

**UNIVERSIDAD DE GRANADA - FACULTAD DE MEDICINA  
LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA**



**DIAGNÓSTICO DEL SEXO EN CAVIDAD ENDOCRANEAL  
POR TÉCNICA DE RECONSTRUCCIÓN  
TRIDIMENSIONAL DE TOMOGRAFÍA AXIAL  
COMPUTARIZADA**

**TESIS DOCTORADO EN BIOMEDICINA**

**REALIZADA POR:  
JULIANA ISAZA PELÁEZ**

**DIRIGIDA POR:  
DR. MIGUEL C. BOTELLA LÓPEZ**

**GRANADA, ENERO DE 2014**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Juliana Isaza Peláez  
D.L.: GR 1963-2014  
ISBN: 978-84-9083-163-2

El doctorando Juliana Isaza Peláez y el director de la tesis Dr. Miguel C. Botella garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección del director de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, Diciembre de 2013

Director/es de la Tesis

Doctorando

Fdo.:

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a cursive script.

Fdo.:

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'J' followed by a series of loops and a vertical line at the end.

*“Nos esse quasi nanos, gigantium humeris insidentes, ut possimus plura eis et remotiora videre, non utique proprii visus acumine, aut eminentia corporis, sed quia in altum subvenimur et extollimur magnitudine gigantea”*

-Bernardus Carnotensis- (ca 1130)

Esta tesis doctoral es el producto de un largo recorrido que comenzó con mis estudios de maestría en la Universidad de Granada, España en el año 2007. Solo aquellos que hemos estado lejos de nuestro país sabemos lo mucho que se extraña a veces los sabores, olores, sonidos y colores, sin olvidar una de las cosas que más se extraña: la familia. Es por esto que mi principal agradecimiento es con una persona que me acogió como a su hija y que tras mi profunda admiración por sus conocimientos y su labor, se convirtió en mi mentor, tutor y maestro: el Doctor Miguel Botella, director del Laboratorio de Antropología Física y Forense de la Universidad de Granada. A mi llegada, me integró al resto de sus “hijos putativos”, la mayoría extranjeros como yo y con quienes acabé conformando una gran familia en nuestro amado laboratorio, prácticamente nuestro segundo hogar, pues allí estudiamos, aprendimos, lloramos, trasnochamos, discutimos, planeamos y crecimos como estudiantes y como personas. Doctor Botella: usted confió en mí, en mis capacidades, me tuvo paciencia incalculable, me enseñó a investigar y como un padre, me aconsejó y me corrigió cuando debió. Finalmente, esta tesis fue su inspiración y aquí le ofrezco orgullosa el producto de tal proceso.

En medio de los recuerdos nostálgicos del Laboratorio de la Universidad de Granada, quiero agradecer a la Dra. Sylvia Jiménez, a la Dra. Inmaculada Alemán, a la Dra. Carmen García y a la Dra. Rosa Marotto por compartir con cada uno de nosotros los valiosos conocimientos, la sonrisa, la confianza y el día a día de nuestra estancia en Granada.

A mis compañeros de maestría, mis hermanos, mi familia mientras estuve allí: Paola Mastrangelo, Stefano de Luca, Joan Viciano, Ana Solari, Pedro e Inés. Al resto de

compañeros y equipo del laboratorio: Fernando, Lorena, Almir, Zita e Isabel. Ustedes hicieron que mi estadía en Granada fuera maravillosa y no saben cuánto daría por repetir la experiencia con todos ustedes a bordo!

De una manera muy especial quiero agradecer a la Dra. Timisay Monsalve, mi tutora en Colombia, de quien he aprendido sin descanso la disciplina de investigar, la ética de la academia y quien me ha aportado incalculables conocimientos. Mis palabras siempre serán de gratitud, Timisay por la confianza y por el apoyo constante en cada proyecto emprendido.

Quiero darle las gracias a mi familia porque siempre ha creído en mí, a mis padres Rodrigo y Gloria, a mi abuela Cecilia, a Natalia y Andrés Gómez (mis estadísticos de cabecera), y a toda la “tribu” de mi casa porque la alegría y la cercanía que compartimos es el componente fundamental que me hace sentir inmensamente afortunada; porque los éxitos son dulces si se tiene con quien compartirlos.

Finalmente, pero no menos importante, quiero darle las gracias al equipo humano del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, muy especialmente al Dr. Sigifredo Ospina (director de investigaciones), a la Dra. Yuli Berruecos, al Dr. Carlos Díaz (director de imaginología), al Dr. John Fernando Bedoya y a todas las personas del área de imaginología. Mi agradecimiento va en nombre de la ciencia y de la academia, porque el Hospital ha demostrado preocuparse por el avance de éstas y ha sabido reconocer en este proyecto el potencial e impacto científico, social y cultural. Sin la labor y compromiso académico-científico del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, el presente proyecto no hubiera sido posible: gracias por representar el verdadero espíritu investigativo del cual seguramente se verá beneficiada nuestra sociedad.

| CONTENIDOS   | PAG. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS  | 1    |
| 1.1. Objetivo general  | 3    |
| 1.2. Objetivos específicos   | 3    |
| <br>   |      |
| 2. JUSTIFICACIÓN   | 4    |
| <br>   |      |
| 3. MARCO TEÓRICO   | 10   |
| 3.1. Dimorfismo sexual en la especie humana                        | 10   |
| 3.1.1. Aspectos evolutivos   | 10   |
| <br>   |      |
| 3.2. Dimorfismo sexual humano y antropología física y forense      | 12   |
| 3.2.1. Dimorfismo sexual en el esqueleto                           | 13   |
| 3.2.1.1. Esqueleto postcraneal                                     | 15   |
| 3.2.1.1.1. Cintura pélvica   | 15   |
| 3.2.1.1.2. Miembros superior e inferior y cintura escapular        | 16   |
| 3.2.1.1.3. Vértebras   | 18   |
| 3.2.2. Esqueleto craneal   | 18   |
| 3.2.2.1. Dientes   | 18   |
| 3.2.2.2. Cráneo  | 19   |
| 3.2.2.2.1. Aspectos anatómicos                                     | 19   |
| 3.2.3. Dimorfismo sexual en encéfalo                               | 26   |
| 3.2.3.1. Hipotálamo  | 29   |
| 3.2.3.2. Cuerpo calloso  | 30   |
| 3.2.3.3. Glándula pituitaria                                       | 30   |
| 3.2.3.4. Otras estructuras   | 31   |
| 3.2.4. Dimorfismo sexual en el cráneo                              | 31   |
| 3.2.4.1. Enfoque cualitativo                                       | 32   |
| 3.2.4.2. Enfoque cuantitativo                                      | 33   |
| 3.2.4.2.1. Superficie ectocraneal                                  | 33   |
| 3.2.4.2.1.1. Apófisis mastoides                                    | 36   |
| 3.2.4.2.1.2. Región basal  | 37   |
| 3.2.4.2.2. Superficie endocraneal de la base –cavidad endocraneal- | 37   |
| 3.2.4.2.2.1. Foramen magnum  | 37   |
| 3.2.4.2.2.2. Silla turca –fosa hipofisiaria-                       | 39   |
| 3.2.4.2.2.3. Conducto auditivo interno                             | 40   |
| 3.2.4.2.2.4. Agujero oval y agujero carotídeo                      | 40   |
| 3.2.4.2.2.5. Porción petrosa del hueso temporal                    | 40   |
| <br>   |      |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS  | 42   |
| 4.1. Muestra   | 42   |
| 4.1.1. Población de referencia                                     | 42   |

|  |    |
|--|----|
| 4.1.2. Obtención y selección de la muestra             | 44 |
| 4.2. Variables   | 45 |
| 4.2.1. Definición de las variables independientes      | 46 |
| 4.2.1.1. LACG  | 46 |
| 4.2.1.2. AMLC  | 46 |
| 4.2.1.3. DTAO  | 47 |
| 4.2.1.4. AMAC  | 47 |
| 4.2.1.5. AMAA  | 47 |
| 4.2.1.6. AMAL  | 47 |
| 4.2.1.7. AMAP  | 47 |
| 4.2.1.8. AMBO  | 48 |
| 4.2.1.9. DMAO  | 48 |
| 4.2.1.10. AMBC   | 48 |
| 4.2.1.11. DAFM   | 48 |
| 4.2.1.12. DTFM   | 48 |
| 4.2.1.13. DCOF   | 49 |
| 4.2.1.14. DARM   | 49 |
| 4.2.1.15. AMST   | 49 |
| 4.2.1.16. LAST   | 49 |
| 4.2.1.17. Edad   | 53 |
| 4.2.2. Definición de las variables dependientes        | 53 |
| 4.2.2.1. Sexo  | 53 |
| 4.3. Método y equipos                                  | 53 |
| 4.4. Técnica   | 54 |
| 4.5. Recolección y tabulación de la información        | 63 |
| 4.6. Análisis de la información                        | 64 |
| <br>   |    |
| 5. RESULTADOS  | 66 |
| 5.1. Características de la muestra                     | 66 |
| 5.1.1. Distribución de frecuencias por sexo            | 66 |
| 5.1.2. Distribución de frecuencias por edad            | 67 |
| 5.1.3. Distribución de frecuencias por sexo y edad     | 69 |
| 5.2. Resultados del análisis                           | 70 |
| 5.2.1. Pruebas de error intra e interobservador        | 70 |
| 5.2.2. Estadísticos descriptivos para la muestra total | 72 |
| 5.2.2.1. LACG  | 72 |
| 5.2.2.2. AMLC  | 72 |
| 5.2.2.3. DTAO  | 73 |
| 5.2.2.4. AMAC  | 73 |

|   |    |
|---|----|
| 5.2.2.5. AMAA   | 73 |
| 5.2.2.6. AMAL   | 73 |
| 5.2.2.7. AMAP   | 73 |
| 5.2.2.8. AMBO   | 73 |
| 5.2.2.9. DMAO   | 73 |
| 5.2.2.10. AMBC  | 73 |
| 5.2.2.11. DAFM  | 74 |
| 5.2.2.12. DTFM  | 74 |
| 5.2.2.13. DCOF  | 74 |
| 5.2.2.14. DARM  | 74 |
| 5.2.2.15. AMST  | 74 |
| 5.2.2.16. LAST  | 74 |
| 5.2.3. Estadísticos descriptivos por sexo   | 75 |
| 5.2.3.1. LACG   | 75 |
| 5.2.3.2. AMLC   | 75 |
| 5.2.3.3. DTAO   | 76 |
| 5.2.3.4. AMAC   | 76 |
| 5.2.3.5. AMAA   | 76 |
| 5.2.3.6. AMAL   | 76 |
| 5.2.3.7. AMAP   | 76 |
| 5.2.3.8. AMBO   | 76 |
| 5.2.3.9. DMAO   | 76 |
| 5.2.3.10. AMBC  | 76 |
| 5.2.3.11. DAFM  | 77 |
| 5.2.3.12. DTFM  | 77 |
| 5.2.3.13. DCOF  | 77 |
| 5.2.3.14. DARM  | 77 |
| 5.2.3.15. AMST  | 77 |
| 5.2.3.16. LAST  | 77 |
| 5.2.4. Prueba t de <i>student</i> para igualdad de medias   | 80 |
| 5.2.5. Análisis multivariado  | 81 |
| 5.2.5.1. Modelo de regresión logística considerando todas las medidas:<br>cavidad endocraneal como un todo          | 81 |
| 5.2.5.2. Modelo de regresión logística para tres regiones de la cavidad<br>endocraneal: anterior, media y posterior | 83 |
| 6. DISCUSIÓN  | 87 |
| 7. CONCLUSIONES   | 92 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA   | 95 |

9. ANEXOS

111

| IMÁGENES  | PAG. |
|---|------|
| Imagen 3-a: Vista verticalis del cráneo humano  | 21   |
| Imagen 3-b: Vista lateralis del cráneo humano   | 22   |
| Imagen 3-c: Vista basilaris del craneo humano   | 23   |
| Imagen 3-d: Vista occipitalis del cráneo humano   | 24   |
| Imagen 3-e: Vista frontalis del cráneo humano   | 25   |
| Imagen 3-f: Vista verticalis de la cavidad endocraneal  | 27   |
| Imagen 3-g: Vista verticalis de la cavidad endocraneal con accidentes                             | 28   |
| Imagen 4-a: Localización geográfica de Medellín   | 42   |
| Imagen 4-b. Reconstrucción volumétrica 3D, vista superior de cavidad endocraneal. Medidas 1 a 12  | 50   |
| Imagen 4-c. Reconstrucción volumétrica 3D, vista superior de cavidad endocraneal. Medidas 13 a 14 | 51   |
| Imagen 4-d. Reconstrucción multiplanar de cortes sagitales, vista sagitalis. Medidas 15 a 16      | 52   |
| Imagen 4-e. Reconstrucción volumétrica tridimensional de cráneo                                   | 56   |
| Imagen 4-f. Corte axial con visualización de cristalinis al mismo nivel                           | 57   |
| Imagen 4-g. Cráneo en norma frontalis (3D)  | 58   |
| Imagen 4-h. Selección de área de corte para remoción de calota. Norma frontalis (3D)              | 59   |
| Imagen 4-i. Cráneo sin calota. Norma Frontalis (3D)   | 60   |
| Imagen 4-j. Rotación sobre eje horizontal del cráneo sin calota (3D)                              | 61   |
| Imagen 4-k. Cráneo sin calota en vista occipitalis (3D)   | 62   |

**GRÁFICAS:**

|   |    |
|---|----|
| Gráfica 4-a. Proyecciones de población por edad y sexo para los años 2012 al 2015 | 43 |
| Gráfica 5-a. Frecuencia por sexo  | 66 |
| Gráfica 5-b. Distribución de Frecuencias por rango de edad para la muestra total  | 68 |
| Gráfica 5-c. Dispersión de variables para el sexo masculino                       | 78 |
| Gráfica 5-d. Dispersión de las variables para el sexo femenino                    | 79 |

**TABLAS:**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 4-a. Cuadro de variables y operacionalización  | 45 |
| Tabla 5-a. Frecuencias y porcentajes por sexo para la muestra total  | 66 |
| Tabla 5-b. Distribución de Frecuencias por edad para la muestra total                                      | 67 |
| Tabla 5-c. Distribución de Frecuencias por rangos de edad para la muestra total                            | 68 |
| Tabla 5-d. Distribución de frecuencias por edad y sexo   | 69 |
| Tabla 5-e. Error intraobservador: error absoluto medio, desviación estándar e intervalo de confianza (95%) | 70 |
| Tabla 5-f. Error interobservador: error absoluto medio, desviación estándar e intervalo de confianza (95%) | 71 |
| Tabla 5-g. Errores absolutos medios interobservador e intraobservador                                      | 71 |
| Tabla 5-h. Estadísticos descriptivos para la muestra total   | 72 |
| Tabla 5-i. Estadísticos descriptivos por sexo para cada variable   | 75 |
| Tabla 5-j. Prueba de Levene para igualdad de varianzas y prueba t de student para igualdad de medias       | 80 |
| Tabla 5-k. Variables en la ecuación general  | 82 |
| Tabla 5-l. Tabla de clasificación para todas las medidas: cavidad endocraneal como un todo                 | 83 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 5-m. Tabla de clasificación para todas las medidas en una muestra diferente (N=29) | 83 |
| Tabla 5-n. Variables en la ecuación de la región anterior de la cavidad endocraneal      | 84 |
| Tabla 5-o. Tabla de clasificación para la región anterior de la cavidad endocraneal      | 84 |
| Tabla 5-p. Variables en la ecuación de la región media de la cavidad endocraneal         | 85 |
| Tabla 5-q. Tabla de clasificación para la región media de la cavidad endocraneal         | 85 |
| Tabla 5-r. Variables en la ecuación de la región posterior de la cavidad endocraneal     | 86 |
| Tabla 5-s. Tabla de clasificación para la región posterior de la cavidad endocraneal     | 86 |

# **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente tesis doctoral es el producto de un estudio realizado en 249 individuos de ambos sexos, de sexo y edad conocido procedentes de la ciudad de Medellín, Colombia. Se han tomado 16 medidas en la cavidad endocraneal –cuatro previamente establecidas y 12 nuevas- a partir de la reconstrucción tridimensional de tomografías axiales computarizadas procesadas en la estación de trabajo de la Unidad de Rayos X del Hospital Universitario San Vicente de Paúl de la ciudad de Medellín, Colombia. Los datos fueron tomados en aras de estudiar la arquitectura endocraneal de la población medellinense y posteriormente, evaluar el dimorfismo sexual existente en las estructuras con el objetivo de producir fórmulas que permitan la determinación del sexo en cráneo en muestras poblacionales o restos esqueléticos aislados procedentes de esta región del país.

Este es el primer estudio de este tipo que se realiza en Colombia, y específicamente en la ciudad de Medellín. La implementación de la técnica de reconstrucción tridimensional en Antropología Física en Colombia no había sido explorada hasta el momento y tampoco se había desarrollado un método para el diagnóstico de sexo en cavidad endocraneal, razón por la cual este estudio se puede considerar como pionero para esta región anatómica – evaluada como un todo- y especialmente para la población procedente de esta región geográfica.

Clásicamente, la Antropología Física ha partido de estudios en colecciones esqueléticas y restos óseos aislados con el fin de producir métodos de evaluación morfológica de carácter cualitativo y otros de carácter cuantitativo para finalmente a partir de estos últimos, producir fórmulas matemáticas para el diagnóstico del sexo en individuos no identificados –contextos forenses- o no documentados –contextos no forenses-. Uno de los principales problemas que supone la producción de fórmulas para el diagnóstico de sexo a partir de colecciones esqueléticas tiene que ver con el lugar de procedencia de los restos óseos que componen las muestras. Su aplicación en el proceso de identificación de personas

en contextos forenses se ve obstaculizado por la distancia biológica que supone el cotejo de datos y finalmente, el diagnóstico. La mayoría de funciones y tablas que se emplean en los análisis de tipo forense proceden de investigación básica en poblaciones caucasoides – Norteamérica, Europa-, mongoloides –Asia y poblaciones nativas americanas-, negroides – África-, individuos mediterráneos –Portugal y España- e individuos mestizos mexicanos. En Colombia, la labor de identificación de personas se ve entorpecida no solo por la intensidad, magnitud, duración y carácter del conflicto armado, sino también por la carencia de datos bioantropológicos existentes para poblaciones contemporáneas, los cuales son el insumo científico para la labor de identificación de individuos esqueletizados.

