2. Determinación de la estatura.: Se empleó la metodología de Mendonça (2000).

4.2.2.3. Determinación del peso corporal.: Se siguió el procedimiento de Pérez (2011).

4.2.2.4. Cálculo del IMC y construcción de un perfil poblacional.: Se utilizó la misma fórmula que la empleada para el cálculo del IMC en población actual.

5. RESULTADOS

5.1. Colección actual: Características de la muestra.

La colección A estaba formada por un total de 223 individuos (124 hombres, 82 mujeres y 17 con sexo desconocido que no se incluyeron ya que era necesario el conocimiento de la variable sexo). Por lo que se observa en un primer análisis en esta colección hay predominio de hombres (60,19%) frente a mujeres (39,81%). La edad media poblacional se sitúa en torno a los 57 años (53 años para hombres y 64 en mujeres). En la tabla 3 se presentan los estadísticos descriptivos para la serie estudiada.

TABLA 3: Características de la colección A¹

Colección A	N		Media		DE	
	V	M	V	M	V	M
DMC_d	103	68	4,613	4,121	0,321	0,274
DMC_i	94	71	4,623	4,109	0,325	0,254
LFF_d	112	75	43,855	39,615	2,510	2,227
LFF_i	109	78	43,933	39,623	2,573	2,211
LMF_d	112	75	44,174	39,988	2,577	2,245
LMF_i	109	78	44,254	39,973	2,572	2,249
Edad	121	81	53	64	18	18,7
Sexo	124	82				

¹DMC d/i, diámetro máximo de la cabeza femoral derecha/izquierda; LFF d/i, longitud fisiológica femoral derecha/izquierda; LMF d/i, longitud máxima femoral derecha/izquierda; DE, desviación estándar; V, varones y M, mujeres.

Lo primero que se hizo fue testar la hipótesis de que no hay diferencias entre las medias de las variables (LMF, LFF Y DMC) en ambos lados del cuerpo de un mismo individuo. Realizando el test “t” de Student para comparación de dos medias con datos apareados, obtuvimos: LMF (t=1,645; gl=172; p<0,102), LFF (t=1,404; gl=172; p<0,162) y DMC (t=-0,614; gl=154; p<0,540). Para las tres variables el valor P del test (0,102; 0,162 y 0,540) fue mayor que 0.05 (nivel de significación asumido), lo que significa que aceptamos que no había diferencias significativas entre ambos lados, pudiéndose utilizar para el cálculo un lado u otro, en nuestro estudio se utilizó el lado que más datos se tenía, en este caso el lado derecho.

5.1.1. Resultados de la estimación del sexo: Para llegar a estimar el sexo se realizaron dos pasos: 1.- Determinar que existían diferencias entre las medias de varones y mujeres. 2.- Establecer intervalos en los que se mueva el DMC, que nos permitan estimar si corresponden a un hombre o a una mujer. Para el primer punto, se utilizó el test t de Student para comparación de dos medias con datos independientes. Esta prueba debe utilizarse para poblaciones independientes. Se obtuvo que para DMC_d (t= 10,382 y p> 0.000) por lo que se rechazó la hipótesis nula, y por tanto no había igualdad de medias poblacionales. Además, el intervalo de confianza (con una confianza del 95%) para la diferencia de ambos grupos explica que en la población, el DMC de los varones mide por término medio entre 0,39847 y 0,58559 más que el de las mujeres. Cuando se comprobó que existían diferencias entre las medidas de varones y mujeres, como segundo punto quisimos establecer intervalos de confianza para la media poblacional, dentro de los cuales se encontrase un gran porcentaje de valores para cada sexo (Tabla 4). Para una confianza del 95%, el intervalo confianza para los varones (IC_v): [4'55- 4'674] y el intervalo confianza para las mujeres (IC_m): [4'06- 4'18]. De forma que en el 95% de los fémures femeninos son menores que 4'18 cm y el 95% de los

masculinos son mayores de la medida 4'55 cm. En ese caso las distribuciones de probabilidad mujer y varón no se solapan, existiendo entre ambos un margen de incertidumbre, donde podría darse o mujeres con tendencia a mayor DMC o viceversa hombres con un DMC con valores más bajos de la media.

TABLA 4: Fórmula para los intervalos de confianza de la media poblacional¹.

$$\left(\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

¹Donde \bar{X} es la media muestral, σ la desviación típica, n el tamaño muestral, y $Z_{\alpha/2}$ el valor correspondiente en la tabla normal para un nivel de confianza al 95%, en este caso 1,96.

En resumen, si la muestra estaba formada por 223 individuos, nos quedamos con 206 que eran los que conocíamos el sexo, de éstos, 35 se descartaron porque el dato no se pudo tomar, 53 porque estaban dentro del intervalo de incertidumbre, y 118 pudieron ser clasificados. De esta cifra, 13 se clasificaron mal, (5 según el IC_v, se clasificaban por hombres, y eran mujeres, y 8 fueron clasificados mal a la inversa), y luego los 105 individuos restantes, 59 se clasificaron correctamente como hombres y 46 como mujeres. Por lo que en una muestra de 171 individuos (118 clasificados+ 53 dentro del rango de incertidumbre), el 69% de los individuos estaba dentro de alguno de los IC para hombre o mujer, y dentro de este 69% se pudieron clasificar correctamente el 89%.