La presente investigación es un esfuerzo académico y científico para arrojar luces sobre la problemática tanto de la identificación de personas en contextos forenses como de caracterización poblacional a partir de la evaluación de estructuras óseas que conforman la cavidad endocraneal. Es sabido que este tipo de investigaciones basado en la estadística requiere ampliar consecuentemente la muestra y extenderla a otras poblaciones en aras de generar correcciones y modificaciones teniendo en cuenta los parámetros propios de cada grupo humano. Sin embargo, el tamaño de la muestra tiene la capacidad de mostrar tendencias claras en la población con respecto al dimorfismo sexual presente en la región basal del endocráneo y por ende, su aplicación es válida y pertinente en individuos cuyo sexo es desconocido y como ejercicio que se articula al establecimiento del perfil biológico, sea cual sea su contexto de aplicación –forense o no-.

## **OBJETIVOS**

### **1.1.General**

Generar un método para el diagnóstico de sexo en restos óseos a partir de la valoración métrica de la cavidad endocraneal por técnica de reconstrucción tridimensional de Tomografía Axial Computarizada –TAC-, aplicable a individuos esqueletizados contemporáneos procedentes de la ciudad de Medellín, Colombia

### **1.2.Específicos**

- 1.2.1.** Realizar la reconstrucción tridimensional de tomografías axiales computarizadas de cráneo simple de 249 individuos vivos de sexo y edad conocido de la ciudad de Medellín
- 1.2.2.** Caracterizar cuantitativamente la arquitectura endocraneal de población de ambos sexos de sexo y edad conocidos procedentes de Medellín a partir de la medición de las estructuras óseas que componen esta región anatómica
- 1.2.3.** Evaluar el dimorfismo sexual en la cavidad endocraneal de los individuos que componen la muestra
- 1.2.4.** Producir fórmulas matemáticas para diagnosticar el sexo a partir de mediciones en la cavidad endocraneal, aplicable a población contemporánea procedente de la ciudad de Medellín

## **2. JUSTIFICACIÓN**

## 2. JUSTIFICACIÓN

Tanto la reconstrucción de la historia evolutiva humana como la variabilidad biológica de las poblaciones pasadas y contemporáneas constituyen el objeto de estudio de la Antropología Física (Susanne *et al.*, 2005:15). De acuerdo a esto, se puede afirmar que la expresión del dimorfismo sexual en las poblaciones humanas es de plena pertinencia de la Antropología Física, cuya aplicación puede verse reflejada en la Antropología Forense (Morse *et al.*, 1983; Bass, 1987; Ubelaker, 1996 referenciados por Galera *et.al.*, 2005:137), específicamente en el diagnóstico de sexo en el proceso de identificación de personas.

Algunos autores (Fruyer y Wolpoff, 1985; Brothwell, 1981; Steyn e Işcan, 1998) sugieren que las características asociadas al dimorfismo sexual varían entre las poblaciones humanas y que tales características son influenciadas por factores genéticos, ambientales y sociales (Hamilton, 1982 y Rösing *et. al.*, 1987 referenciados por Raghavendra Babu y colaboradores, 2012:162). En este marco de ideas, es preciso reconocer la necesidad de estudiar la población local y de producir fórmulas y tablas que puedan ser aplicables a dicha población, pues es sabido que las funciones discriminantes para la determinación del sexo –por ejemplo- son específicas para cada grupo humano (Dayal *et. al.*, 2008:219). Es por esta razón que White (2000:363) recomienda que en el proceso de elaboración del perfil biológico –o cuarteta básica de identificación en el contexto forense-, el osteólogo se familiarice con la población esquelética a la cual pertenece el individuo que estudia.

Los estudios de dimorfismo sexual en población colombiana contemporánea son reducidos y han sido realizados en muestras no significativas estadísticamente (véase Díaz, 2001; Correa, 2001; Puerto, 2001 citados por Sanabria, 2008:281-286). Actualmente, es posible referenciar el estudio de Sanabria (2011) en vértebras de población colombiana –bogotana y antioqueña sin documentación de filiación poblacional-. Sin embargo, Colombia es un país pluriétnico, multicultural y poligénico (Rodríguez, 2004:39) con un marcado mestizaje que no presenta homogeneidad y a partir del cual se puede caracterizar cuatro tipos de población: indígenas, afrocolombianos, mestizos costeños y mestizos

andinos. Este último grupo presenta un alto porcentaje de ADN mitocondrial indígena con un 78% en Bogotá y un 89% en Antioquia, articulado a una frecuencia del cromosoma Y predominantemente europeo y marginal contribución africana (Carvajal, *et.al.*, 2000 referenciados por Rodríguez, *op.cit.*:56). Yunis y cols (1992, referenciados por Rodríguez, *op.cit.*:55) a partir de estudios genéticos lograron determinar que un “colombiano promedio” equivale a 62 genes caucasoides, 26 mongoloides y 12 negroides, proporción que variará de acuerdo al departamento y notándose una mayor proporción de genes caucasoides en: Antioquia, Santanderes, Cundinamarca y Boyacá.

El caso de Antioquia es más complejo aún, porque a pesar de que se ha reportado un aislamiento genético para la región tras el período colonial (Bedoya *et.al.*, 2006:7234), al interior de la misma se reconocen variaciones genéticas importantes, como es el caso de la población de Peque, la cual aunque está ubicada en Antioquia, presenta una marcada diferencia ancestral con la muestra genética –cromosomas autosómicos- obtenida en población de Medellín –también ubicada en Antioquia- a partir del estudio realizado por Rojas y colaboradores (2010:19). En esta línea de ideas, es preciso tener en cuenta que los estudios poblacionales en Colombia podrían no ser equiparables entre regiones ni aún entre poblaciones de la misma región.

Es importante mencionar que la mayoría de métodos y técnicas en Antropología Física se han desarrollado en otros países -como Estados Unidos, Portugal, España, Suráfrica, entre otros- a partir del estudio de muestras esqueléticas documentadas provenientes de colecciones osteológicas de referencia de grupos humanos antiguos y contemporáneos, tales como la colección *Terry*, *Hamann-Todd*, la *Maxwell Museum Prehistoric Native American*, la *William M. Bass donated skeletal collection*, la *Coimbra Identified skeletons collection* o la colección osteológica de referencia de la Universidad de Antioquia -en proceso de conformación-, por mencionar algunas (Isaza y Monsalve, 2011:290).

Hasta el momento, no se ha realizado estudio alguno que dé cuenta de la población antioqueña ni de Medellín exclusivamente en términos de dimorfismo sexual. Exceptuando

la presente tesis doctoral, no se han reportado funciones discriminantes ni tablas aplicables a población proveniente de esta zona del país. Esta es una de las razones por las cuales cobra importancia considerar los resultados aquí presentados y aplicables a contextos forenses, dadas las circunstancias sociales y culturales asociadas a los fenómenos violentos reportados no solo para esta región sino también para el país.

Actualmente en Colombia, se reconocen alrededor de 51.000 personas desaparecidas según Haugaard y Nicholls (2010), en tanto que las cifras oficiales de la Comisión de búsqueda de personas desaparecidas (2011) presentan un consolidado nacional de 62.745 personas, de las cuales 16.884 corresponden al mecanismo de desaparición forzada. Particularmente para Antioquia, se reporta un total de 8.552 personas, de las que 3.693 se presumen por desaparición forzada (*Ibíd.*).

Aunado a la problemática de la desaparición de personas, se encuentra el conglomerado de cuerpos -recuperados de cementerios públicos y privados sin identificar-, que según El Espectador (2010) son aproximadamente 10.084 en todo el país, siendo Antioquia la región que encabeza la lista con 3.753 N.N. reportados por la Unidad de Fiscalías de Justicia y Paz, quien en datos más recientes (2012) reporta un total de 3.770 fosas a nivel nacional, a partir de las cuales se recuperaron 4.642 cuerpos y de estos solamente 820 cuerpos tienen posible identidad. Concretamente para Antioquia, esta entidad reporta 808 cuerpos encontrados y 320 entregados a los familiares.

De acuerdo al contexto descrito anteriormente y teniendo en cuenta la argumentada necesidad de desarrollar métodos en la población local, es adecuado mencionar que uno de los obstáculos para el estudio de muestras esqueléticas locales y estadísticamente significativas es la consecución de material óseo documentado, esto es, de sexo y edad conocidos, condiciones fundamentales para el desarrollo de métodos y técnicas en Antropología Física. En comunicación personal con la Dra. Timisay Monsalve<sup>1</sup> se ha podido establecer que existen problemáticas de índole logístico y jurídico alrededor de la

---

<sup>1</sup> Directora del grupo de Investigación de Estudios Biosociales del Cuerpo –GIEBSCUERPO- y de la colección osteológica de referencia de la Universidad de Antioquia, Medellín (Colombia)

consecución y conformación de una colección osteológica de referencia. Estas problemáticas tienen que ver con la responsabilidad jurídica y civil que recae sobre el encargado de la colección en caso de mal manejo o de pérdida de cualquier elemento de la misma. Con respecto a los elementos de orden logístico, la figura que actualmente se utiliza en este tipo de convenios interinstitucionales es el comodato. De acuerdo a esto, se dispone que los huesos están sujetos a ser devueltos en los momentos en que los familiares los reclamen y a que dicho material se entregue en óptimas condiciones –en las mismas en que fueron entregados a la Universidad-. Por otro lado, el acceso a este tipo de colecciones en Colombia es limitado y restringido a investigaciones de nivel de postgrado y bajo el estricto cumplimiento de condiciones establecidas por la Universidad, tales como firma de cláusulas de confidencialidad, de responsabilidad, entre otros, y finalmente supeditado a la vigilancia y monitoreo de la persona encargada.

En respuesta a esto, las nuevas tecnologías se presentan como una solución loable para estudiar el esqueleto humano en poblaciones vivas, las cuales pueden ser plenamente documentadas con respecto al sexo, la edad, la talla, la procedencia geográfica, las enfermedades padecidas, entre otras variables de interés para el antropólogo y según los objetivos propuestos. La reconstrucción tridimensional volumétrica de Tomografía Axial Computarizada –TAC- permite al investigador tener acceso al tejido y estructuras óseas directamente en una escala 1:1 con respecto a la realidad (Lagravèrea y Majorb, 2005:657; Swennen y Schutyser, 2007 referenciado por Van Vlijmen *et al.*, 2010:156), sin necesidad de recurrir a especímenes esqueléticos, y aún más importante, contando con el acceso a los datos básicos del sujeto y a su historia clínica.

Las experiencias a nivel mundial en la reconstrucción tridimensional de TAC no solo en el ámbito académico sino también clínico y con propósitos terapéuticos han sido reportadas como exitosas (véase Kung y Fung, 1994; Luka *et al.*, 1995; Katsumata *et al.*, 2005; De Wilde *et al.*, 2011, entre otros).

Se han validado los estudios realizados para calcular volúmenes así como medidas longitudinales debido a la alta precisión milimétrica que posee el Software del tomógrafo

que realiza la reconstrucción y que garantiza una evaluación detallada y sensible -incluso sobre dimorfismo sexual- (Franklin *et.al.*, 2006), para posteriormente medir las dimensiones de acuerdo a los estándares propuestos para estudios en huesos secos (véase Buikstra y Ubelaker, 1994; Bass, 2005; Baker, 2005; Campillo, 2004; Rodríguez, *op.cit.*; White y Folkens, 2005).

La validez y reproductibilidad de la determinación del sexo a partir de la reconstrucción tridimensional de TAC en osteología forense han sido reportadas por Ramsthaler y cols (2010). Por su parte, Waitzman y cols (1992) han publicado un alto grado de correspondencia entre mediciones realizadas directamente en hueso y aquellas hechas en imágenes de TAC. Esto se debe a que no existe un aumento significativo o distorsión de la imagen, superposición o solapamiento de las estructuras, o errores de trazo. Los autores concluyen que este es un medio reproducible y preciso para el registro de datos cuantitativos.

Cavalcanti y cols (2004) han reportado resultados semejantes, ya que no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas sobre imágenes tridimensionales de TAC y las medidas físicas sobre los tejidos. De acuerdo a los resultados obtenidos, el error entre la media real y la media obtenida en mediciones lineales de imágenes 3D de TAC fue de 0,83% para hueso y 1,78% para tejidos blandos. Estos autores concluyen que las mediciones realizadas en imágenes de TAC reconstruidas en 3D pueden ser usadas en estudios antropológicos que incluyan aplicaciones craneofaciales. De la misma manera, autores como Christiansen y cols (referenciados por Waitzman y cols, *op.cit.*) también reportaron límites aceptables –entre 0,4 y 0,9 mm- para el análisis de error intraobservador e interobservador en mediciones lineales de imágenes producidas por TAC.

Particularmente las tomografías de cráneo simple suelen ser numerosas en las bases de datos de los Hospitales. Para el caso del Hospital San Vicente de Paúl, se recopiló una base de datos de un total de 1.105 TAC de cráneo simple, pertenecientes a individuos entre los 30 y 49 años de edad en el marco temporal de un año. Tanto la disponibilidad de las muestras como las características morfológicas propias de la región basal del cráneo se

constituyen como argumentos a favor del estudio de esta región anatómica. Al respecto, Gapert y colaboradores (2009 referenciado por Macaluso, 2011:19-20) aducen que la región basal del occipital está protegida por un gran volumen de tejidos blandos y gracias a ello, es menos vulnerable a la descomposición y destrucción postmortem que otras regiones del esqueleto. Este argumento finalmente favorece la aplicación de los datos producidos a partir de la investigación básica -sobre la región basal del cráneo- a contextos forenses en los que el esqueleto en general es vulnerable y susceptible a encontrarse en un estado deficiente de conservación.

### **3. MARCO TEÓRICO**

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Dimorfismo sexual en la especie humana

La palabra dimorfismo proviene del griego *δί*: di –dos- y *μορφή*: morphê –forma-. En su acepción biológica y en términos generales, se define como el polimorfismo en individuos de la misma especie que presentan dos tipos suficientemente definidos. Específicamente el dimorfismo sexual caracteriza al macho y a la hembra como animales distintos, los cuales difieren tanto en tamaño como en forma (Breis, 1982:75; Rodríguez, 2004:87; Orban y Polet, 2005:134). No obstante, en este marco de ideas, es importante señalar que tanto biólogos como médicos coinciden en que la noción del dimorfismo absoluto es un ideal “platónico” que no se alcanza en el mundo natural (Blackless *et al.*, 2000:151).

##### 3.1.1. Aspectos evolutivos

A nivel evolutivo, Frayer *et al.*(1985:430), retomando a Wolpoff (1980) y a Frayer (1978; 1980), aducen que los grupos humanos del Plio/Pleistoceno muestran un grado de dimorfismo sexual mucho mayor que los grupos sucesores, considerando incluso a los homínidos tempranos y otros más recientes como representantes de un dimorfismo sexual intermedio entre los australopitecinos y otras especies coetáneas; de la misma manera, se ha demostrado que los grupos europeos del Paleolítico Superior presentan un mayor grado de dimorfismo que sus descendientes del Mesolítico y del Neolítico. Finalmente, estos autores concluyen que hay suficiente evidencia, tanto fósil como contemporánea para argumentar no solo la presencia de dimorfismo sexual sino también una reducción de éste a lo largo de la historia evolutiva humana.

Para los propósitos de la presente investigación, no es pertinente extenderse en lo concerniente a los modelos explicativos del dimorfismo sexual en el linaje humano. Sin embargo, se mencionarán algunos modelos que según Frayer *et al.* (*op.cit*:442) son importantes al considerar los mecanismos funcionales y adaptativos que han tenido incidencia en la expresión de dicho dimorfismo sexual:

- Selección sexual orientada a la reproducción –aspectos fenotípicos de hembras y machos para la consecución de la pareja sexual-
- División sexual del trabajo en las actividades económicas
- Roles sociales por sexo, no asociados a actividades económicas
- Sumatoria de modelos de *causas primordiales* –la cual apunta a considerar que el dimorfismo sexual en varias especies es el resultado de causas complejas y disímiles entre sí-

A pesar de que muchos autores (Bass, *op.cit.*; Dwight, 1905; El-Najjar *et al.*, 1978; Ferembach *et al.*, 1980; Krogman, 1973; Rother *et al.*, 1977; Stewart, 1948, 1973; Thieme y Schull, 1957; Vallois, 1957 entre otros, reportados por France, 1998:165) reconocen que en términos generales, el esqueleto masculino es más robusto y presenta mayores áreas de inserciones musculares que el esqueleto femenino en una misma población, Rodríguez (2004:88) agrega que tanto la sedentarización como la gracilización han aportado a la reducción del dimorfismo sexual, afectando específicamente variables como la talla y las dimensiones del cráneo y dientes, por ejemplo. En consecuencia, se reconoce que en las poblaciones humanas contemporáneas existe un Índice de Dimorfismo Sexual o IDS que oscila apenas entre el 4 y 7%.

Brothwell (1981:50) reporta para poblaciones contemporáneas el caso entre individuos masculinos europeos e individuos aborígenes australianos femeninos, en el que estos últimos presentan un mayor grado de prominencia en arcos superciliares frente a los primeros e incluso un grado de robustez ósea mayor si se comparan con pigmeos masculinos. Estos ejemplos ilustrativos reiteran una vez más la necesidad de estudios poblacionales para evaluar los criterios que típicamente han sido propuestos a partir de

grupos étnicos referenciales caucasoides, por ejemplo, en los que la prominencia y robustez de los arcos superciliares son una característica fiable para el diagnóstico de sexo y atribuible al grupo masculino.

### 3.2. Dimorfismo sexual humano y Antropología Física y Forense

White (2000:362) considera que el dimorfismo sexual humano es complejo y que en su análisis debe incluir las dimensiones: psicológica, comportamental y anatómica. Esa dimensión anatómica es la que le es particularmente útil al osteólogo (*Ibíd.*) y finalmente apoya el objeto de estudio de la Antropología Física, la cual por definición persigue “el estudio de la variabilidad biológica de las poblaciones humanas pasadas y contemporáneas” (Susanne *et al.*, 2005:15).