5.1.2. Resultados de la estimación de la estatura: Siguiendo la metodología de Mendonça (2010) y separando el lado derecho del izquierdo, se obtuvieron los resultados de la tabla 6.

TABLA 5: Histograma de frecuencias para el IMC en hombres y mujeres de población actual.

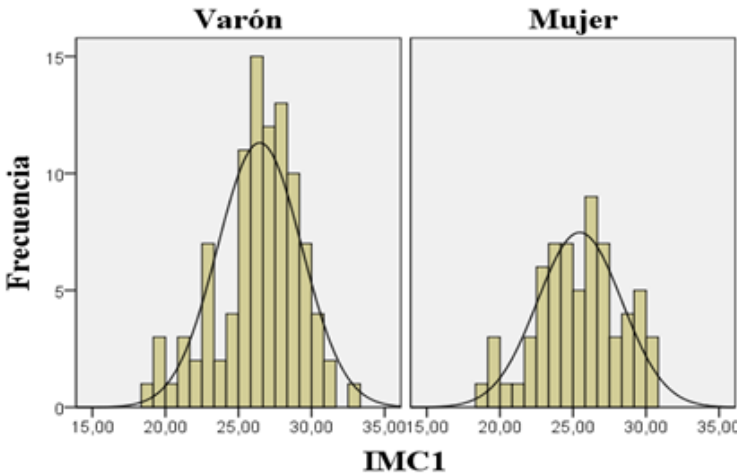


Tabla 6: Estimaciones de estatura para población actual^{1,2,3}

Colección A	N		Media		DE	
	V	M	V	M	V	M
Est_LMFd	112	75	162,07±6,96	153,23±5,96	6,08	5,96
Est_LFFd	112	78	162,11±6,90	153,63±5,92	6,09	5,99
Est_LMF <i>i</i>	109	75	162,25±6,96	152,24±5,96	6,07	5,92
Est_LFF <i>i</i>	109	78	162,29±6,90	152,69±5,92	6,24	5,89
Peso1DMC_d	103	68	72,34	55,64	1,58	6,87
Peso2DMC_i	97	68	73,23	57,06	1,92	4,40
IMC1	98	65	26,45	25,46	2,88	2,89
IMC2	98	66	26,60	25,69	2,59	2,64
IMC3	91	61	26,89	25,94	2,67	2,04
IMC4	91	62	26,86	25,86	2,75	2,63

¹Est_LMFd, estimado con la variable LMF del lado derecho; Est_LFFd estimado con LFF del lado derecho, Est_LMF*i*, estimado con el LMF del lado izquierdo y Est_LFF*i*, estimado con el LFF del lado izquierdo.

²Peso1DMC_d, utiliza el DMC del lado derecho para poder estimar;

Peso2DMC_i, utiliza el lado izquierdo del DMC.

³IMC1 se calcula con Peso1DMC_d y con Est_LMFd; IMC2 se calcula con Peso1DMC_d y con Est_LFFd; IMC3 se calcula con Peso2DMC_i y con Est_LMF*i* e IMC4 se calcula con Peso2DMC_d y con Est_LFF*i*.

5.1.3. Resultados de la estimación del peso corporal: Se puede apreciar los resultados obtenidos en la tabla 6. Se observa poca diferencia en ambos lados.

5.1.4. Cálculo del IMC y construcción de un perfil poblacional: Se reflejan los resultados obtenidos en la tabla 6, y vemos las gráficas para cada sexo en la (Tabla 5), hemos tomado el valor de IMC1, realmente como hemos estado viendo, no hay diferencias significativas entre los cuatro cálculos de IMC, realizados con el lado derecho e izquierdo y utilizando la variable LFF y LMF para la estimación de la estatura. El IMC que se obtiene en torno a 26-27 para hombres y 25-26 para mujeres, los clasifica a ambos en la categoría de sobrepeso.

5.2. Colección osteoarqueológico

Tras comparar las medias de las nuevas variables a las que se llamaron DMC, LMF y LFF, con las medias de las variables originales, derecha e izquierda a través de una t Student dependiente, se obtuvo que para todas las comparaciones de medias, el nivel de significación era mayor a 0,05 por lo que se acepta la hipótesis nula, no existe diferencias entre las medias.

5.2.1. Resultados de la determinación del sexo: Se clasificó a nuestra colección B, siguiendo los resultados que se obtuvieron para la estimación de sexo en población actual. Se pudo medir el DMC a un total de 289 individuos, de los cuales 87 descartamos porque el valor del DMC estaba dentro del intervalo de incertidumbre, por tanto nos quedamos para estudio con un total de 202 individuos de los cuales 114 eran varones y 88 mujeres (Tabla 7). Por lo que se ha podido clasificar a un 70% de la población por el sexo, mientras que un 30% al estar dentro de ese intervalo, no podía ser clasificado con seguridad.