Uno de los aspectos fundamentales de los estudios en Antropología Física, así como de su disciplina aplicada, la Antropología Forense (Stewart, 1979 referenciado por Rodríguez, *op.cit.*:14) tiene que ver con el restablecimiento del perfil biológico, también denominado “cuarteta básica de identificación” en el caso de la segunda. Este proceso busca estimar la edad del individuo, reconstruir su estatura, determinar su filiación poblacional y diagnosticar su sexo (*Ibíd.*), articulado al estudio y análisis de otras características denominadas individualizantes a partir de los “restos más o menos esqueletizados humanos o de posible pertenencia humana” (Stewart, *op.cit.* referenciado por Rodríguez, *op.cit.*:14). De acuerdo con lo anterior, el diagnóstico del sexo se basa en la observación de características morfológicas en el esqueleto que obedecen precisamente a las diferencias existentes entre hombres y mujeres en una población específica.

Tanto la Antropología Física como la Antropología Forense deben remitirse al estudio de restos óseos humanos (Byers, 2002:1), no solo porque la osteología *per se* es uno de los campos de la Antropología Física (Comas, *op.cit.*:40) sino también porque gracias a

que el hueso es un órgano resistente a la descomposición, se convierte en la mayoría de los casos en la única evidencia y registro de la existencia de un individuo o de una población (White y Folkens, 2005:2). En este marco de ideas, se explorará la manifestación del dimorfismo sexual en el esqueleto humano.

### 3.2.1. Dimorfismo sexual en el esqueleto

El dimorfismo sexual humano puede evidenciarse en el esqueleto, a pesar de que según White (*op.cit*:362) las características que lo manifiestan sean más sutiles y limitadas que aquellas en tejidos blandos.

Las diferencias sexuales en el esqueleto se manifiestan en términos de tamaño, robustez, rugosidad y grandes áreas de fuertes inserciones musculares, así como de crestas prominentes, siendo dichas características predominantes en el sexo masculino (*Íbid.*; Comas, 1960:435). Se debe tener en cuenta que aunque el sexo es una variable dicotómica –se nace hombre o mujer-, a nivel esquelético es posible encontrar formas intermedias, ya que las características diferenciales pueden solaparse en los casos de individuos intersexuales por constitución. Tanto las formas poco definidas como aquellas plenamente definidas se conocen respectivamente como hipo o hiper masculinidad e hipo o hiper feminidad, (Brothwell, *op.cit.*:434; Comas, *op.cit.*:434).

Otros factores que también inciden en la manifestación del dimorfismo sexual en el esqueleto -teniendo en cuenta las mencionadas variables de robustez, tamaño, rugosidad y zonas de inserciones musculares prominentes- son:

- La actividad física: bien sea de tipo ocupacional o asociada a la práctica de deportes. En el caso por ejemplo del entrenamiento deportivo intenso, este tiene un efecto en la regulación hormonal y consecuentemente en el proceso de maduración, el cual se ve reflejado en los cambios tanto fisiológicos como

morfológicos en varios niveles, pero más concretamente a nivel del estirón puberal y las variaciones con respecto a la maduración ósea y sexual (Pacheco del Cerro, 2005:534). Estos fenómenos tienen la capacidad y el potencial de generar la adquisición de mayor masa muscular en ciertas zonas anatómicas –miembros superior e inferior-, la cual se verá representada en el hueso y finalmente puede conllevar a una determinación del sexo errada si no existe un conocimiento previo de la población a la cual pertenecen los restos óseos que se estudian

- La variabilidad inter e intra-poblacional (White, *op.cit.*:363): como ya se revisó en líneas anteriores, este factor se refiere a los grados de dimorfismo sexual que se manifiestan de forma diferencial en los grupos humanos tanto presentes como pasados

- El estado nutricional: este factor ambiental es decisivo en la diferenciación sexual (Tanner, 1962) y por ende tiene una incidencia directa en la manifestación del dimorfismo sexual en el esqueleto, no solo con respecto a la aparición temprana o tardía de los caracteres sexuales secundarios sino también con respecto al pleno desarrollo de las características morfológicas asociadas a este. Ranieri y cols. (1999) relacionan específicamente la malnutrición con la expresión de la diferenciación sexual en las fases tempranas del crecimiento humano.

En general, los estudios asociados al dimorfismo sexual en el esqueleto postcraneal han combinado análisis de tipo morfológico –especialmente en la pelvis- y análisis métricos –en huesos largos de manera predominante-. A continuación se mencionará de una manera general los estudios más relevantes y los criterios utilizados por zonas anatómicas.

### 3.2.1.1. Esqueleto postcraneal

#### 3.2.1.1.1. Cintura pélvica

Muchos autores coinciden en afirmar que en el género *Homo* la pelvis posee características precisas para la determinación del sexo (Krogman 1962, referenciado por Wolpoff, 1976: 579; Rodríguez, *op.cit.*:84; Orban y Polet, *op.cit.*:134; Bass, 2005:207; France, *op.cit.*:163). Esto se debe a que esta zona anatómica está asociada a la función del parto en las mujeres e independientemente de los procesos de gracilización y sedentarización, aún en la actualidad este sigue siendo un fenómeno exclusivo del sexo femenino en la especie.

Los estudios de dimorfismo sexual en la pelvis han sido numerosos (véase Phenice, 1969; Weaver, 1980; İşcan y Derrick, 1984; Hunt, 1990; Mittler y Sheridan, 1992; Camacho *et al.*, 1993; Arsuaga y Carretero, 1994; Rogers y Saunders, 1994; McBride *et al.*, 2001; Konigsberg *et al.*, 2002; Albanese, 2003; Adams y Byrd, 2003 referenciados por Bass, *op.cit.*:207-218; Hauser, y Jahn, 1984; Flander, 1978 referenciado por France, *op.cit.*:174 entre otros) y han tenido en cuenta criterios como: altura, anchura, forma del ángulo subpúbico, aspecto medial de la rama isquiopúbica, presencia o ausencia de concavidad subpúbica, forma de la escotadura ciática, forma, anchura y longitud del sacro, forma del agujero obturador, forma y tamaño del acetábulo, presencia o ausencia de surco preauricular, elevación de la superficie auricular, medidas de: el arco de la cresta ilíaca, elevación de la cresta ilíaca, distancia entre el punto más superior de la cresta ilíaca y la espina antero-superior, entre otras características morfométricas. De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar que los estudios han sido tanto de tipo cualitativo como cuantitativo.

Sin embargo, en ocasiones existe la necesidad de considerar la manifestación del dimorfismo sexual en otras zonas del esqueleto postcraneal si tanto la región pélvica como

la craneal –que se discutirá posteriormente- no están disponibles o no se encuentran en condiciones adecuadas de conservación (France, *op.cit*:165).

### 3.2.1.1.2. Miembros superior e inferior y cintura escapular

Según Hrdlička (referenciado por Stewart, 1947 en Brothwell, *op.cit*:63) existen tres características en los huesos largos que los convierte en elementos de gran valor para el diagnóstico del sexo y son: su longitud, su peso y las grandes áreas de inserción para los músculos tales como la línea áspera, crestas, tuberosidades e impresiones.

Se mencionarán algunos de los estudios más relevantes por región anatómica:

- Fémur: Pearson (1917, 1919), Krogman (1962), Thieme (1957), Black (1978), Di Bennardo y Taylor (1979), Spruiell (1984), Stewart (1979), Dittrick (1979), Dittrick y Suchey (1979), İşcan y Miller-Shaivitz (1986), Reichs (1986), Slaus y colaboradores (2003) referenciados por Bass (*op.cit*:229); Alunni-Perret y colaboradores (2008)
- Tibia: Kieser *et al.* (1992)
- Fémur y tibia: Steyn e İşcan (1997)
- Rótula: Bidmos *et al.* (2005); Dayal y Bidmos (2005); Mahfouz y colaboradores (2007)
- Metatarso: Robling y Ubelaker (1997) referenciado por White (*op.cit*:366)
- Calcáneo: Introna y colaboradores (1997) referenciado por White (*op.cit*:366); Bidmos y Asala (2003, 2004)
- Astrágalo: Bidmos y Dayal (2003, 2004)
- Escápula: Prescher y Klumpen (1995 referenciado por France, *op.cit*:168); Hanihara (*op.cit.*)

- Clavícula: Jit y Singh (1966 referenciado por France, *op.cit*:168); Akhlaghi y colaboradores (2012)
- Esternón: Jit *et al.*(1980 referenciado por France, *op.cit*:169); Singh y colaboradores (2012)
- Hioides: Mukhopadhyay (2010)
- Húmero: Steyn e İşcan (1999); İşcan y colaboradores (1998); France (1983 referenciado por France, *op.cit*:169); Harma y Karakas (2007)
- Radio: Hanihara (1958 referenciado por France, *op.cit*:172)
- Cúbito: Hanihara (*op.cit.* referenciado por France, *op.cit*:173)
- Radio y cúbito: Celbis y Agritmis (2006)
- Carpo: Mastrangelo (2010)
- Metacarpo: Falsetti (1995) referenciado por White (2000:366); Scheuer y Elkington (1993 referenciado por France, *op.cit*:173); Khanpetch y cols (2012).

Un estudio que articula medidas de huesos largos, escápula, calcáneo y astrágalo es el realizado por Alemán y colaboradores (1997) en población mediterránea y al igual que aquellos mencionados anteriormente, tiene como principal objetivo producir fórmulas discriminantes que eleven el nivel de fiabilidad otorgando un porcentaje de clasificación correcta entre el 80% y el 98%.

Las medidas más utilizadas que se han tenido en cuenta en los estudios en huesos largos son: **longitud máxima** –húmero, radio, cúbito, fémur, peroné-, **anchura epicondilea** –húmero-, **anchura bicondilea** –fémur-, **diámetro máximo de la cabeza** –fémur-, **diámetro subtrocantéreo anteroposterior** –fémur-, **diámetro subtrocantéreo mediolateral** –fémur-, **diámetro vertical de la cabeza** –húmero- **longitud** –tibia- **diámetro vertical de la cabeza** -húmero- **diámetro máximo en la diáfisis** –húmero, peroné-, **diámetro mínimo en la diáfisis**-húmero-, **diámetro anteroposterior de la diáfisis** –radio, cúbito, fémur-, **diámetro transverso de la diáfisis** –radio, cúbito, fémur-, **longitud fisiológica** –cúbito-, **circunferencia mínima** –cúbito-, **perímetro de la diáfisis** –fémur-, **anchura máxima epifisial proximal** –tibia-, **anchura máxima epifisial distal** –

tibia-, **diámetro máximo a nivel de foramen nutricio** –tibia-, **diámetro transverso a nivel de foramen nutricio** –tibia-, **perímetro a nivel de foramen nutricio** –tibia- (Buikstra y Ubelaker, *op.cit*:80-84).

### **3.2.1.1.3. Vértebras**

Sanabria (2011:70) reporta algunos estudios realizados sobre vértebras para el diagnóstico del sexo como son aquellos de: Baudoin (sin fecha), Marino (1995), Del Río y colaboradores (2000), Wescott (2000), Sheng-Bo y colaboradores (2008). Otros estudios importantes también corresponden a Bin Hou y colaboradores (2012). Las medidas en estos estudios se realizaron en los tres grupos de vértebras, a saber, cervicales, dorsales y lumbares, teniendo en consideración: diámetro transverso máximo, diámetro transverso del canal raquídeo, superficie articular, diámetro mínimo, longitud máxima sagital, diámetro sagital de la faceta superior o carilla articular superior, diámetro coronal de la superficie superior del cuerpo vertebral, radio anterior de la altura media del cuerpo, longitud del proceso mamilar y pedículo izquierdos, entre otros (Sanabria, *op.cit*). El mismo autor propone fórmulas discriminantes que alcanzan un 89% de clasificación correcta en población colombiana a partir de la medición de vértebras.

## **3.2.2. Esqueleto craneal**

### **3.2.2.1. Dientes**

Se hará una corta mención a los dientes previo al resto del esqueleto craneal, puesto que este último será el eje central de análisis de este trabajo.

Si bien los dientes no están formados por tejido óseo, las estructuras que los alojan – alvéolos en maxilar superior e inferior- sí lo están. El interés del osteólogo por los dientes tiene que ver con el potencial de información que estos poseen, desde aspectos evolutivos y de orden poblacional –procesos de salud y enfermedad, dieta, modificaciones culturales, entre otros- hasta el proceso de identificación de personas en contextos forenses. Aunado a lo anterior, existe el conjunto de características propias del tejido dentario que lo hacen importante tanto para la antropología como para la paleontología y tienen que ver con su dureza, densidad y resistencia a los factores tafonómicos y asociados a la descomposición (Bass, *op.cit.*: 271; White, *op.cit.*:109).

Dentro de los múltiples estudios sobre diagnóstico de sexo en dientes –deciduos y permanentes-, se destacan aquellos por Bakkannavar y colaboradores (2011), quienes midieron la anchura mesiodistal de caninos; Zorba y colaboradores (2012) tomaron medidas diagonales en molares de población griega. Por su parte, tanto Pettenati-Soubayroux y cols. (2002) como Vodanović y cols. (2007) han provisto modelos para el análisis odontométrico en función del diagnóstico del sexo tanto en poblaciones contemporáneas como arqueológicas.

Para una descripción más vasta sobre métodos de diagnóstico de sexo en dientes, así como de índices y técnicas se recomienda la revisión detallada que ofrece Sanabria (2011).

### **3.2.2.2. Cráneo**

#### **3.2.2.2.1. Aspectos anatómicos**

Antes de profundizar en el concepto de dimorfismo sexual en el cráneo, es importante revisar algunos elementos anatómicos concernientes a esta región del esqueleto, pues este es el objeto central de estudio del presente trabajo.

El cráneo está compuesto por un conjunto de 28 huesos articulados entre sí, que se divide en esplancocráneo –formado por los huesos que constituyen la cara- y el neurocráneo –formado por los huesos que albergan el encéfalo: cerebro y cerebelo-. A su vez, el neurocráneo comprende el basicráneo –conjunto de huesos que conforman la base- y bóveda craneal –porción superior del neurocráneo-. Dentro de las funciones que tiene el cráneo como estructura se reconocen: la protección de tejidos blandos del cerebro, oído interno y ojos y la de proveer un punto de origen de inserción para los músculos relacionados con el proceso de masticación, entre otros (Matshes *et al.*, 2005:7).

Los huesos y accidentes que conforman esta región anatómica se pueden visualizar a partir de las siguientes normas o vistas de acuerdo al Plano de Frankfurt (Comas, *op.cit.*:405):

- Norma vertical o *verticalis*: se refiere al cráneo visto desde arriba (Ver imagen 3-a)
- Norma lateral o *lateralis*: cráneo visto de lado (Ver imagen 3-b)
- Norma basilar o *basilaris*: cráneo visto desde su base –desde abajo- (Ver imagen 3-c)
- Norma occipital y *occipitalis*: cráneo visto desde la parte posterior –desde atrás- (Ver imagen 3-d)
- Norma frontal o *frontalis*: cráneo visto desde la parte anterior –de frente- (Ver imagen 3-e)

**Imagen 3-a. Vista *verticalis* del cráneo humano**

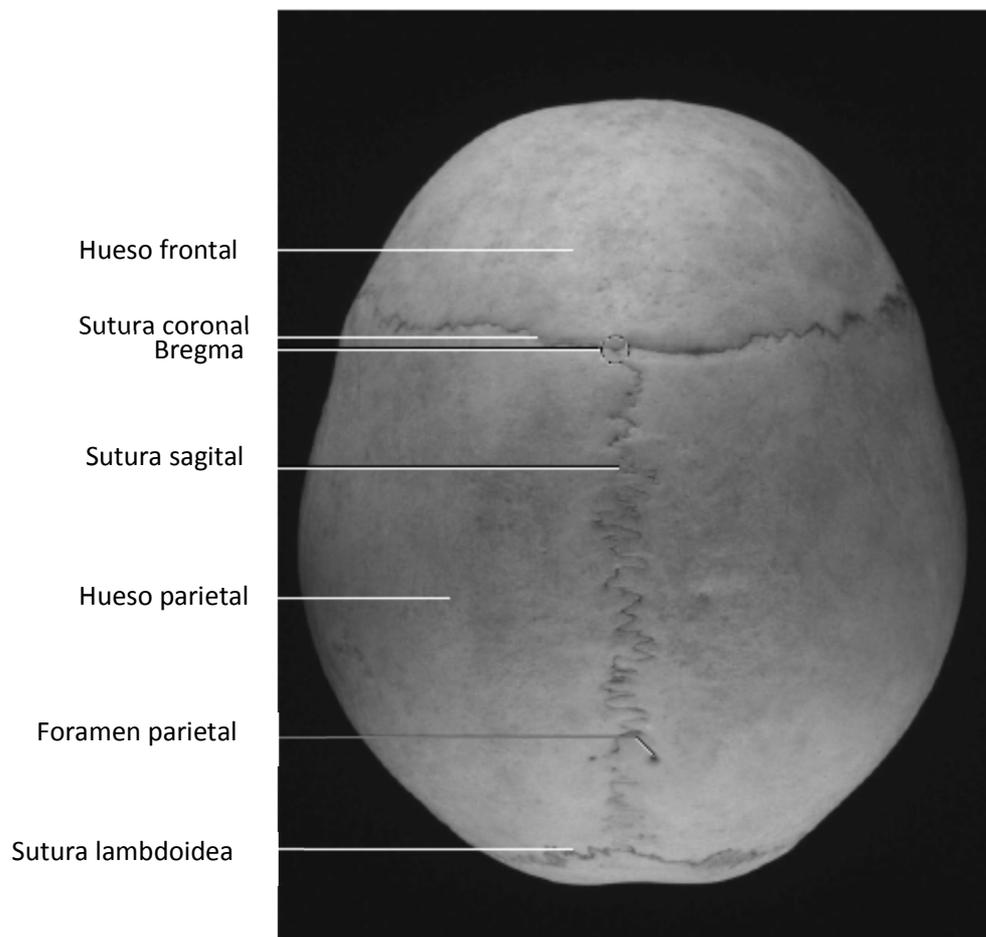


Imagen modificada de Matshes *et al* (2005)