TABLA 7: Características de la colección B¹

Colección B	N		Media		DE	
	V	M	V	M	V	M
DMC	114	88	4,769	3,949	0,166	0,217
DMC_d	76	67	4,768	3,968	0,173	0,132
DMC_i	74	49	4,746	3,897	0,161	0,308
LFF	58	27	44,735	40,117	1,484	1,608
LFF_d	40	20	44,913	40,145	1,514	1,483
LFF_i	34	17	44,629	40,053	1,563	1,850
LMF	58	27	45,067	40,404	1,499	1,653
LMF_d	40	20	45,237	40,425	1,547	1,533
LMF_i	34	16	44,976	40,256	1,571	1,765

¹DMC d/i, diámetro máximo de la cabeza femoral derecha/izquierda; LFF d/i, longitud fisiológica femoral derecha/izquierda; LMF d/i, longitud máxima femoral derecha/izquierda; DE, desviación estándar; V, varones y M, mujeres. Todas las medidas expresadas en centímetros.

5.2.2. *Resultados de la determinación de la estatura:* Se calculó igual que la colección A, con las fórmulas de Mendonça (2000), pero esta vez no se separó por lados, se tomó el valor de la variable LFF y LMF, los resultados se observan en la Tabla 8.

TABLA 8: Estimaciones de estatura, peso e IMC para población arqueológica^{1,2,3}

Colección B	N		Media		DE	
	V	M	V	M	V	M
Est_LMF	58	27	166,72±6,96	153,17±5,96	3,98	3,89
Est_LFF	58	26	166,31±6,90	152,97±5,92	3,95	3,98
Peso1DMC	114	88	73,11	51,32	0,82	5,44
Peso2DMC	114	88	74,24	53,89	0,98	4,01
IMC1	58	27	26,33	22,06	1,15	1,45
IMC2	58	27	26,73	23,12	1,16	1,29
IMC3	58	26	26,46	22,05	1,16	1,38
IMC4	58	26	26,86	23,13	1,17	1,25

¹Est_LMF, estimado con la variable LMF y Est_LFF estimado con LFF.

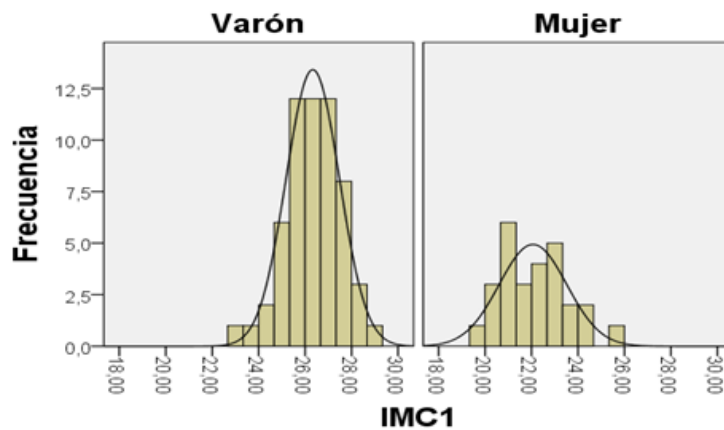
²Peso1DMC, para estimar se utiliza la variable DMC independientemente del lado del cuerpo, pero se calcula con la fórmula que está referido al lado derecho; Peso2DMC para estimar se utiliza la variable DMC

independientemente del lado del cuerpo, pero se calcula con la fórmula que está referido al lado izquierdo; ³IMC1 se calcula con Peso1DMC y con Est_LMF; IMC2 se calcula con Peso2DMC y con Est_LMF; IMC3 se calcula con Peso3DMC_d y con Est_LMF; IMC4 se calcula con Peso4DMC_i y con Est_Lmf; DE, es la desviación estándar.

5.2.3. *Resultados de la determinación del peso corporal:* Se calcula igual que se hizo en población actual, empleando las mismas fórmulas y utilizando las mismas medidas. Los resultados se pueden apreciar en la tabla 8.

5.2.4. *Cálculo del IMC y construcción de un perfil poblacional:* Se calculó igual que en población actual, los resultados están en la Tabla 8. Se observan las gráficas para cada sexo en la tabla 9. Los valores obtenidos en torno a 26-27 para hombres, los clasifica dentro de la categoría de sobrepeso, las mujeres obtienen un IMC entre 22-23, por lo que se las engloba dentro del grupo normopeso.

TABLA 9: Histograma de frecuencias para el IMC en hombres y mujeres de población arqueológica.