**Imagen 3-b. Vista *lateralis* del cráneo humano**

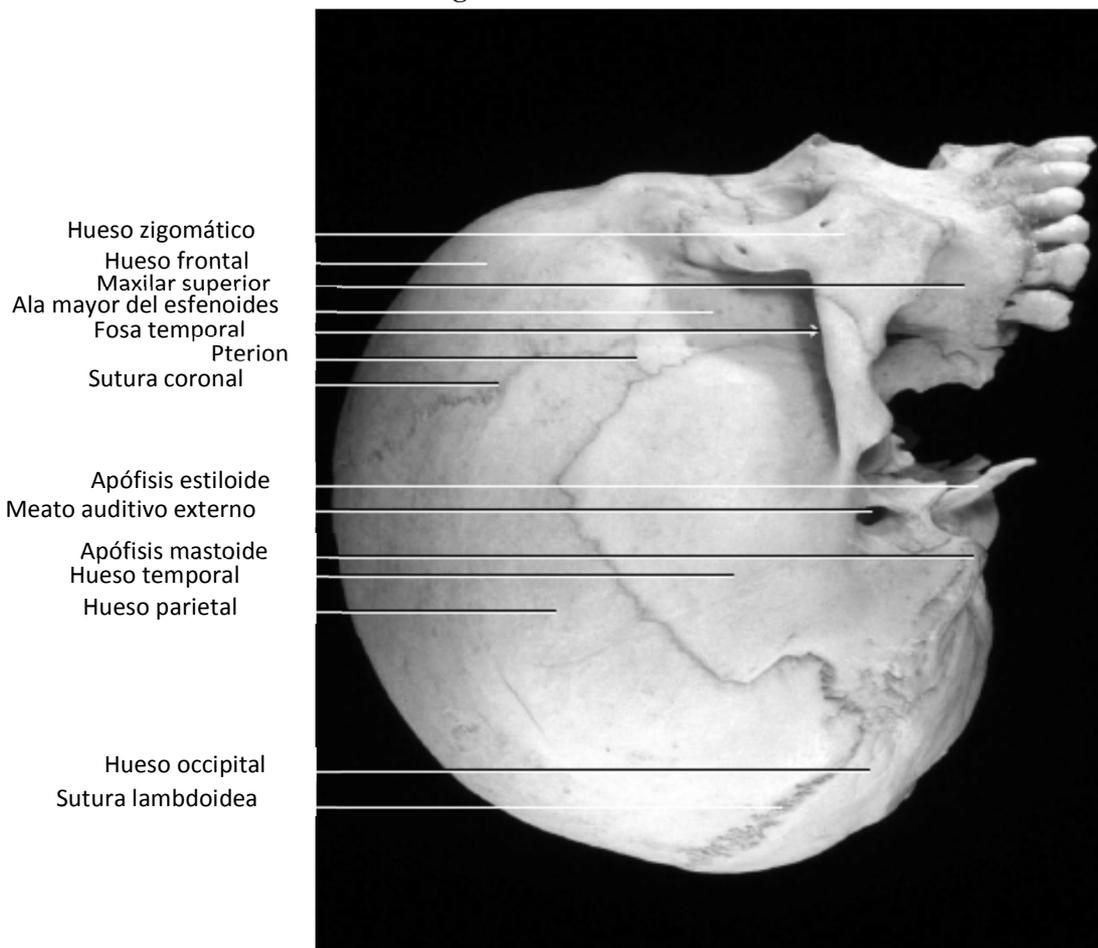


Imagen modificada de Matshes *et al* (2005)

**Imagen 3-c. Vista *basilaris* del cráneo humano**

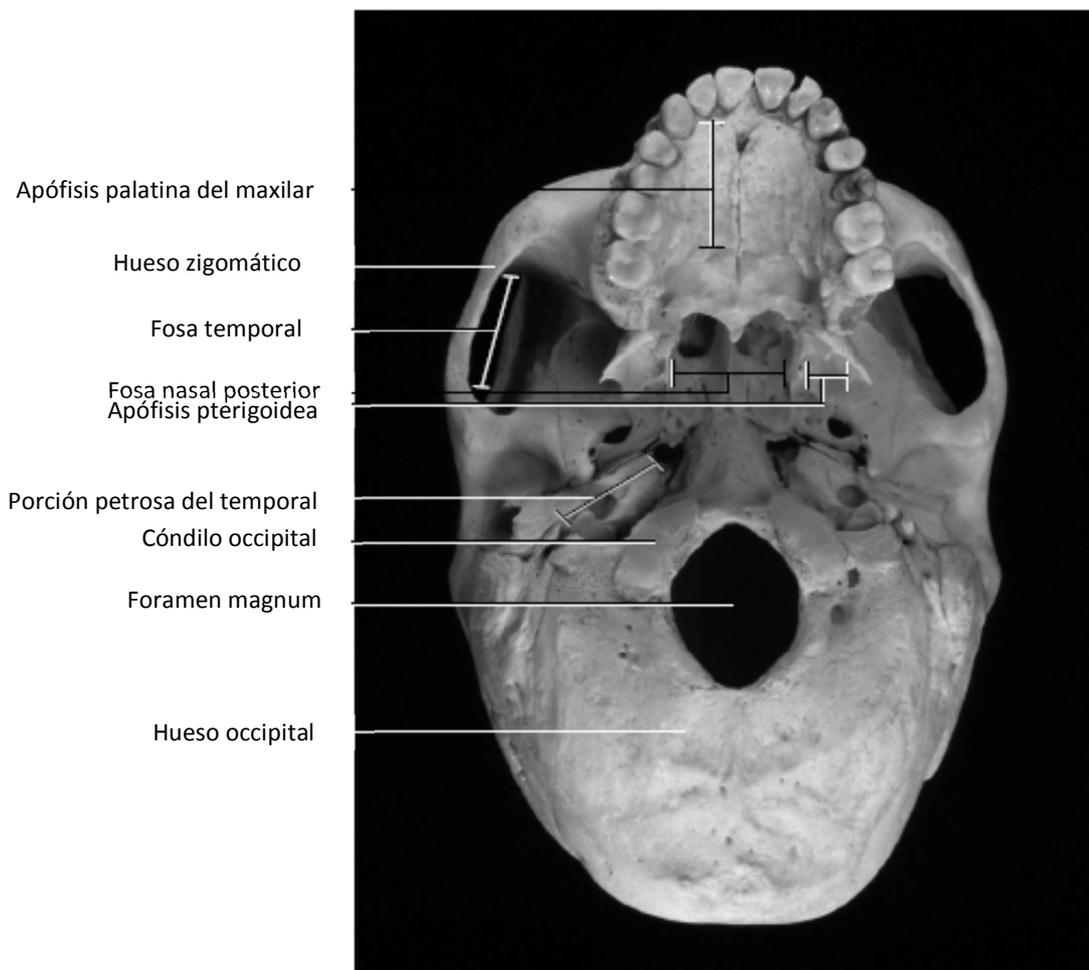


Imagen modificada de Matshes *et al* (2005)

**Imagen 3-d. Vista *occipitalis* del cráneo humano**

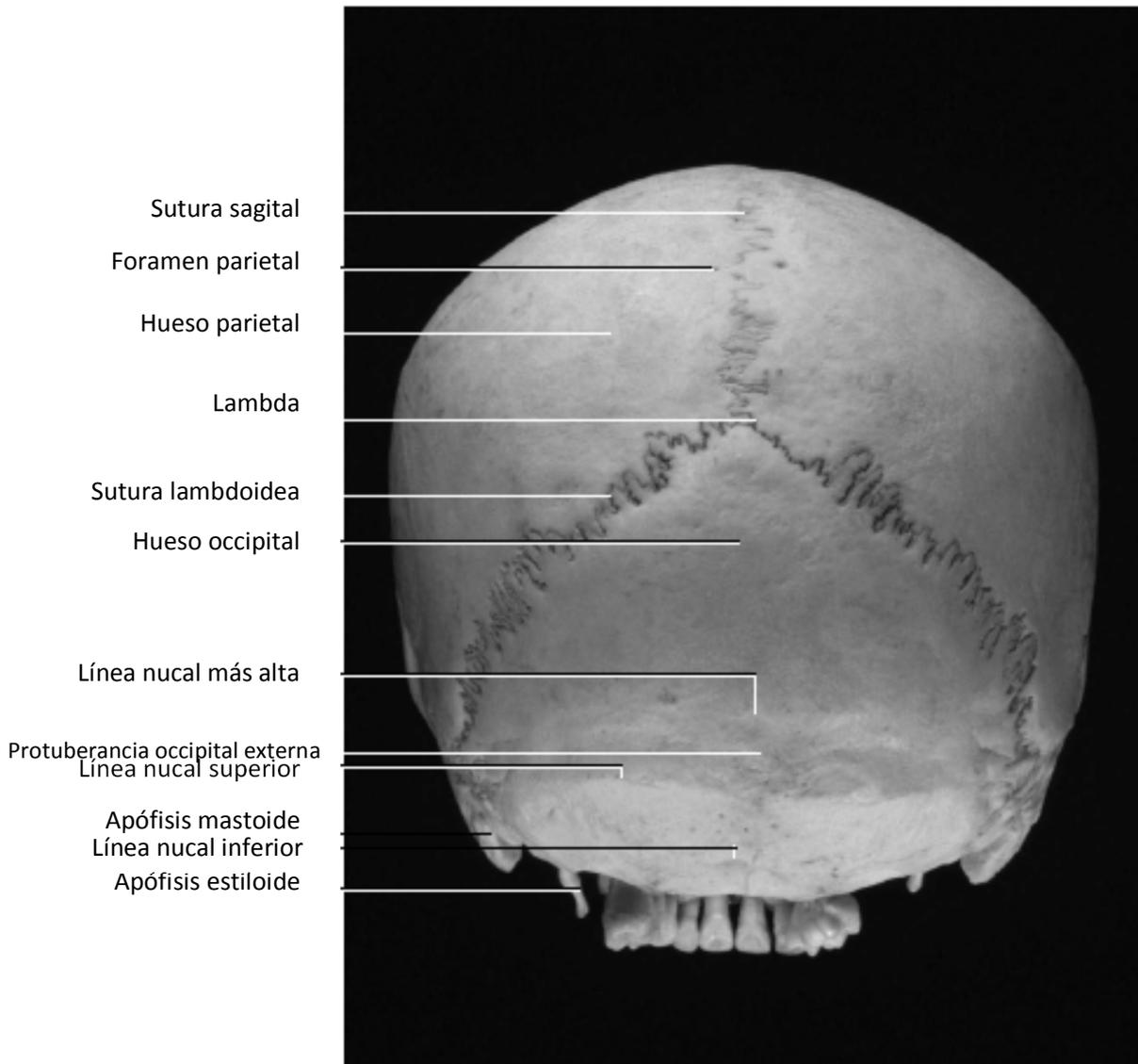


Imagen modificada de Matshes *et al* (2005)

**Imagen 3-e. Vista *frontalis* de cráneo humano adulto**

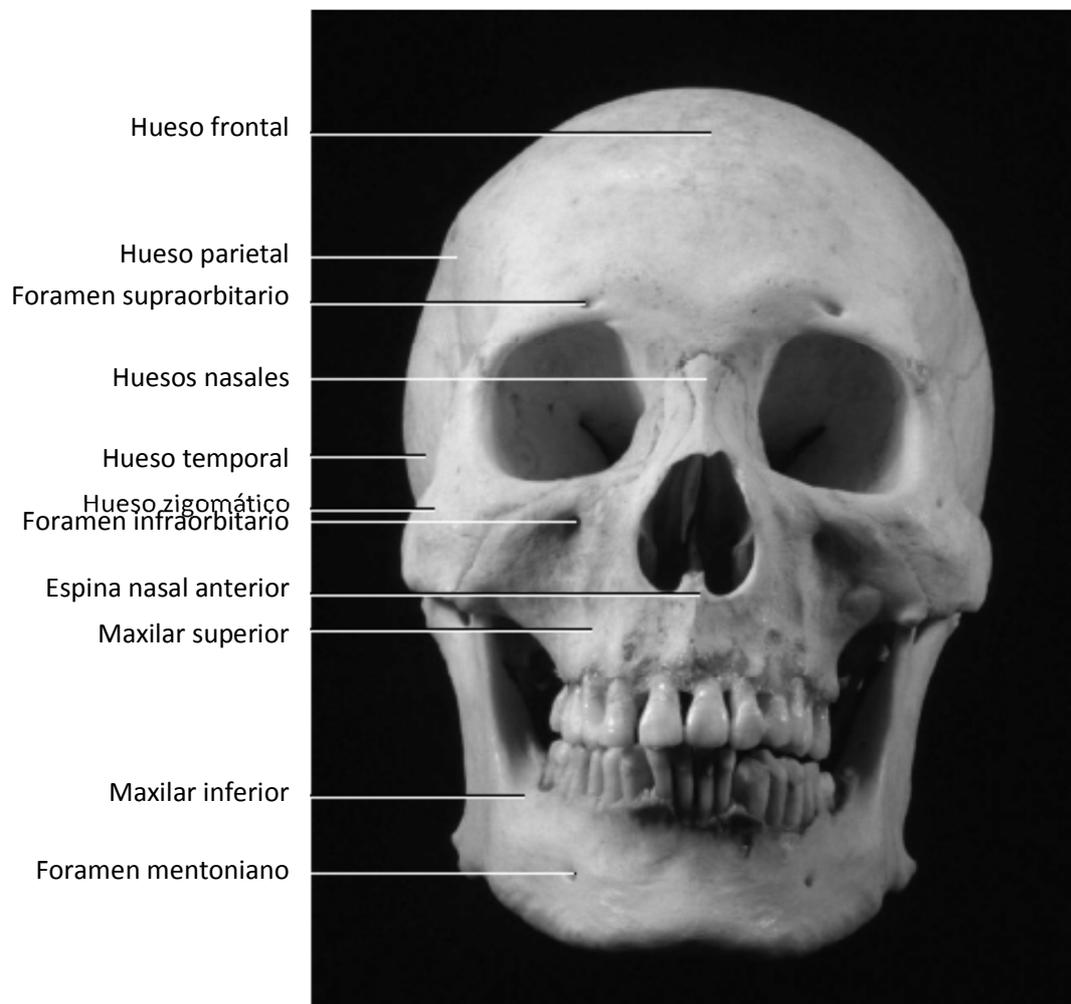


Imagen modificada de Matshes *et al* (2005)

En los huesos que conforman el cráneo, a diferencia de los huesos largos, el tejido esponjoso –diplöe- se suele encontrar en el medio de dos tablas de tejido compacto –tabla interna y tabla externa- a manera de *sándwich* (Campillo y Subirá, 2004:20). De esta manera, la superficie ectocraneal hace referencia al área de la tabla externa que se orienta hacia el exterior del cuerpo y la superficie endocraneal se refiere al área de la tabla interna que se orienta hacia el interior donde se alojan los órganos y tejidos blandos –en este caso el encéfalo- (White, *op.cit.*:38).

De acuerdo a lo anterior, la base del cráneo se puede observar a partir de su cara externa –en superficie ectocraneal- o en su cara interna –cavidad o superficie endocraneal-, la cual se aprecia en la imagen 3-f. En la imagen 3-g se pueden visualizar los accidentes de esta región con más detalles a modo de esquema.

La cavidad endocraneal se divide a su vez en tres regiones: la fosa anterior, media y posterior. Estas regiones se corresponden con la topografía de la base del cráneo y albergan respectivamente: los lóbulos frontales, lóbulos temporales y el cerebelo (White, *op.cit.*: 53).

### **3.2.3. Dimorfismo sexual en encéfalo**

Estas estructuras de tejidos blandos han sido reportadas por diversos estudios como sexualmente dimórficas, así como la capacidad o volumen craneal total. La importancia de mencionar estos estudios tiene que ver con la posible correlación existente entre las características de dichos tejidos blandos –en términos de tamaño- con las estructuras óseas que los alojan y sus propiedades biomecánicas e histológicas, tal como lo sugiere implícitamente Rodríguez (2004:88-89) y serán expuestos a continuación.

**Imagen 3-f. Vista *verticalis* de la cavidad endocraneal**

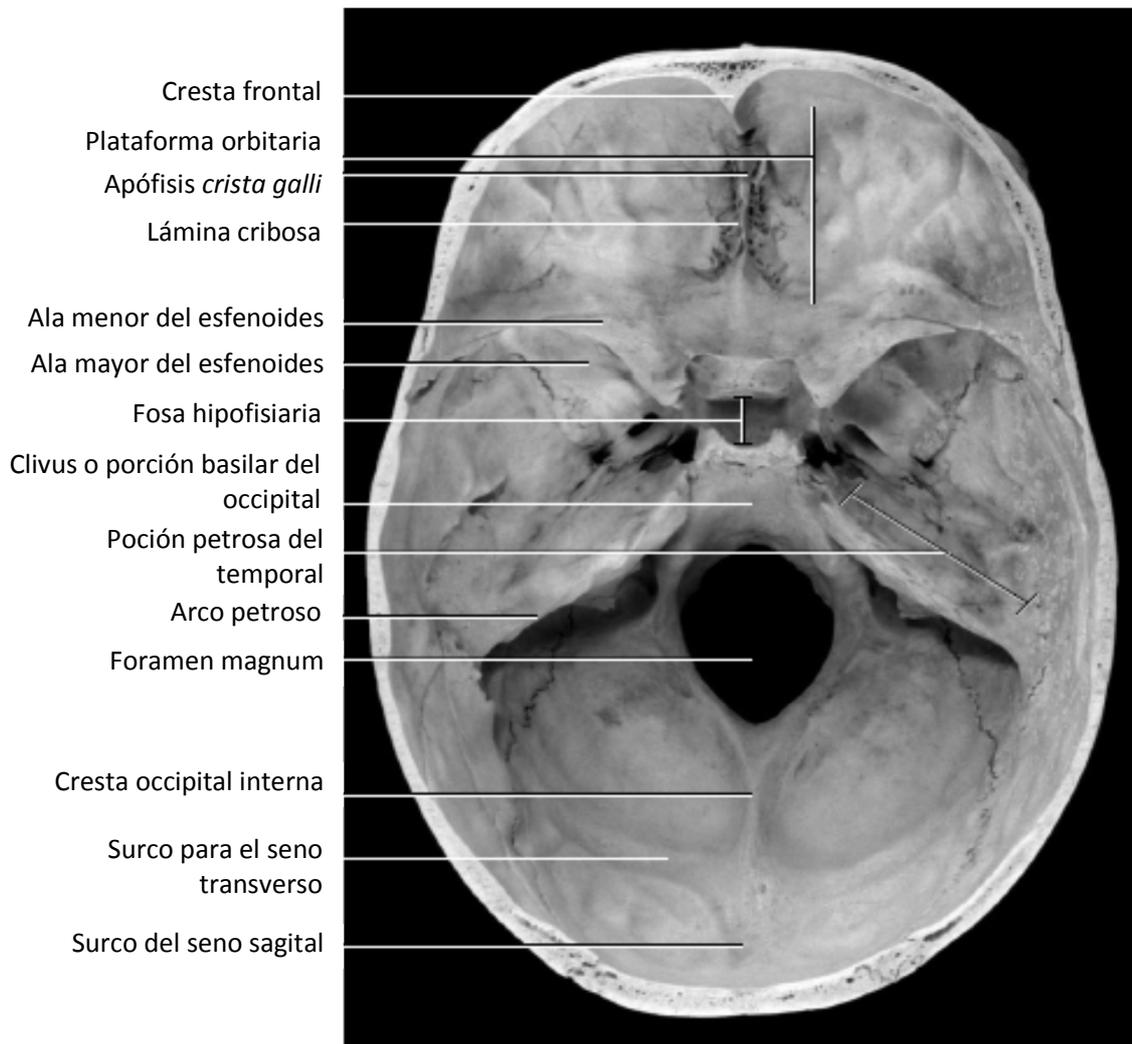


Imagen modificada de Matshes *et al* (2005)

**Imagen 3-g. Vista *verticalis* de la cavidad endocraneal con accidentes**

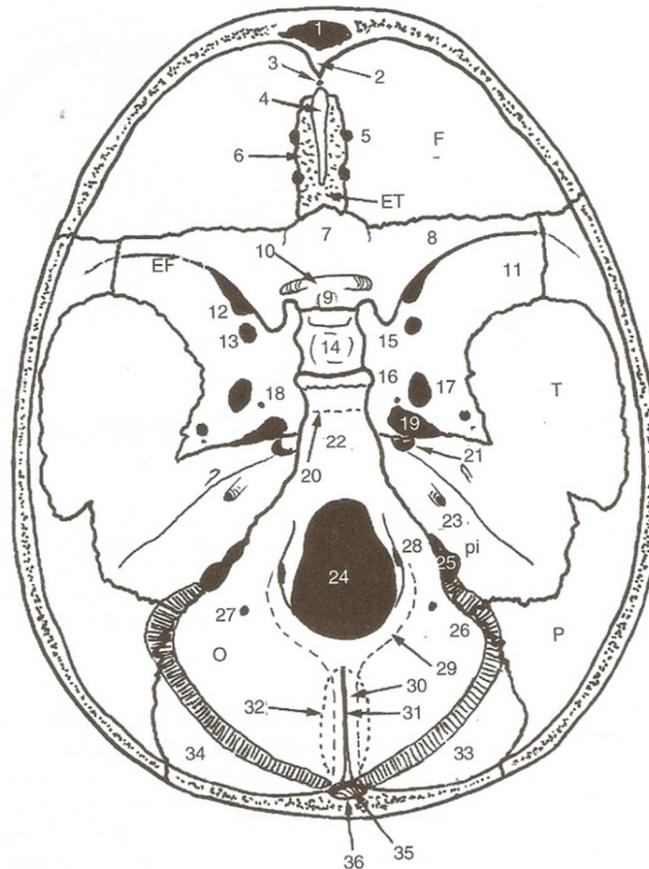


Imagen tomada de Campillo y Subirá (2004:46)

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. Seno frontal                  | 19. Agujero rasgado posterior                        |
| 2. Cresta sagital del frontal    | 20. Sincondrosis esfeno-occipital                    |
| 3. Agujero ciego                 | 21. Agujero carotídeo                                |
| 4. Apófisis <i>crista galli</i>  | 22. Canal basilar                                    |
| 5. Agujero etmoidal              | 23. Conducto auditivo interno                        |
| 6. Lámina cribosa                | 24. Foramen magnum                                   |
| 7. <i>Jugum sphænoideale</i>     | 25. Arista superior del peñasco                      |
| 8. Ala menor del esfenoides      | 26. Canal sigmoideo                                  |
| 9. Hendidura esfenoidal          | 27. Agujero condíleo posterior                       |
| 10. Canal óptico                 | 28. Agujero condíleo anterior                        |
| 11. Ala mayor del esfenoides     | 29. Surco seno marginal                              |
| 12. Hendidura esfenoidal         | 30. Surco sagital inferior                           |
| 13. Agujero redondo mayor        | 31. Cresta sagital infrainiana                       |
| 14. Silla turca                  | 32. Fosa vermiana                                    |
| 15. Apófisis clinoides anterior  | 33. Surco lateral derecho                            |
| 16. Apófisis clinoides posterior | 34. Surco lateral izquierdo                          |
| 17. Agujero oval                 | 35. Endinión   |
| 18. Agujero redondo menor        | 36. Surco sagital para el seno longitudinal superior |

De acuerdo a Gil-Verona y colaboradores (2003), el dimorfismo sexual en el cerebro se ha reportado en casi todas las especies de mamíferos estudiadas, de manera más reciente en la especie humana, cuyas diferencias se han observado en términos generales en la asimetría cerebral y particularmente en el hipotálamo, el locus cœruleus, el cuerpo calloso y la comisura anterior (Allen y Gorski, 1990; Lacoste-Utamsing y Holloway, 1982; MacGlone, 1980 referenciados por Gil-Verona y cols., *op.cit*: 353,355), así como también ha sido reportada en la glándula pituitaria por MacMaster y cols. (2007).

Koscik y colaboradores (2009) admite un mayor volumen cerebral en hombres en tanto que Passe y cols. (1997) así como Nopoulos y cols. (2000) también coinciden en afirmar que los hombres tienen cerebros de mayor tamaño que las mujeres, inclusive si se eliminan las diferencias generales en el tamaño del cuerpo, razón por la cual a la hora de realizar estudios morfológicos de este órgano es de suma importancia tener en cuenta la variable del sexo.

### **3.2.3.1. Hipotálamo**

En lo pertinente al hipotálamo, autores como Swaab y Hofman (1988), Hofman y Swab (1989), Allen *et.al.* (1989); Allen y Gorski (1990) han descrito diferencias entre ambos sexos, específicamente en dos regiones neuronales: los núcleos INAH2 e INAH3 de la región anterior, en el área preóptica, incluso llegando a duplicar el tamaño en hombres con respecto a las mujeres.

### **3.2.3.2. Cuerpo calloso**

Con respecto al cuerpo calloso, Davatzikos y Resnick (1998) reportaron diferencias significativas entre hombres y mujeres por técnica de resonancia magnética en una muestra de 144 individuos. De la misma manera, autores como Aydinoglu *et al.* (2000); Sullivan y cols. (2001, referenciados por Gil-Verona y cols. *op.cit.*); Salat y cols. (1997) y Bishop y Wahlsten (1997) también han coincidido en afirmar que el esplenio en hombres es más bulboso que en mujeres y que en relación con el tamaño cerebral, en general, estos tienen un cuerpo calloso mayor.

### **3.2.3.3. Glándula pituitaria**

MacMaster y cols. (*op.cit.*) estudiaron el efecto de la edad y el sexo en el volumen de la glándula pituitaria en una muestra de 154 individuos de ambos sexos y de varios grupos de edad –niños y adultos- por técnica de resonancia magnética. Sus hallazgos demostraron que el volumen difería de acuerdo al sexo en los mismos grupos de edad y que las mujeres presentaban una glándula pituitaria de mayor tamaño que los hombres –especialmente en los siguientes grupos de edad: entre 14 y 17 años, jóvenes -19 años y menores de 19 años- y mayores -20 años y mayores de 20 años- y mostrando una relación entre la edad y el volumen de la glándula, fenómeno que no se observó en los hombres.

#### **3.2.3.4. Otras estructuras**

Las siguientes estructuras también han sido caracterizadas como dimórficas por varios autores: el surco postcentral del hemisferio izquierdo; la sustancia gris y blanca de distintas zonas encefálicas; los lóbulos temporales; la corteza rinal y entorrinal, el sistema vomeronasal y los lóbulos anteriores del cerebelo (Ide y Aboitiz, 2001; Kosciak *et al.*, *op.cit.*; Passe *et.al.*, *op.cit.*; Gil-Verona *et al.*, *op.cit.*, Fan *et al.*, 2010; Guillamón y Segovia, 1997).

Seguidamente, se revisarán con mayor detalle los conceptos y estudios relacionados con la expresión del dimorfismo sexual en el cráneo.

#### **3.2.4. Dimorfismo sexual en el cráneo**

Si bien es sabido que el cráneo es la región esquelética que en segundo lugar, después de la pelvis ofrece las mejores características para el diagnóstico del sexo (Naikmasur *et al.*, 2010: 122e1; France, *op.cit.*:165), es importante mencionar que este diagnóstico es confiable solo hasta después de la aparición de los caracteres sexuales secundarios (Biggerstaff, 1977 referenciado por Naikmasur, *op.cit.*:122e1; Bass, *op.cit.*:19). A esto se le suma el hecho de que, las mujeres suelen conservar las características de la infancia en la configuración del frontal y de los parietales (Keen, 1950 referenciado por Bass, *op.cit.*:81), fenómeno que las diferencia sustancialmente de las características masculinas adquiridas durante la adolescencia.

El cráneo ha sido estudiado con este propósito a partir de enfoques cualitativos y cuantitativos. El primero dedicado a la observación y descripción de caracteres morfológicos en relación a los grados de prominencia, tamaño, rugosidad, achatamiento,

altura, etc. de un sexo en contraste con el otro. Y el segundo enfocado en la craneometría y medición de dimensiones. Sin embargo, ambos enfoques se basan en el principio de mayor tamaño, robustez y rugosidades del hueso característicos del sexo masculino con respecto al femenino, tal y como se ha mencionado en líneas anteriores del presente trabajo con respecto a la valoración del dimorfismo sexual en el esqueleto postcraneal.

### **3.2.4.1. Enfoque cualitativo**

Con respecto al enfoque cualitativo, tal vez el más empleado a la hora de diagnosticar sexo en el esqueleto a partir del cráneo, varios autores proveen modelos de escalas para evaluar el grado o los niveles de expresión de ese dimorfismo sexual a partir de observaciones en la cara, mandíbula y bóveda (Bass, *op.cit.*:81).

Específicamente, los rasgos que se evalúan, según Buikstra y Ubelaker (1994:19-20) son: la cresta nugal, las apófisis mastoides, el borde supraorbitario, la glabella y la eminencia mentoniana. Los autores recomiendan evaluar en una escala de uno a cinco el grado de proyección o prominencia los accidentes mencionados y finalmente asignar las siguientes categorías:

- 0 = sexo indeterminado: datos insuficientes disponibles para determinación del sexo
- 1 = femenino: hay pocas dudas de que las estructuras corresponden a una mujer
- 2 = probablemente femenino: las estructuras son probablemente femeninas en vez de masculinas
- 3 = sexo ambiguo: las características sexualmente diagnósticas son ambiguas
- 4 = probablemente masculino: las estructuras son probablemente masculinas en vez de femeninas
- 5 = masculino: hay pocas dudas de que las estructuras corresponden a una mujer

Bass (*op.cit.*:81) complementa los caracteres a evaluar, incluyendo los siguientes: los arcos superciliares –más prominentes en hombres -, paladar –más grande en hombres-, pómulos –más cuadrados en hombres-, borde posterior de la apófisis zigomática –se extiende como una cresta más posteriormente en hombres, incluso posterior al meato auditivo externo-, senos frontales –más grandes en hombres-.

### **3.2.4.2. Enfoque cuantitativo**

En cuanto al enfoque cuantitativo, las medidas se pueden considerar de tres tipos: lineales, curvilíneas y de estimación de la capacidad (véase por ejemplo Quatrehomme, 2011) o volumen craneal (White, *op.cit.*:58). Estos conjuntos de medidas se han basado en la valoración a partir de índices, identificación de valores máximos y mínimos observados, límites de control y ecuaciones de fórmulas discriminantes (Dayal *et al.*, 2008). Se mencionará a continuación los estudios y métodos más relevantes desarrollados en superficie ectocraneal a partir de este enfoque:

#### **3.2.4.2.1. Superficie ectocraneal**

Giles y Elliot (1962) desarrollaron fórmulas discriminantes con un porcentaje de clasificación correcta de 82,9% en una muestra de 1022 individuos de la colección Terry – comprendidos por individuos europeos americanos y afroamericanos-. Holland (1986) también estudió la colección Terry, a partir de la cual pudo desarrollar un método para diagnóstico del sexo en cráneos fragmentados cuyo porcentaje de clasificación correcto osciló entre 70% y 85% de precisión en una muestra total de 100 individuos.

Steyn e İşcan (1998) tomaron 12 medidas estándares craneales y cinco mandibulares a partir de 92 individuos de sexo y edad conocido procedentes de las colecciones Pretoria y R.A. Dart -del *School of Anatomical Sciences*, de la Universidad de Witwatersrand de Johannesburgo-. El análisis estadístico produjo funciones discriminantes, las cuales alcanzaron entre un 80% y 86% de clasificación correcta. Estos autores reportaron la anchura bicigomática como la dimensión más dimórfica y las dimensiones del cráneo completo como aquellas que arrojaron mayor precisión. Con respecto a la mandíbula, la anchura bigonial fue la más dimórfica de todas las medidas en este hueso. La validez de estas cinco ecuaciones discriminantes fue probada posteriormente por Robinson y Bidmos (2009) en un total de 240 cráneos de cuatro colecciones osteológicas sudafricanas – Pretoria, R.A. Dart, *Cape Town* y *Osteology Archive Study*- pertenecientes a diferentes poblaciones de sudafricanos de ascendencia europea. Sus resultados confirmaron la validez de las ecuaciones discriminantes, ofreciendo porcentajes de clasificación correcta entre 72% y 95%.

Garvin y Ruff (2012) valoraron con técnica de escaneo láser tridimensional la morfología tanto de los arcos superciliares como del mentón, en una muestra de 119 cráneos masculinos y femeninos estadounidenses de ascendencia caucásica y negra, procedentes de la colección Terry. De este estudio se obtuvo unos porcentajes de clasificación correcta oscilantes entre 62,2% y 79,8% usando funciones discriminantes.

Con respecto a estudios de diagnóstico de sexo en cráneo por técnicas radiográficas –radiografías, cefalogramas y resonancias magnéticas-, Naikmasur y colaboradores (*op.cit*) evaluaron cefalogramas en población del sur de la India de inmigrantes tibetanos a partir de 11 parámetros y encontrando dimorfismo sexual en: anchura bicigomática, altura de la rama mandibular y profundidad de la cara. Ofrecieron fórmulas discriminantes que variaron entre el 81,5% para la población india en contraste con un 88,9% para la población tibetana. Estos investigadores referencian a autores como Krogman (1962), Hsiao *et al.* (1996), Patil y Modi (2005) con porcentajes que oscilan entre 99% y 100% de predicción correcta teniendo en cuenta variables como: capacidad craneal, medidas y parámetros de arcos superciliares, senos frontales, protuberancia occipital externa y apófisis mastoides entre

otras. Estos dos últimos autores basaron sus estudios en población taiwanesa e india. También reportan a Hatipoglu *et al.*(2008) quien evaluó dimorfismo sexual a partir de los siguientes parámetros: distancia glabella-opistocráneo, vértex-basió, basió-opistió, eurió-eurió, volumen craneal y grosor de la diplóe en la región glabellar, encontrando medidas mayores en cráneos masculinos que en femeninos (Naikmasur *et al.*, *op.cit.*:122e2).

Franklin y colaboradores (2006) examinaron 332 cráneos adultos de ambos sexos de población indígena sudafricana procedentes de la colección R.A. Dart. La técnica empleada fue la digitalización de puntos de referencia, extraídos de un conjunto de datos de 97 variables. Estos fueron articulados para realizar un análisis geométrico morfométrico tridimensional usando un digitalizador de puntos de medición portátil. Finalmente, realizaron análisis de regresión, análisis de variación canónica, MANOVA y análisis de funciones discriminantes, encontrando dimorfismo sexual en la anchura de la cara y la longitud y altura de la bóveda craneal. Las funciones discriminantes propuestas mostraron un rango de clasificación correcto entre 77% y 80%.

Igualmente, Green y Curnoe (2008) analizaron 144 cráneos de ambos sexos, procedentes de varias regiones del sureste asiático –Myanmar, Laos, Vietnam, Tailandia, Camboya, Filipinas, Borneo y resto de Indonesia- con la técnica de digitalización de puntos de referencia usando también un digitalizador portátil y teniendo en cuenta 35 puntos. Este estudio arrojó fórmulas discriminantes que alcanzaron un porcentaje de clasificación correcta de 86,8%.

Otro estudio de este tipo que es preciso mencionar es el de Bigoni y colaboradores (2010), quienes, igualmente, con la técnica de digitalización de puntos a partir de un digitalizador portátil estudiaron 139 cráneos de sexo conocido, pertenecientes a individuos que vivieron en la primera mitad del siglo 20 en Bohemia –República Checa-. Se digitalizaron coordenadas tridimensionales a partir de 82 puntos de referencia ectocraneales y 39 semi-puntos que cubren la curva midsagital de la bóveda craneal para encontrar regiones dimórficas partiendo de la forma del cráneo. El método de análisis fue multivariado y finalmente las variables que indicaron tener mayor dimorfismo fueron:

forma de la curva midsagital de la bóveda craneal, porción superior de la cara, nariz, órbitas y paladar. Sus resultados arrojaron un 100% de clasificación correcta para la región superior de la cara y un 99% de clasificación correcta para la curva midsagital de la bóveda. Cabe destacar que estos autores mencionaron no haber encontrado diferencias significativas analizando el cráneo como un todo o en las regiones de la base o el neurocráneo.