6. DISCUSIÓN

6.1. Discusión en la estimación del sexo

En la colección A la media del DMC en hombres está en 46,13 mm y para mujeres en 41, 21 mm. Comparando nuestros resultados con los de otros autores (Tabla 10), vemos que para Pons (1955) y Ferembach et al. (1979) en población portuguesa las medias obtenidas son muy similares a las nuestras, excepto para mujeres que sus valores son un poco más bajos. Este parecido puede deberse a la proximidad geográfica y a un contexto histórico común entre ambos países. Comparando nuestros resultados con un estudio en población francesa (Olivier, 1960) vemos que la relación entre medias ya no es tan parecida, la media de hombres franceses es inferior a la nuestra y en mujer es superior. Si hacemos una comparación con otras poblaciones separadas geográficamente de la nuestra, apreciamos que para poblaciones de blancos norteamericanos Shulter-Ellis et al. (1985) se obtiene medias superiores, esto se repite en sudamericanos (Beguelin y González, 2008), en población alemana (Mall, 2000), blanca surafricana (Steyn e Iscan, 1997), indios (Shulter- Ellis et al., 1988), esquimales (Shulter- Ellis et al., 1988) y en negros norteamericanos (Shulter- Ellis et al., 1983; Ferembach et al. 1979). Sólo hay una población que es la china (Iscan y Shihai, 1995) donde sus valores medios son muy parecidos a los nuestros. Esto nos llevaría a pensar en alguna cierta relación entre ambas poblaciones, sin embargo comparando con otros estudios realizados con poblaciones chinas (Liu, 1989) se aprecia medias con valores muy inferiores a los nuestros, por tanto descartamos tal hipótesis.

TABLA 10: Estudios de estimaciones para el sexo¹

	N	Variabl e	Media (V)	Media (M)	Población	% Clasificado	% Acierto	
Pons (1955)		DMC	46,11 d 46,06 i	39,94 d 39,87 i	Portuguesa			
Olivier (1960)		DMC	> 44,5	< 43,5	Franceses	88,6	81,4	
		AMB	> 76	< 74		84,3	81,4	
		LMF	> 460	< 390		25,71	25,71	
Black (1978)	114	PMD			Blancos norteamericanos	94,28	72,85	
Shulter- Ellis et al. (1983)	109	DMC	48,39±2,8	42,80±2,0	Negros colección Terry			
	(1985)	94	DMC	48,49±2,7	42,94±2,2			Blancos colección Terry
	(1988)		DMC	46,76±2,1	42,46±2,0			Esquimales
	(1988)		DMC	47,19±1,9	42,76±2,1			Indios
Ferembach et al. (1979)		DMC	46,05±0,2	39,92±0,2	Portugueses			
			57,17	41,52	Negros norteamericanos			
Iscan y Shihai (1995)		DMC	46,16±2,6	41,13±2,6	China			
Steyn e Iscan (1997)		DMC	48,46±2,6	43,02±2,4	Blanca surafricana			
Mall (2000)	170	DMC	49±0,3	44±0,3	Alemana	67,7	86,8	
Beguelin y González(2008)	206	DMC, LMF, AMB, DSM Y DTM	49,58	44,75	Sudamericana		80-94	

¹DMC, diámetro máximo cabeza femoral; AMB, anchura máxima bicondilar distal; LMF, longitud máxima femoral; PMD, perímetro medio de la diáfisis femoral; DSM, diámetro sagital medio de la diáfisis femoral; DTM, diámetro transversal medio de la diáfisis femoral; V, varón; M, mujer; d, derecha; i, izquierda. Todas las medidas expresadas en milímetros.

La eliminación de individuos por estar dentro del intervalo de incertidumbre (31% de los individuos) nos descartó a un alto porcentaje de la muestra (31%), sin embargo el porcentaje que obtuvimos de acierto fue muy elevado (89%); comparándolo con otras investigaciones realizadas a partir de otras variables del fémur que no sea el DMC, vemos que en Olivier (1960) utilizando la AMF es capaz de clasificar al 84,3% de la población con una probabilidad de acierto del 81,4%, utilizando la LMF clasifica al 25,71% de la población con 25,71% de acierto y con DMC clasifica a un 88,6% con 81,4% probabilidad de acierto, por tanto nuestro porcentaje de acierto es bastante bueno si se compara con otros resultados. Black (1978) utiliza el perímetro medio de la diáfisis para estimar el sexo, con esta variable es capaz de clasificar a un 94,28% con un 72,85% de probabilidad de acierto. En resumen, existen otras variables aparte del DMC, como la AMF o el PMD, con las que se puede estimar el sexo con alta probabilidades de acierto. Ahora si observamos los resultados para nuestra población B se obtiene una media para hombres de 47,69 mm y para mujeres de 39,59 mm, si comparamos estos resultados con los obtenidos en la población A podemos apreciar que para

hombres la media es mayor en la colección B , sin embargo, para mujeres la media es superior en la población A. Esta diferencia de medias entre ambas poblaciones puede estar afectada por el estado de preservación que presente la cabeza femoral, que nos puede estar alterando los resultados. También el margen temporal que existe entre ambas poblaciones puede ser otro factor que influya en esta diferencia de medias. Otro punto que puede estar influenciando es que al ser poblaciones distintas quizá nuestro método de estimación no es el más adecuado para estimar el sexo en esta colección, se debería tomar otras partes del esqueleto como es la pelvis o el cráneo, para correlacionar estos resultados y poder confirmar si la clasificación que se ha hecho en estos individuos es correcta.