#### **3.2.4.2.1.1. Apófisis mastoides**

Las apófisis mastoides han sido tenidas en cuenta en los estudios de enfoque cualitativo –como se mencionó anteriormente- y también a partir de estudios cuantitativos. Como muestra de ello, Suazo Galdames y cols. (2009) a partir de los puntos de referencia propuestos por De Paiva y Segre (2003), analizaron 81 cráneos de ambos sexos procedentes de la UNIFESP –Universidad Federal de São Paulo- de sexo y edad conocido. Calcularon áreas y dimensiones lineales, encontrando que la mayoría de ambas eran mayores en hombres que en mujeres, siendo la distancia porción-mastoidea –el área del triángulo mastoideo derecho y el área total- más alto y significativo en hombres. El análisis de funciones discriminantes mostró que las dimensiones lineales analizadas presentaron una baja capacidad discriminante y que solamente la porción-mastoidea permitió diferenciar el grupo de hombres del grupo de mujeres, arrojando una precisión general de 64,2% pero con una alta sensibilidad para clasificar a los hombres -93%- y una baja sensibilidad para clasificar mujeres -17,7%-. Su conclusión fue que la determinación del sexo a partir de las dimensiones del triángulo mastoideo conlleva a subestimar el diagnóstico para las mujeres y se mostró como de poca utilidad en la práctica.

#### **3.2.4.2.1.2. Región basal**

La región basal –ectocraneal- del hueso occipital también ha sido evaluada por método métrico por autores como Macaluso (2011) en población francesa –68 individuos de la colección ósea Georges Olivier-, cuyos resultados demostraron un bajo nivel de dimorfismo sexual -67.7% de clasificación correcta a partir de funciones discriminantes- y pocas variables con diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos.

#### **3.2.4.2.2. Superficie endocraneal de la base –cavidad endocraneal-**

Hasta el momento, no existen estudios de diagnóstico de sexo realizados en la cavidad endocraneal comprendida como un todo, exceptuando la presente investigación.

A pesar de que algunos autores han medido huesos y estructuras de la cavidad endocraneal con propósitos solamente de caracterización morfológica -como Savara y Takeuchi (1979) quienes propusieron puntos de referencia para la medición del esfenoides y del temporal- , otros autores han reportado diferencias sexuales en huesos y estructuras aisladas en endocráneo. Se referenciará a continuación los estudios más relevantes por huesos y accidentes.

##### **3.2.4.2.2.1. Foramen magnum**

Diversos estudios han reportado dimorfismo sexual en el Foramen magnum, y coinciden en privilegiar la longitud –diámetro anteroposterior- como la variable que presenta una mayor dimensión en los hombres que en las mujeres.

Günay y Altinkök (2000) evaluaron la utilidad y capacidad discriminante del área del foramen magnum y su uso en cráneos fragmentados en una muestra de 219 esqueletos de ambos sexos. Estos autores midieron tanto el diámetro mínimo como el máximo y determinaron el área a partir de la media de los diámetros y el radio. Sus resultados indicaron diferencias significativas entre los sexos; sin embargo, resaltaron el hecho de que el coeficiente de correlación incluía el cero y por ende concluyeron que el foramen magnum no es un indicador de mucha utilidad en la determinación del sexo, no obstante sugieren que puede ser utilizado como elemento complementario en el diagnóstico a partir de otras regiones sexualmente más dimórficas.

Por su parte, Gapert y cols (2009) concluyeron que la expresión del dimorfismo sexual en este accidente anatómico- para población británica del siglo XVIII y XIX- es significativo y debe ser interpretado como útil en el diagnóstico de sexo. Esto, a pesar de que sus porcentajes de clasificación correcta oscilaron entre 65,8% -para funciones discriminantes univariadas- y 70,3% para funciones multivariadas, en contraste con las ecuaciones de regresión lineal cuyo porcentaje varió entre 76% -para los masculinos de la muestra- y 70% -para los individuos femeninos-.

Raghavendra Babu y colaboradores (2012) estudiaron una muestra india de 90 individuos adultos de ambos sexos teniendo en cuenta: diámetro anteroposterior, diámetro transversal y área del Foramen magnum. El método de análisis fue una regresión logística binaria que ofreció un porcentaje correcto de clasificación de 65,4% para el diámetro transversal, 86,5% para el diámetro anteroposterior y entre 81,6% y 82,2% para el área.

Otros autores que vale la pena mencionar son Teixeira (1982), Routal y cols. (1984), Catalina-Herrera (1987), Uysal y cols (2005), Suazo y cols (2009).

### 3.2.4.2.2.2. Silla turca –fosa hipofisiaria-

La fosa hipofisiaria ha sido estudiada principalmente con el propósito de caracterizar la morfología en poblaciones y en menor medida, de hallar posibles expresiones de dimorfismo sexual. Henríquez y colaboradores (2010:529) referencian los estudios de Camp (1924), Shapiro & Janzen (1960), Taveras & Wood (1964), Paul & Juhl (1972) correspondientes a mediciones de profundidad y diámetro anteroposterior.

En estudios más recientes, se pueden encontrar investigaciones de autores como Ruiz y Wafae (2006), Alkofide (2007), Henríquez y cols. (*op.cit.*) y Najim y Al-Nakib (2011) quienes a partir de diferentes técnicas –reconstrucción multiplanar de tomografía axial computarizada en el primer caso, y radiografías cefalométricas laterales los otros casos- caracterizaron la morfología de la silla turca así como las medidas de longitud, profundidad y diámetro en diferentes poblaciones –brasileña, saudí, chilena mapuche y no mapuche e iraquí, respectivamente- con algunas aproximaciones no enfáticas al diagnóstico de sexo.

Los resultados de estas investigaciones mostraron que la silla turca es una estructura constante en los grupos humanos y que la característica que puede variar es la forma, a saber: forma de U, forma de J -ambas predominantes en ambos sexos- y rasa (Wafae, *op.cit.*:163), en contraste con las formas descritas por Henríquez y cols (*op.cit.*): circular, oval y plana. Con respecto al tamaño, Alkofide (*op.cit.*:457) concluyó que en individuos mayores de 15 años se encuentran mayores dimensiones de la estructura que en individuos menores -11 y 14 años- y finalmente, los tres estudios concluyen en no encontrar diferencias significativas entre los sexos –en medidas de dimensiones lineales-.

### **3.2.4.2.2.3. Conducto auditivo interno**

Graw y cols. (2005) estudiaron 410 porciones petrosas del temporal en aras de evaluar si los ángulos de inclinación y la dirección del conducto auditivo interno podrían ser indicadores de dimorfismo sexual. Propusieron un análisis discriminante que arrojó 66% de clasificación correcta y encontraron que el ángulo lateral en individuos masculinos es 10° más pequeño que en las mujeres; en tanto que el ángulo medial en la porción petrosa de las mujeres es aproximadamente 5° más pequeño que el de los hombres.

### **3.2.4.2.2.4. Agujero oval y agujero carotídeo**

Las mediciones en el foramen oval han demostrado tener un bajo nivel de dimorfismo sexual. Macaluso (2012) reportó un porcentaje de clasificación correcta que osciló entre 54,7% y 72% a partir de funciones discriminantes univariadas y multivariadas tras tomar medidas lineales y de área en los forámenes oval y carotídeo en una muestra francesa de 67 individuos de ambos sexos. Aparte de esto, sugirió que el error inter-observador era considerable, pues alcanzó entre 2,35% y 4,23%, lo cual establecía que el proceso de registro de medidas era impreciso.

### **3.2.4.2.2.5. Porción petrosa del hueso temporal**

Autores como Kalmey y Rathbun (1996) y Wahl y Graw (2001) han estudiado por método métrico la porción petrosa del hueso temporal, produciendo fórmulas a partir de funciones discriminantes. Los primeros analizaron 138 individuos de ambos sexos provenientes de la colección Terry y de ascendencia europea y africana, a partir de los

---

cuales se tomaron nueve dimensiones: surco sigmoideo- intersección del ápice petroso - denominado SS- al punto más medial de la porción petrosa; de SS al margen posterior y lateral del meato auditivo interno -IAM-; de IAM a la eminencia arcuata -EA-; altura de IAM; del conducto coclear -CA- a EA; de CA al margen superior a nivel de IAM; de CA al margen posterior y lateral de IAM (adoptada de Wahl, 1981 referenciada por Kalmey y Rathbun, *op.cit.*); de EA al punto más medial de la porción petrosa, y finalmente de CA al hiato petroso del canal facial-. El posterior análisis discriminante produjo ecuaciones que ofrecieron un 83% de clasificación correcta.

Los segundos investigadores tomaron 10 medidas en un total de 410 porciones petrosas de huesos temporales provenientes de material forense aislado. Se propusieron puntos de referencia en las siguientes regiones: margen superior, superficie posterior y base -ventral-. Se concluyó que las porciones petrosas masculinas son de mayor tamaño que las femeninas, produciendo fórmulas discriminantes a partir de las cuales se obtuvo unos porcentajes de clasificación correcta que oscilaron entre 63% y 71%.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

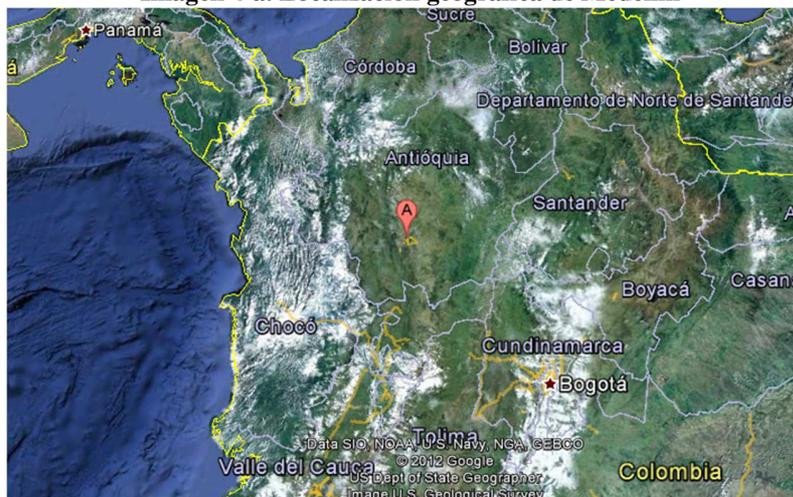
## 4.1. Muestra

La muestra está compuesta por 249 individuos de ambos sexos, residentes en la ciudad de Medellín entre los 30 y 49 años de edad. En términos osteológicos el rango “adulto” ha sido establecido en correspondencia con el cese de procesos óseos formativos –asociados al crecimiento y maduración ósea- y previo a la aparición de procesos óseos degenerativos asociados al envejecimiento, incluyendo deformación plástica del cráneo por la edad –reducción y macroporosidad de la diplöe, disminución del grosor de las tablas interna y externa-, entre otros.

### 4.1.1. Población de referencia

Los individuos que componen la muestra son provenientes de la ciudad de Medellín, -Departamento de Antioquia- Colombia. Esta es una ciudad ubicada en Latitud:  $6^{\circ} 13' 55'' .098$  N, Longitud –Respecto al Meridiano de Greenwich-:  $75^{\circ} 34' 05'' .752$  W. Extensión Norte: 180.809,750 metros, Extensión Este: 35.376,440 metros, a 1.479 metros sobre el nivel del mar, con una extensión –en área- de 380,64 km<sup>2</sup>, una temperatura promedio de 24°C (Alcaldía de Medellín, 2010a)

Imagen 4-a. Localización geográfica de Medellín



Fuente: Google Earth™

La población total se proyecta para el año 2015 en 2'464.322 personas, compuesto por 1'159.759 hombres y 1'304.563 mujeres de todas las edades, tal como lo indica la última proyección realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE- en la gráfica 4-a.

Gráfica 4-a. Proyecciones de población por edad y sexo para los años 2012 al 2015



**Proyecciones de Población Municipio de Medellín por Edad y sexo según comunas y corregimientos**

**Años 1993 2005-2015**

| comuna                | 2012             |                  |                  | 2013             |                  |                  | 2014             |                  |                  | 2015             |                  |                  |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                       | Hombres          | Mujeres          | Total            |
| <b>Total Medellín</b> | <b>1.126.595</b> | <b>1.266.416</b> | <b>2.393.011</b> | <b>1.137.937</b> | <b>1.279.388</b> | <b>2.417.325</b> | <b>1.148.961</b> | <b>1.292.162</b> | <b>2.441.123</b> | <b>1.159.759</b> | <b>1.304.563</b> | <b>2.464.322</b> |
| Suma Comunas          | 1.025.028        | 1.158.452        | 2.183.480        | 1.030.680        | 1.164.177        | 2.194.857        | 1.035.837        | 1.169.481        | 2.205.418        | 1.040.566        | 1.174.630        | 2.215.196        |
| Suma Corregimientos   | 101.567          | 107.964          | 209.531          | 107.257          | 115.211          | 222.468          | 113.024          | 122.681          | 235.705          | 119.193          | 129.933          | 249.126          |
| <b>Total Medellín</b> | <b>1.126.595</b> | <b>1.266.416</b> | <b>2.393.011</b> | <b>1.137.937</b> | <b>1.279.388</b> | <b>2.417.325</b> | <b>1.148.961</b> | <b>1.292.162</b> | <b>2.441.123</b> | <b>1.159.759</b> | <b>1.304.563</b> | <b>2.464.322</b> |
| Cabecera Medellín     | 1.110.266        | 1.250.868        | 2.361.134        | 1.122.041        | 1.264.192        | 2.386.233        | 1.133.481        | 1.277.284        | 2.410.765        | 1.144.651        | 1.289.996        | 2.434.647        |
| Resto Medellín        | 16.329           | 15.548           | 31.877           | 15.896           | 15.196           | 31.092           | 15.480           | 14.878           | 30.358           | 15.108           | 14.567           | 29.675           |
| <b>Total Medellín</b> | <b>1.126.595</b> | <b>1.266.416</b> | <b>2.393.011</b> | <b>1.137.937</b> | <b>1.279.388</b> | <b>2.417.325</b> | <b>1.148.961</b> | <b>1.292.162</b> | <b>2.441.123</b> | <b>1.159.759</b> | <b>1.304.563</b> | <b>2.464.322</b> |

Tomado de: Alcaldía de Medellín (2010b)

Para datos complementarios sobre la población de referencia por grupos de edad y sexo, es preciso remitirse al Anexo 1.1 y 1.2 en el que se presentan las estimaciones para los años 2012 al 2015 de población de Medellín.

#### 4.1.2. Obtención y selección de la muestra

En un primer momento se solicitó a la dirección de la Unidad de Imaginología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl la base de datos que contuviera los nombres y números de identificación de todos los pacientes que se hubieran realizado Tomografías axiales computarizadas de cráneo simple en las fechas comprendidas entre el 11 de Julio de 2011 hasta el 23 de Marzo de 2012 y que tuvieran entre 30 y 49 años de edad. Esta base de datos estuvo compuesta por un total de 1.105 tomografías que no equivalían en número a pacientes, ya que algunos pacientes presentaron más de una tomografía en el tiempo establecido.

En un segundo momento, se hizo necesario seleccionar a partir de esa base de datos a los individuos que cumplieran con los criterios de inclusión para el estudio –que en su mayoría fueron cumplidos en la petición de la base de datos inicial-, teniendo especialmente en cuenta también los criterios de exclusión.

Se estableció como criterios de inclusión las siguientes características:

- Edad: entre 30 y 49 años cumplidos. Este rango de edad se propuso teniendo en cuenta que los caracteres sexuales secundarios en el esqueleto no se manifiestan hasta la pubertad, lo cual dificulta el proceso de determinación de sexo de infantiles y adolescentes
- Examen: TAC de cráneo simple
- Procedencia: ciudad de Medellín –establecido mediante el tipo de identificación: cédula de ciudadanía expedida en Medellín-

Se estableció los siguientes criterios de exclusión:

Presencia de patologías óseas congénitas o adquiridas: microcefalia, hidrocefalia, macrocefalia, escafocefalia, etc.; alteraciones de origen metabólico: hiperostosis porótica u otra anomalía que afectara el grosor de la diplöe; patologías de etiología infecciosa que tuvieran incidencia en el hueso: sífilis, lepra, pian, *yaws* o inflamatoria del tejido óseo; neoplasias –osteomas, meningiomas, etc.-; presencia de traumatismos óseos al momento del examen: fracturas, marcas de corte, orificios por proyectil de arma de fuego y craniotomías o trepanaciones quirúrgicas.

#### 4.2. Variables

Para caracterizar las dimensiones de la arquitectura endocraneal de la población y posteriormente comprobar la expresión del dimorfismo sexual a partir de la comparación de dimensiones óseas entre hombres y mujeres en la muestra, la tabla 4-a presenta el proceso de operacionalización de las variables.

**Tabla 4-a. Cuadro de variables y operacionalización**

|                     | VARIABLES INDEPENDIENTES      | INDICADORES  | UNIDADES O CATEGORÍAS | ESCALA  | NATURALEZA   |
|---------------------|-------------------------------|--|-----------------------|---------|--------------|
| VARIABLES OBJETIVAS | LACG                          | Longitudes por medición del cursor de la estación de trabajo del tomógrafo | Milímetros            | Razón   | Cuantitativa |
|                     | AMLC                          |  |                       |         |              |
|                     | DTAO                          |  |                       |         |              |
|                     | AMAC                          |  |                       |         |              |
|                     | AMAA                          |  |                       |         |              |
|                     | AMAL                          |  |                       |         |              |
|                     | AMAP                          |  |                       |         |              |
|                     | LAST                          |  |                       |         |              |
|                     | AMST                          |  |                       |         |              |
|                     | AMBC                          |  |                       |         |              |
|                     | AMBO                          |  |                       |         |              |
|                     | DTFM                          |  |                       |         |              |
|                     | DAFM                          |  |                       |         |              |
|                     | DMAO                          |  |                       |         |              |
|                     | DCOF                          |  |                       |         |              |
|                     | DARM                          |  |                       |         |              |
|                     | EDAD                          | Fecha de nacimiento  | Años                  |         |              |
|                     | <b>VARIABLES DEPENDIENTES</b> |  |                       |         |              |
|                     | Sexo                          | Caracteres sexuales secundarios en historia clínica                        | Masculino<br>Femenino | Nominal | Cualitativa  |

#### 4.2.1. Definición de las variables independientes

Los puntos craneométricos de referencia han sido diseñados exclusivamente para el presente estudio, siguiendo las recomendaciones de Howells (1969), Campillo (2004:46) y Comas (1960:405) con respecto a la observación de los accidentes y puntos de referencia de la cara interna de la base craneal en vista *verticalis* y con respecto a los criterios de selección de dimensiones osteométricas. De la misma manera, los puntos de referencia en superficie ectocraneal típicamente utilizados en craneometría (Campillo *op.cit.*: 95) han delimitado conceptualmente las pautas para los criterios de: longitud, anchuras mínimas, anchuras máximas y diámetros que fueron utilizados en este estudio. Se eligió diseñar un método métrico debido al margen de objetividad que este tipo de análisis ofrece en comparación con métodos no-métricos (Introna *et al.*, 1997 referenciado por Dayal *et al.*, 2008).

Las variables que se midieron, su descripción y localización fueron (ver imágenes 4-b, 4-c y 4-d):

4.2.1.1. **LACG**: Longitud anteroposterior de la apófisis *crista galli* del etmoides.

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: longitud en sentido sagital entre el punto más anterior de la apófisis *crista galli* del etmoides a nivel del agujero ciego hasta el punto más posterior de la apófisis *crista galli* del etmoides.

4.2.1.2. **AMLC**: Anchura máxima de la lámina cribosa del etmoides.

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia en sentido transversal entre el punto izquierdo más lateral de la lámina cribosa del etmoides hasta el punto derecho más lateral de la lámina cribosa del etmoides

4.2.1.3. **DTAO**: Distancia transversal entre agujeros ópticos.

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia existente entre el punto más lateral izquierdo del agujero óptico izquierdo hasta el punto más lateral derecho del agujero óptico derecho

4.2.1.4. **AMAC**: Anchura mínima de apófisis clinoides anteriores del esfenoides.

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia entre el punto más medial de la apófisis clinoide anterior izquierda del esfenoides hasta la porción mas medial de la apófisis clinoide anterior derecha del esfenoides

4.2.1.5. **AMAA**: Anchura máxima de apófisis clinoides anteriores del esfenoides.

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia entre el punto más lateral de la apófisis clinoide anterior izquierda del esfenoides hasta el punto más lateral de la apófisis clinoide anterior derecha del esfenoides.

4.2.1.6. **AMAL**: Anchura máxima de apófisis clinoides posteriores del esfenoides.

Observación en norma *verticalis/occipitalis*

Toma de la medida: distancia entre el punto más lateral de la apófisis clinoide posterior izquierda del esfenoides hasta el punto más lateral de la apófisis clinoide posterior derecha del esfenoides

4.2.1.7. **AMAP**: Anchura mínima de apófisis clinoides posteriores del esfenoides.

Observación en norma *occipitalis/verticalis*

Toma de la medida: distancia entre el punto más medial de la apófisis clinoide posterior izquierda del esfenoides hasta el punto más medial de la apófisis clinoide posterior derecha del esfenoides

4.2.1.8. **AMBO:** Anchura mínima de la porción basilar del occipital –clivus-:

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia entre el punto más lateral izquierdo de la porción basilar del occipital y el punto más lateral derecho de la porción basilar del occipital a nivel de la sincondrosis esfeno-basilar.

4.2.1.9. **DMAO:** Distancia máxima entre agujeros ovales:

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia transversa entre el punto más lateral del agujero oval izquierdo del esfenoides hasta el punto más lateral del agujero oval derecho del esfenoides

4.2.1.10. **AMBC:** Anchura máxima de la porción basilar del occipital –clivus-

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: distancia entre punto más lateral izquierdo de la porción basilar del occipital y el punto más lateral derecho de la porción basilar del occipital, tangencial al borde anterior del foramen magnum

4.2.1.11. **DAFM:** Longitud anteroposterior máxima del Foramen Magnum (Moore-Jansen *et al.* en Buikstra y Ubelaker, 1994)

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: diámetro anteroposterior, desde el punto más anterior del foramen magnum del occipital hasta el punto más posterior del foramen magnum del occipital

4.2.1.12. **DTFM:** Anchura máxima del Foramen Magnum (Moore-Jansen *et al.* en Buikstra y Ubelaker, 1994).

Observación en norma *verticalis*

Toma de la medida: diámetro transversal desde el punto más lateral izquierdo del foramen magnum del occipital hasta el punto más lateral derecho del foramen magnum del occipital

4.2.1.13. **DCOF**: Distancia entre canal óptico y foramen magnum en sentido sagital

Observación en norma *verticalis*:

Toma de la medida: distancia sagital entre el borde más posterior del canal óptico y el borde más anterior del foramen magnum

4.2.1.14. **DARM**: Distancia transversal entre agujeros redondos mayores

Observación en norma *verticalis*: distancia máxima entre el punto más lateral del agujero redondo mayor izquierdo del esfenoides y el punto más lateral del agujero redondo mayor derecho del esfenoides

4.2.1.15. **AMST**: Altura máxima de la silla turca –fosa hipofisiaria- (Taveras y Wood, 1964)

Observación en norma *lateralis* mediante técnica de reconstrucción multiplanar de tomografía sagital

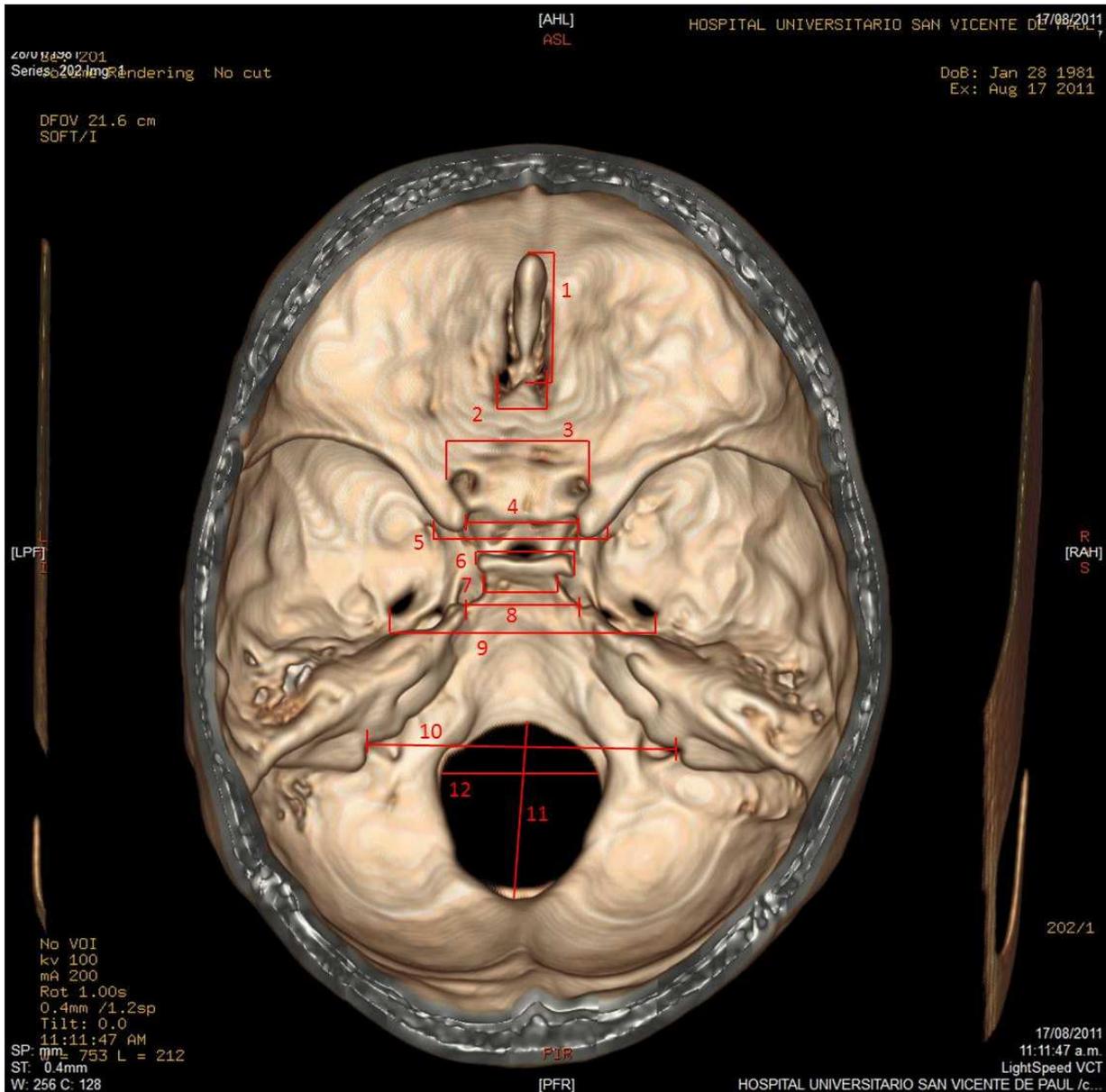
Toma de la medida: distancia entre el punto más caudal o inferior de la fosa hipofisiaria y el punto más superior del dorso de la fosa hipofisiaria

4.2.1.16. **LAST**: Longitud anteroposterior de la silla turca –fosa hipofisiaria- (Taveras y Wood, 1964)

Observación en norma *lateralis* mediante técnica de reconstrucción multiplanar de tomografía sagital

Toma de la medida: distancia entre el punto más anterior de la fosa hipofisiaria y el punto más posterior de la fosa hipofisiaria

Imagen 4-b. Reconstrucción volumétrica 3D, vista superior de cavidad endocraneal  
Medidas 1 a 12



**Imagen 4-c. Reconstrucción volumétrica 3D, vista superior de cavidad endocraneal  
Medidas 13 a 14**

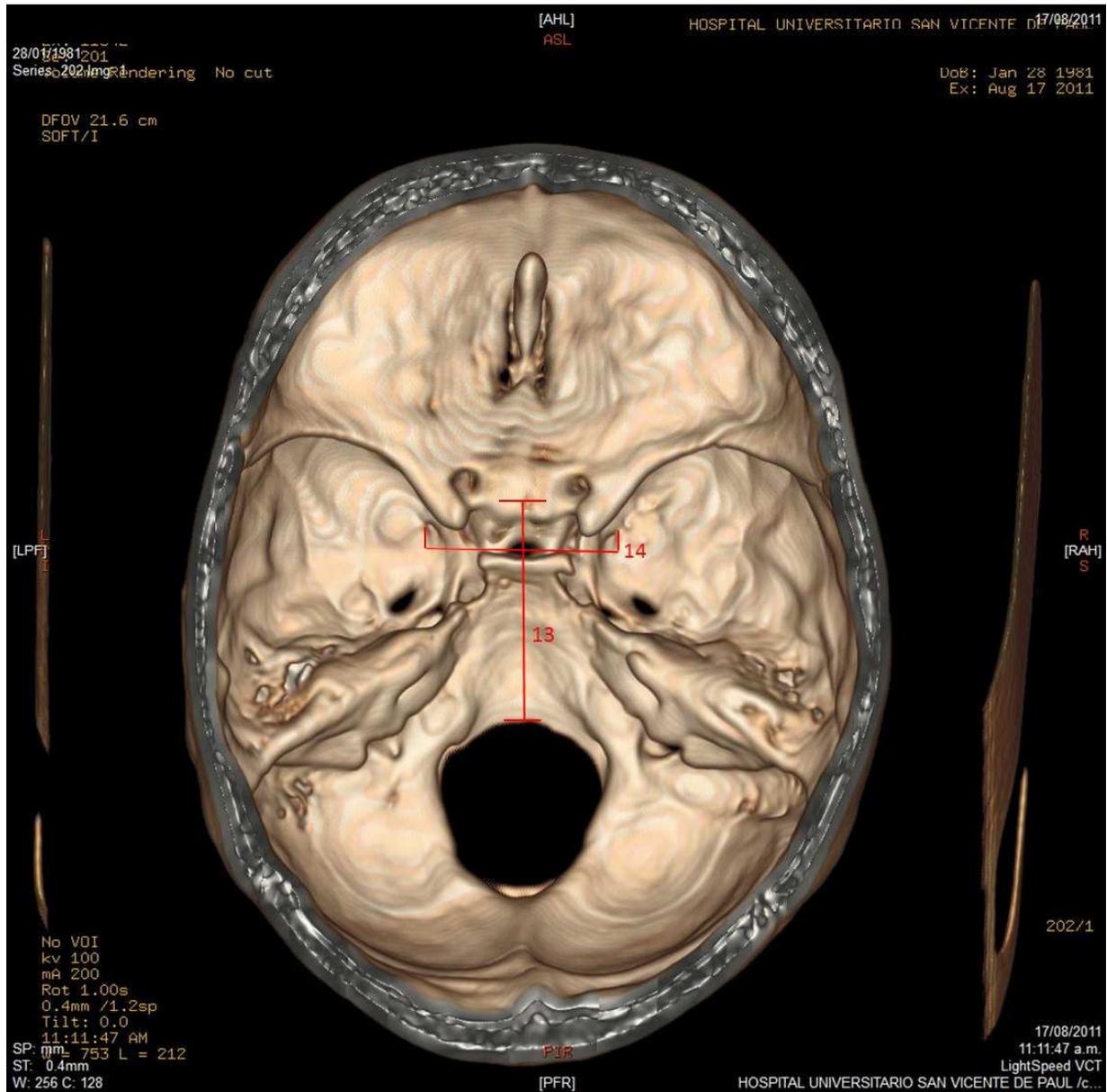
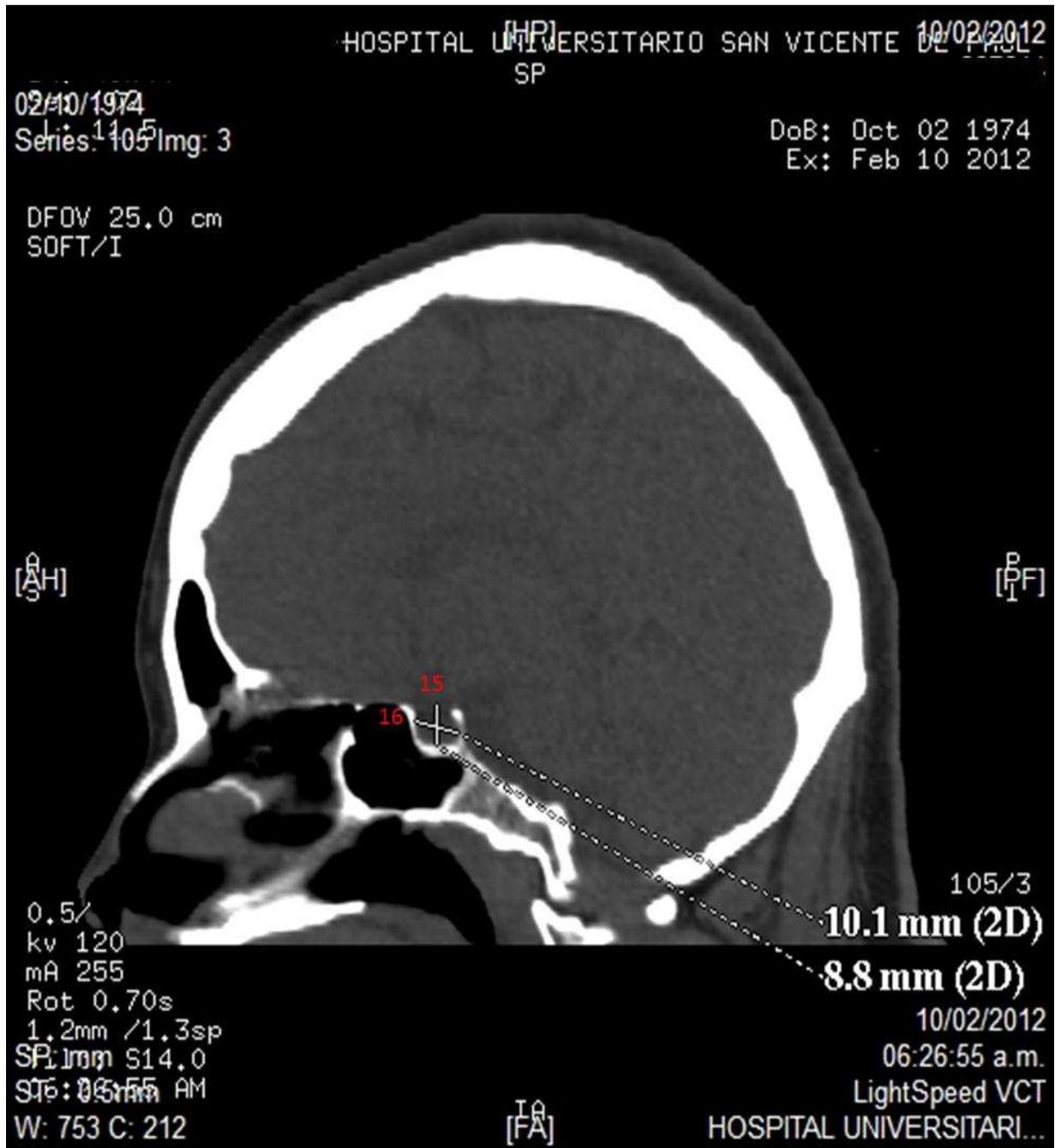


Imagen 4-d. Reconstrucción multiplanar de cortes sagitales, vista *sagitalis*. Medidas 15 a 16



4.2.1.17. Edad: La edad se registró en años cumplidos al momento del examen a partir de los registros médicos, los cuales incluyen la fecha de nacimiento del paciente.

#### 4.2.2. Definición de las variables dependientes:

4.2.2.1. Sexo: El sexo como variable nominal dicotómica fue registrada con el número 1 para Hombres y 2 para Mujeres. La información sobre el sexo está basada en la observación de caracteres sexuales secundarios y la registrada en la cédula de ciudadanía, finalmente consignado en la historia clínica del paciente.

#### 4.3. Método y equipos

Se trató de un estudio transversal exploratorio y retrospectivo sobre tomografías axiales computarizadas realizadas desde el 11 de Julio de 2011 hasta el 23 de Marzo de 2012 y almacenadas por el Hospital Universitario San Vicente de Paúl de la ciudad de Medellín, Colombia. La estación de trabajo del tomógrafo se encuentra ubicada en la unidad de Rayos X del edificio de pediatría, adscrito a la Dirección de Imaginología del Hospital.