6.2. *Discusión en la estimación de la estatura*

En los resultados obtenidos para la colección A tanto si se utiliza la LMF como la LFF para estimar la estatura, los resultados son los mismos, una media de 162 cm para hombres y 153 cm para mujeres. Ahora bien, si comparamos nuestro estudio con el de otros autores (Tabla 11), podemos apreciar que las medias cambian. En el estudio de Mendonça (2000) para población contemporánea portuguesa realizado con 200 individuos, se obtuvieron unas medias de 167,9 cm para hombres y 157,7 cm para mujeres. Por lo que se observa la población portuguesa tiene una media mayor.

TABLA 11: Estudios realizados para la estimación de la estatura.¹

	N	Variable	Media (V)	Media (M)	Población
Martin- Flórez (2010)	41	LMF	160,0	153,0	Arqueológica española
			166,0	150,0	
Mendonça (2000)	200	LMF	167,9	157,7	Portuguesa
Belmonte (2011)	35	LMT	-	150,0	Española

¹V, varón; M, mujer; LMF, longitud máxima femoral; LMT, longitud máxima tibial.

Uno de los motivos que explica esta discrepancia de resultados, se debe a que Mendonça trabaja con cadáveres para su estudio y nosotros trabajamos con restos esquelizados. Esta diferencia es importante ya que como explica Mendonça (2000) los huesos secos son más cortos que los frescos, con una diferencia de cerca de 2,35 cm; como consecuencia del aplanamiento de los discos intervertebrales entre el vivo y el cadáver. Teniendo en cuenta este dato, se puede apreciar que la diferencia que existe entre ambas medias poblacionales es de aproximadamente entre 3-4 cm, por lo que podría explicar este motivo de desigualdad de resultados. Si atendemos ahora al estudio realizado por Belmonte (2011) a una población de

35 mujeres contemporáneas utilizando la tibia, sale que la media es de 150 cm, esta desigualdad entre medias dentro de una misma población puede estar relacionada como explica Mendonça (2000) en su estudio, por una diferencia de tiempo en la toma de datos. Mendonça compara sus resultados con otro estudio realizado 64 años antes también en población portuguesa y observa que la media en su población se ha incrementado para hombres en 3 cm y para mujeres en 4 cm. Puede entonces tener esto relación con lo nuestro ya que la población que estudia Belmonte es bastante más actual que la nuestra, y puede haber ocurrido que para las mujeres haya descendido la media en este último siglo. En la población B obtuvimos una media para hombres de 166 cm para las variables, LMF y LFF, y 153 cm para mujeres. Contrastando estos datos con la población A se observa igualdad de medias para las mujeres, sin embargo para hombres este valor aumenta en B. Si comparamos estos valores con otro estudio arqueológico todavía más antiguo como es el de Martín-Flórez (2010) de los años 2000- 1300 a.C en dos poblaciones pertenecientes a la península ibérica, vemos que se obtiene en una de las poblaciones una media de 160 cm para hombres y 153 cm para mujeres y en la segunda población unas medias de 166cm para hombres y 150 para mujeres. Como se aprecia, las mujeres por lo general a lo largo del tiempo han mantenido una media más o menos estable, excepto en poblaciones más arqueológicas donde la media baja, los hombres por el contrario han ido cambiando este valor en el tiempo. Esto puede tener relación con el ritmo de vida, el tipo de alimentación... que pueden hacer que en poco tiempo estos valores se modifiquen, como anteriormente explicamos.

6.3. Discusión en la estimación del peso corporal

En población actual se obtuvo una media de 56 Kg para mujeres y 73 Kg para lado derecho y para lado izquierdo unas medias de 73,23 Kg para mujeres y 57,06 Kg para hombres. Lo primero que hay que destacar es el ligero sobrepeso que hay en el lado izquierdo. Esta diferencia entre ambos lados puede estar asociada a una respuesta ósea al estrés biomecánico, que es más pronunciado en este lado del cuerpo. Para la estimación del PC es importante a la hora de comparar con otros resultados, tener en cuenta que factores como el sexo, tipo de población y edad pueden afectarnos a la hora de comparar resultados. Nuestra población cubre un rango bastante amplio de edades desde los 20 hasta los 97 años, con una media de edad en torno a los 57 años. Ahora haciendo comparaciones de nuestros resultados con otras investigaciones (tabla 12) realizadas en diferentes poblaciones y con diferentes variables para la estimación del PC, vemos que los únicos que tienen una media más parecida a la nuestra serían los norteamericanos menores de 18 años del estudio de Ruff et al. (1991). Sin embargo

como ya dijimos, la edad es un factor determinante por tanto sería un error decir que nuestra población se pareciera a ésta. Si se compara con los individuos adultos, es cuando los valores son muy dispares, ya que alcanzan una media mucho mayor que la nuestra. El estudio de McHenry (1992) realizado con individuos de talla baja, refleja medias con valores muy bajos. Otro estudio realizado por Pérez (2011), en población Finlandesa viva, se obtiene nuevamente unas medias más altas en comparación con las nuestras.

TABLA 12: Estimaciones de peso corporal en otros estudios¹.

	N	M	Mv	Mm	Población	Var
Ruff et al (1991)	80		80,8	72,4	Negros y blancos norteamericanos vivos	DMC
	51	75,4			Blancos norteamericanos vivos	
	29	79,0			Negros norteamericanos vivos	
	80		71,6	57,9	Negros y blancos norteamericanos <18 años vivos	
			80,4	67,7	Autopsia en blancos norteamericanos	
McHenry (1992)	95		64,9	54,2	Americanos arqueológicos	DMC
		46			Africanos arqueológicos	
		30,4			Pigmeos arqueológicos	
Ruff et al, (1997)	163	67,9			Homo del Pleistoceno medio	DMC
		61,8			Homo del Pleistoceno temprano	
Sebastián (2010)	41	59			Arqueológica de Granada (2000-1300 a.c)	
Pérez (2011)	75		81,03	68,00	Finlandeses vivos	DMC

¹M, media; Mv, media para varones; Mm, media para mujeres; Var, variable; DMC, diámetro máximo cabeza femoral. Todos los valores expresados en Kilogramos.

TABLA 13: Resultados del estudio de Groote (2011) para la estimación del peso corporal¹.

	N	M1	M2	M3	Población	Var
Groote (2011)	21	43,31	47,79	49,92	Andamanense	Primer Metatarso
	7	55,16	59,80	60,22	Australasia	
	9	53,51	58,12	58,79	Africanos	
	5	54,12	58,74	59,31	Americanos nativos	
	45	67,37	68,11	67,34	Británicos	

¹M1, media para el peso corporal estimada a partir de McHenry (1992); M2, media para el peso corporal estimada a partir de Grine et al. (1995); M3, media para el peso corporal estimada a partir de Ruff et al. (1991); Var, variable.

Por lo general, las medidas se llevan a cabo con el fémur o con la pelvis, sin embargo el estudio de Groote (2011) está realizado a partir del primer metatarso (Tabla 9) y estima el PC para diferentes poblaciones, para ello utiliza tres estudios diferentes McHenry (1992) (M1), Grine et al. (1995) (M2) y Ruff et al. (1991) (M3) con el fin de comparar los resultados y

determinar el método que más se adapta a su estudio. Finalmente establece que los resultados obtenidos a través del método de McHenry (1992) tiende a subestimar el peso, es por tanto aconsejable emplear este procedimiento para individuos de talla baja, por el contrario Grine et al. (1995) sobreestima estos valores y es por tanto recomendable que se aplique a individuos de talla alta. Si comparamos estos resultados con los nuestros, las mujeres son las únicas que tiene una media más parecida, ya que los hombres las medias que nosotros obtenemos son mucho mayores.

En la población B los resultados estimaban un valor medio de unos 73 Kg para hombres y 51 Kg para mujeres. Contrastándolo con la población A, vemos que para hombres no hay apenas diferencias, sin embargo para mujeres la media en población actual es un poco más alta que para los individuos arqueológicos. Al igual que pasaba con la población actual, no existe dentro de los estudios expuestos, una población que este claramente relacionada sus medias con las medias de nuestros individuos arqueológicos. Como ya dijimos son varios los factores que van a estar alterando nuestros resultados, en nuestro caso, las fórmulas que utilizamos para estimar el valor del PC, fueron tomadas de un estudio clínico en pacientes que presentaban traumatismos, otro factor en contra, es que estos pacientes a parte presentaban una edad avanzada. Por lo que ambos factores pueden estar afectando a nuestros resultados.

6.4. Discusión en el cálculo del IMC.

Nuestros resultados demuestran que para población actual el IMC en hombres está en torno a los 26-27 y para mujeres en 25-26, por lo que ambos se incorporan según la OMS en la categoría de sobrepeso. En población arqueológica los resultados fueron de 26-27 de nuevo para el hombre y 22 para la mujer, siendo esta última integrada en la categoría de normopeso. Este indicador aporta información sobre una parte de la fisiología y la anatomía del individuo, permitiendo estudiar patrones de salud y enfermedad, el estatus nutricional, y los cambios temporales y geográficos. Por lo que se refleja en el estudio, ambas poblaciones son bastante parecidas ya que están incorporadas en la misma categoría. Sería interesante iniciar investigaciones más profundas para este tema, ya que actualmente está poco trabajado, debido a la dificultad que plantea la estimación del PC. Sin embargo estudios que sigan esta línea podrían determinar si en verdad las poblaciones arqueológicas, podían estar mucho más relacionadas de lo que se piensa con las poblaciones actuales.

7. CONCLUSIONES

- No existen diferencias significativas entre las medias de las diferentes variables entre el lado derecho y el lado izquierdo del cuerpo para ambas poblaciones.
- En la estimación del sexo para población actual, se asume que la media para la variable DMC es diferente entre sexos, por lo que se puede establecer unos intervalos de confianza (con una confianza del 95%) que clasifique a los individuos por sexo, estos intervalos son $IC_v = [4,55- 4,674]$ y el $IC_m = [4,06- 4,18]$. Con estos intervalos se puede clasificar a un total del 69% de la población, con una probabilidad del 89% de aciertos.
- Si comparamos nuestras medias en población actual con otras poblaciones, vemos que la población que tiene unas medias que más se asemejan a las nuestras son la portuguesa, tanto para los valores del DMC como para los valores de estatura.
- En la determinación del sexo para población arqueológica siguiendo la metodología para población actual, se ha podido determinar a un 70% de la población. Si comparamos las medias de la variable DMC entre ambas poblaciones vemos que para hombres arqueológicos esta media es mayor, al contrario que para las mujeres.
- En la estimación de la estatura es importante a tener en cuenta el estado del hueso con el que se va a trabajar ya que puede modificar las medidas hasta en 3 cm.
- En la estimación del peso en población actual al igual que en arqueológica, no hemos encontrado resultados parecidos a los de otros estudios. Puede estar esto influenciado por la población de referencia con la que se ha trabajado.
- La tendencia tanto en población actual como arqueológica es a un IMC que clasifica a los individuos en la categoría de sobrepeso.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aiello LC, Wood BA. Cranial variables as predictors of hominine body mass. *Am J Phys Anthropol.* 1994; 95: 409–426.
- Auerbach, BM, Ruff C. Human body mass estimation: a comparison of “morphometric” and “mechanical” methods. *Am J Phys Anthropol.* 2004; 125: 331–342.
- Auerbach, BM and Ruff, C. B. Stature estimation formulae for indigenous North American populations. *Am J Phys Anthropol.* 2010; 141: 190–207.
- Bass WM. *Human Osteology.* Columbia: Missouri Archaeological Society; 1971.
- Belmonte MT, Sánchez Blanque JL, Alemán I, Botella MC. Estimación de la estatura a través de la tibia en población contemporánea española adulta femenina. *Cuad. med. forense [revista en la Internet].* 2011 Jun [citado 2013 Sep 04]; 17(2): 83-89. Disponible en :http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062011000200005&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4321/S1135-76062011000200005>.
- Beguelin M, González PN. Estimación del sexo en poblaciones del sur de Sudamérica mediante funciones discriminantes para el fémur. *Revista Argentina de Antropología Biológica.* 2008; 10(2): 55-70.
- Black TK. A new method for assessing in sex of fragmentary skeletal remains: femoral shaft circumference. *Am J of Phys Anthropol.* 1978; 48: 227-231.
- Buikstra JE, Ubelaker DH. *Standards.* Arkansas Archaeol. Survey. 1994.
- De Miguel MP. Una visión de la infancia desde la osteoarqueología: de la Prehistoria reciente a la Edad Media Complutum. 2010; 21(1): 135-154.
- Di Bernardo, R. Taylor, J. (1979): Sex assessment of the femur: a test of a new method. *Am J of Phys Anthropol.* 50, 635-638.
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M. Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. *Bulletins et Mémoires Société d'Anthropologie Paris.* 1979; 6: 7-45.
- Fully G. Une nouvelle methode de determination de la taille. *Annal Med Legale Criminol.* 1956; 36: 266–273.
- Grine FE, Jungers WL, Tobias PV, Pearson OM. Fossil Homo femur from Berg Aukas, northern Namibia. *Am J Phys Anthropol.* 1995; 26:67–78.
- De Groote I, Humphrey LT. Body mass and stature estimation based on the first in humans. *Am J of Phys Anthropol.* 2011; 144(4): 625- 632.
- Iscan MY, Shihai D. Sexual dimorphism in the Chinese femur. *Forensic Sci.* 1995; 74: 79-87.

- Krenzer U. Compendio de Métodos Antropológicos Forenses. Tomo V: Características Individualizantes. Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas. Guatemala. 2006.
- Krogman WM, Iscan MY. The human skeleton in forensic medicine. Springfield: Charles C. Thomas; 1986. Liu W. Sex determination of Chinese femur by discriminant function. J Forensic Sci. 1989; 34 (5): 1222–1227.
- Mac Laughlin SM y Bruce MF. A simple univariate technique for determining sex from fragmentary femora: its application to Scottish Short Cist population. Am J of Phys. Anthropol. 1985; 67: 413-417.
- Mall G, Graw M, Gehring K y Hubig M (2000) Determination of sex from femora. Forensic Sci. Int. 113:315-321.
- Martín-flórez JS. Caracterización antropológica de dos poblados de la edad del bronce de la península ibérica: el castellón alto y la motilla del azuer. 2010; 1:69-80.
- McHenry HM. Body size and proportions in early Hominids. Am J of Phys Anthropol. 1992; 87: 407-431.
- Mendonça MC. Estimation of Height from the Length of Long Bones in a Portuguese Adult Population. Am J Phys Anthropol. 200; 112: 39–48.
- Murail P, Brukez J, Houëti F, Cunha E. DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. 2005; 17 (3-4): 167-176.
- Olivier G, Pineau H. Nouvelle détermination de la taille foetaie d'après les longueurs diaphysaires des os longs. Annales de Médecine Légale 1960; 40: 141-144.
- Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. Mzo. 2011; 301. Disponible en: URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>. Acceso el 20 de Agosto de 2013.
- Pérez L, Niinimäki S, Junno JA, Niskanen M, Niinimäki J y Núñez M. The relationship between the observed body mass and the dimensions of femoral head – A hip MRI case study. Rev. Esp. Antrop. Fís. 2012; 33: 1-6.
- Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution: on the reconstruction of the stature of prehistoric races. Philosophical Transactions of the Royal Society, London. 1899; 192:169-244.
- Pons J. Discriminación sexual en fémures, pelvis y esternones. Trabajos del Inst. Bernardino de Sahagun de Antr. Y Etnol. 1995; 14: 137-159.
- Reverte-Coma JM. Antropología forense. Madrid: Ministerio de Justicia, Secretaria General Técnica, Centro de Publicaciones. 1991.

- Robles Rodríguez FJ. Características biológicas de la población hispanomusulmana de San Nicolás (Murcia, s. XI-XIII). Estudio de los huesos largos (Tesis Doctoral). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 1997.
- Rollet F. De la mensuration des os longs du membres. These pour le doctorat en medicine. Paris 1^a series. 1888; 43:1–128
- Ruff CB, Scott WW, Liu AYC. Articular and diaphyseal remodelling of the proximal femur with changes in body mass in adults. *Am J of Phys Anthropol.* 1991; 86: 397-413.
- Ruff CB, Trinkaus E, Holliday TW. Body mass and encephalization in Pleistocene Homo. *Nature.* 1997; 387:173–176.
- Ruff C. Body Mass Prediction From Skeletal Frame Size in Elite Athletes. *Am J of Phys Anthropol.* 2000; 113: 507–517.
- Ruff C. Variation in human body size and shape. *Annual Review of Anthropol.* 2002; 31: 211–32.
- Ruff CB. Who's afraid of the big bad Wolff? "Wolff's law" and bone functional adaptation. *Am J of Phys Anthropol.* 2006; 129(4): 484-498.
- Schulter-Ellis FP, Schidt DJ, Hayek L-A, Craig J. Determination of sex with a discriminant analysis of new pelvic bone measurements; Part I, *J. Forensic Sci.* 1983; 28 (1): 169- 180.
- Schulter-Ellis FP, Hayek L-A, Schidt DJ. Determination of sex with discriminant analysis of new pelvic bone measurements: Part II, *J. Forensic Sci.* 1985; 3(1):178- 185.
- Schulter-Ellis FP, Hayek L-AC. Sexing North American Eskimo and Indian innominate bones with the acetabulum/ pubis index, *J. Forensic Sci.* 1988; 33(3): 697- 708.
- Steyn M, Iscan MY. Sex determination from the femur and tibia in South African whites, *Forensic. Sci Int.* 1997; 90: 11- 119.

9. AGRADECIMIENTOS

Quería en primer lugar agradecer a la Doctora M^a Mar Robledo y al Doctor José Antonio Sánchez de la Escuela de Medicina Legal y Forense de la Universidad Complutense de Madrid, su confianza depositada en mí por permitirme llevar a cabo este estudio. Agradecer también a mi tutor académico el Doctor Armando González, por toda la ayuda prestada, ya no sólo como tutor también como profesor, me hiciste plantearme la ciencia desde otro punto, y sobre todo darte las gracias por la paciencia que me has tenido. Gracias a la colaboración de todo el departamento del LAPP, me habéis hecho confirmarme en la idea de que siga este camino y que algún día pueda volver a trabajar dentro de este mismo área con gente que ame tanto esta materia. Un millón de gracias a mi familia, que está en cada momento de mi vida apoyándome, en especial a mis padres, mi hermana y mis tíos, juntos hacéis que todo tenga solución. Como no recordar a mis compañeros con los que empecé un día esta carrera y que se han convertido en personas muy importantes en mi vida: Iñaki, Kari, Maria, Elena, Luis, Gonzalo y Alex, gracias a todos por haberme ayudado todos estos años, por haber pasado con vosotros mil historias buenas malas regulares... pero que son nuestras. Agradecer a mis amigas el apoyo brindado todos estos años, gracias por darme la fuerza cuando más lo necesité, por darme un empujón y hacerme ver que podía llegar y llegué!!

A todos en general os doy mil gracias!!!!