A partir de la base de datos obtenida previamente, se localizó cada individuo por su número de identificación –cédula de ciudadanía- en el software IMPAX™ versión 6.3.1.2808 -con licencia para el Hospital Universitario San Vicente de Paúl-. En este servidor se alojan las historias clínicas y los respectivos exámenes diagnósticos de los pacientes a los que se les ha realizado el TAC de cráneo simple en el período de tiempo descrito. Tras la evaluación de cada historia clínica, se descartaron aquellos individuos que presentaban alguno de los criterios de exclusión y finalmente se obtuvo la muestra de 249 individuos de ambos sexos.

Los pacientes seleccionados fueron exportados desde el servidor del programa IMPAX™ al equipo de lectura y postprocesado de imágenes diagnósticas para realizar la reconstrucción tridimensional con el software AW Volumeshare™ 2 en una consola Xstream™ HD.

Las tomografías axiales computarizadas fueron realizadas con un tomógrafo multidetector de 64 canales marca General Electric, modelo Lightspeed™ VCTXTe con tecnología Discovery™ HD. Los cortes fueron hechos con un grosor que varió entre 0,4 y 1,3 mm.

#### 4.4. Técnica

La Tomografía Axial Computarizada –TAC- es una técnica imagenológica de diagnóstico que mediante la utilización de rayos x permite visualizar el interior del cuerpo humano (Corbo, 2004:1). El origen del tomógrafo multicorte puede rastrearse a partir de 1998, los cuales constituyeron la base para los equipos usados actualmente: los tomógrafos multicorte de 64 filas de detectores. A diferencia de un equipo de rayos x, el tomógrafo realiza una serie de cortes transversales -140 imágenes por segundo y hasta 1500 tomas por segundo- sobre el eje axial del cuerpo (Ortmann, 2008:3).

Las imágenes pueden ser reconstruidas por medio de técnicas de reconstrucción multiplanar –MPR- o reconstrucción tridimensional -3D- en aras de visualizar volúmenes de información a partir del análisis de voxels, los cuales son proyectados en una superficie bidimensional que se subdivide en pixels –o elementos de imagen- (*Ibíd.*:4).

La base para la reconstrucción tridimensional se soporta en el concepto de que los tejidos que tienen un mayor coeficiente de atenuación –medido en unidades Hounsfield- suelen ser más compactos y dejarán pasar o no el rayo de luz virtual que intente atravesarlos y que

estará regido por los principios de refracción y reflexión. Estos principios serán calculados de acuerdo a cada rayo de luz, el cual interactuará con el volumen de datos (*Ibíd.*).

Por su parte, la reconstrucción multiplanar se define como una “deformación geométrica del volumen de datos” que a partir de las imágenes de los cortes transversales, se procede a su apilamiento se obtiene la reconstrucción de las imágenes en cualquiera de los planos, a saber: coronal, plano o sagital y en direcciones tanto oblicuas como perpendiculares (*Ibíd.*:7). En tanto que la reconstrucción tridimensional puede ser de tres tipos: SSD –reconstrucción de superficie sombreada-, MIP –proyección de máxima intensidad- ó VR –reconstrucción volumétrica-.Se describirá de manera general la tercera, ya que es la técnica utilizada en la presente investigación.

Según la autora, la reconstrucción volumétrica tridimensional:

“toma todo el volumen de datos y suma la contribución de cada voxel a lo largo de una línea partiendo desde el ojo del observador a través del volumen de datos y representando la composición resultante para cada píxel de la pantalla. Por lo tanto, todos los voxels pueden contribuir a la imagen final logrando una mayor fidelidad de la misma” (*Ibíd.*:16)

Tras la selección del paciente y su importación desde IMPAX™ al equipo de postprocesado, se realizó la reconstrucción volumétrica tridimensional -3D VR-, la cual une secuencialmente los cortes axiales de la tomografía y automáticamente remueve los tejidos blandos, dejando expuesto y visible solamente el tejido óseo en la zona anatómica seleccionada: el cráneo en este caso–Ver imagen 4-e-. Sin embargo, antes de proceder a realizar la reconstrucción volumétrica tridimensional, es preciso seleccionar a partir de la reconstrucción multiplanar de cortes axiales un segmento que permita orientar la imagen del paciente sobre un mismo eje horizontal. La imagen 4-f muestra un corte axial en el que se pueden apreciar los cristalinios ajustados al mismo nivel sobre el eje horizontal.

Imagen 4-e. Reconstrucción volumétrica tridimensional de cráneo

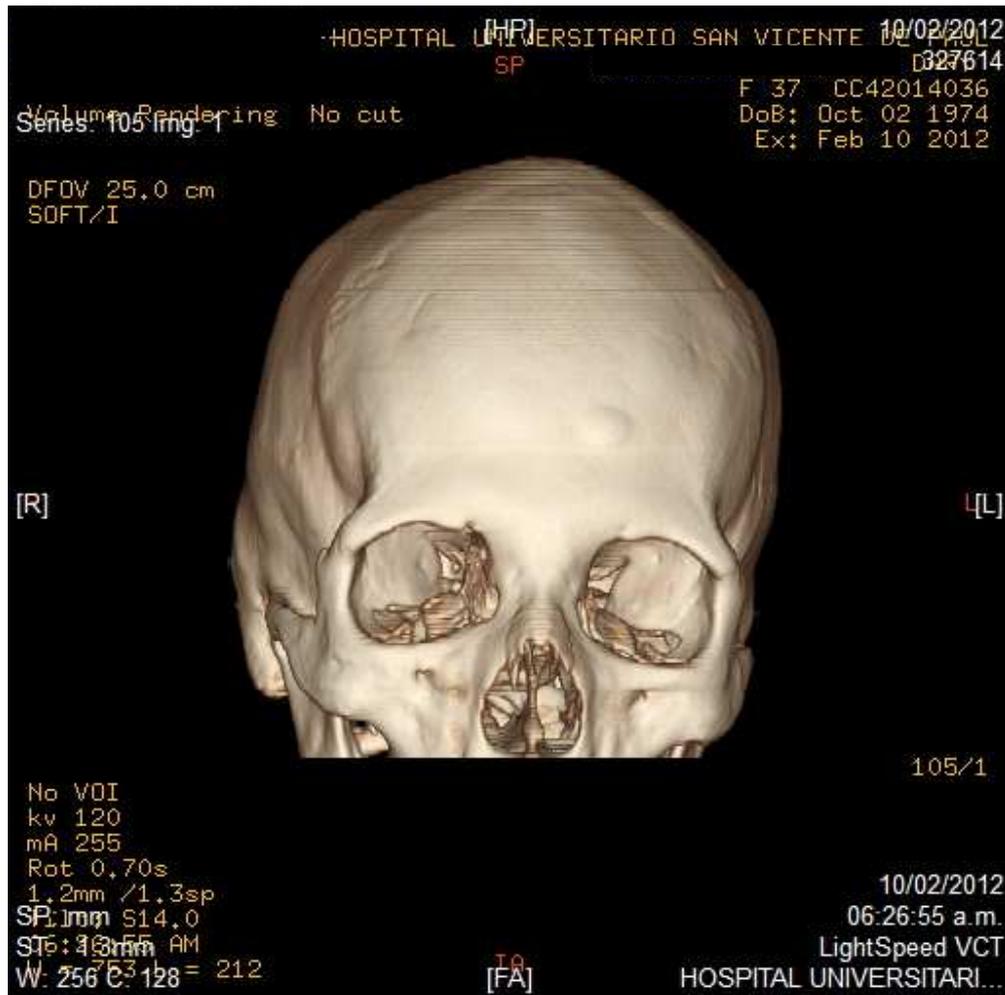
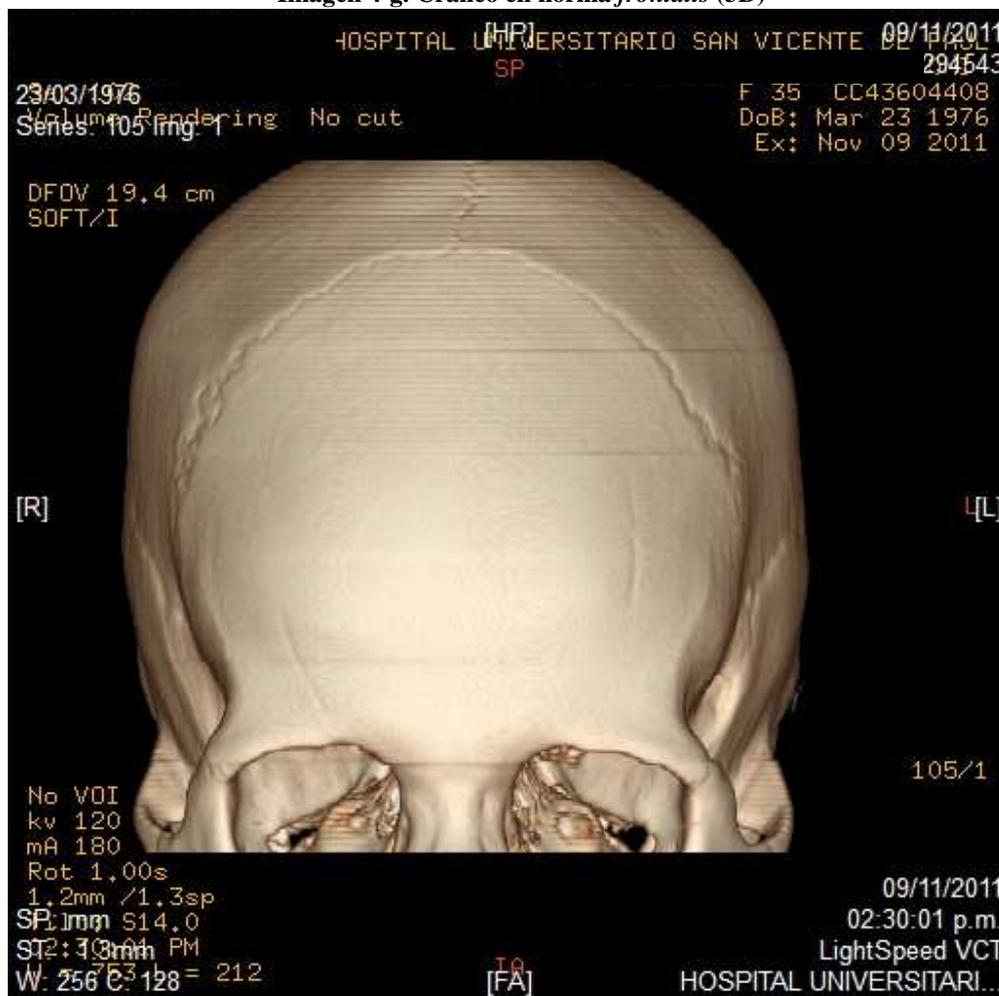


Imagen 4-f. Corte axial con visualización de cristalinios al mismo nivel



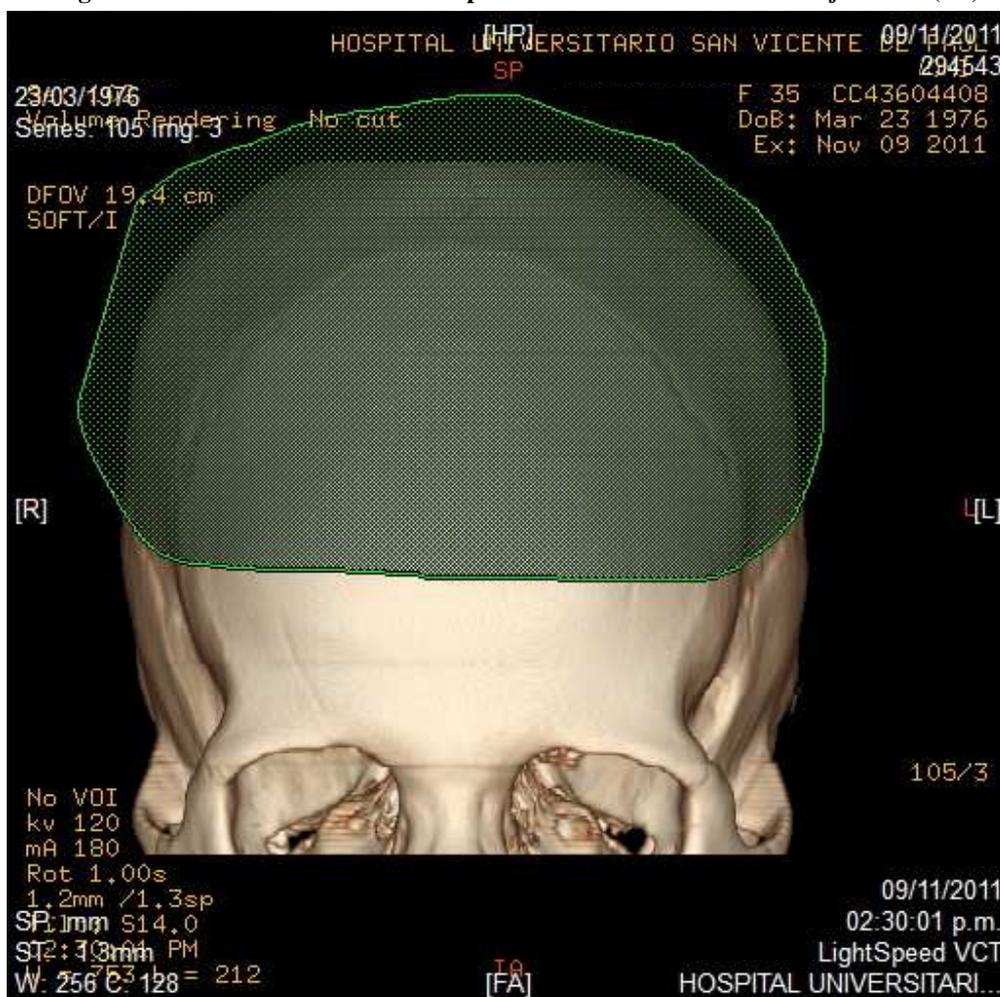
Una vez realizada la reconstrucción volumétrica, el cráneo se orientó en el plano de Frankfurt, teniendo en cuenta la alineación en el plano horizontal de los puntos craneométricos: infraorbital y porción paralelos al suelo, y luego el cráneo se giró para ser observado en norma *frontalis*,—Ver imagen 4-g-

Imagen 4-g. Cráneo en norma *frontalis* (3D)

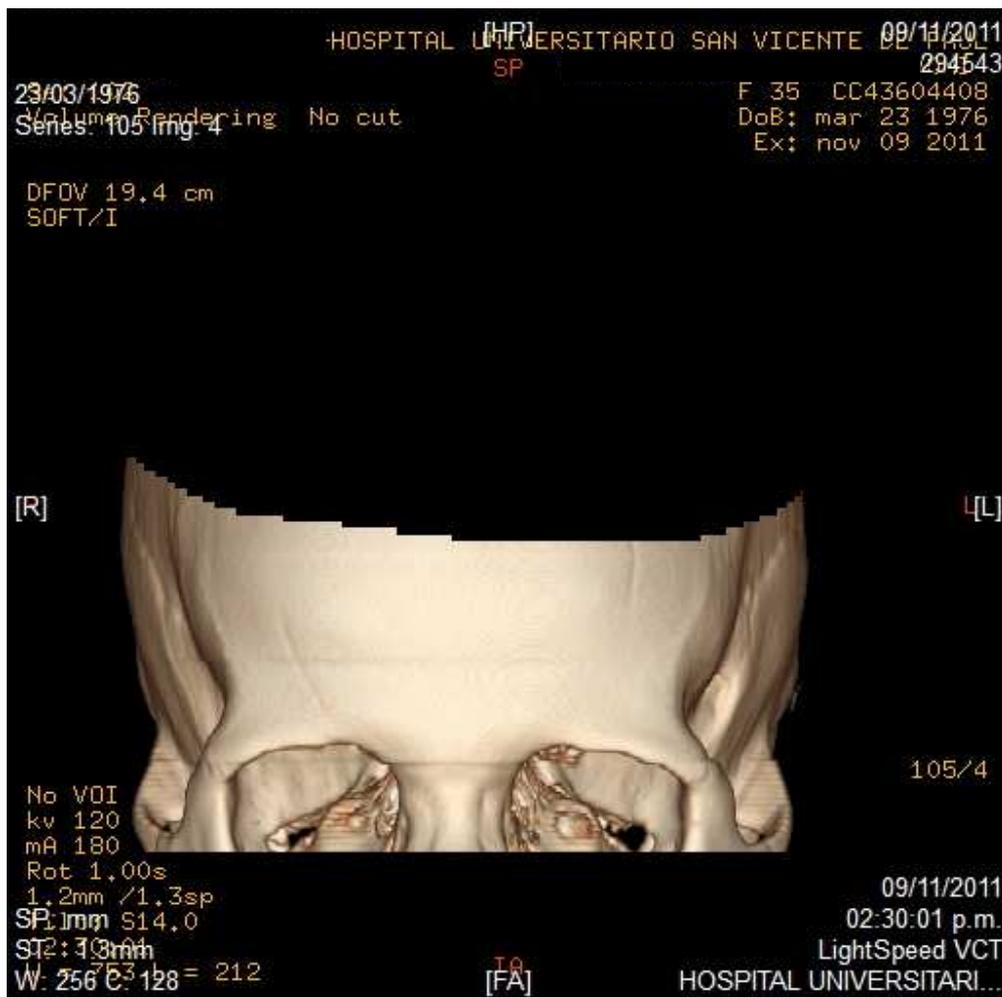


Posteriormente, se procedió a seleccionar el área de la calota en aras de removerla de la imagen y dejar expuesta la cavidad endocraneal. El punto de corte se estableció en sentido antero-posterior, a 4 cm sobre la glabella aproximadamente y se removió la parte superior del hueso frontal, ambos parietales y la región superior del hueso occipital –a nivel del Inion. –Ver imágenes 4-h y 4-i-.

**Imagen 4-h. Selección de área de corte para remoción de calota. Norma *frontalis* (3D)**



**Imagen 4-i. Cráneo sin calota. Norma *Frontalis* (3D)**



Seguidamente, el cráneo debió ser girado sobre el eje horizontal para obtener la vista desde la norma *Occipitalis* –imagen 4j y 4k-.

Imagen 4-j. Rotación sobre eje horizontal del cráneo sin calota (3D)

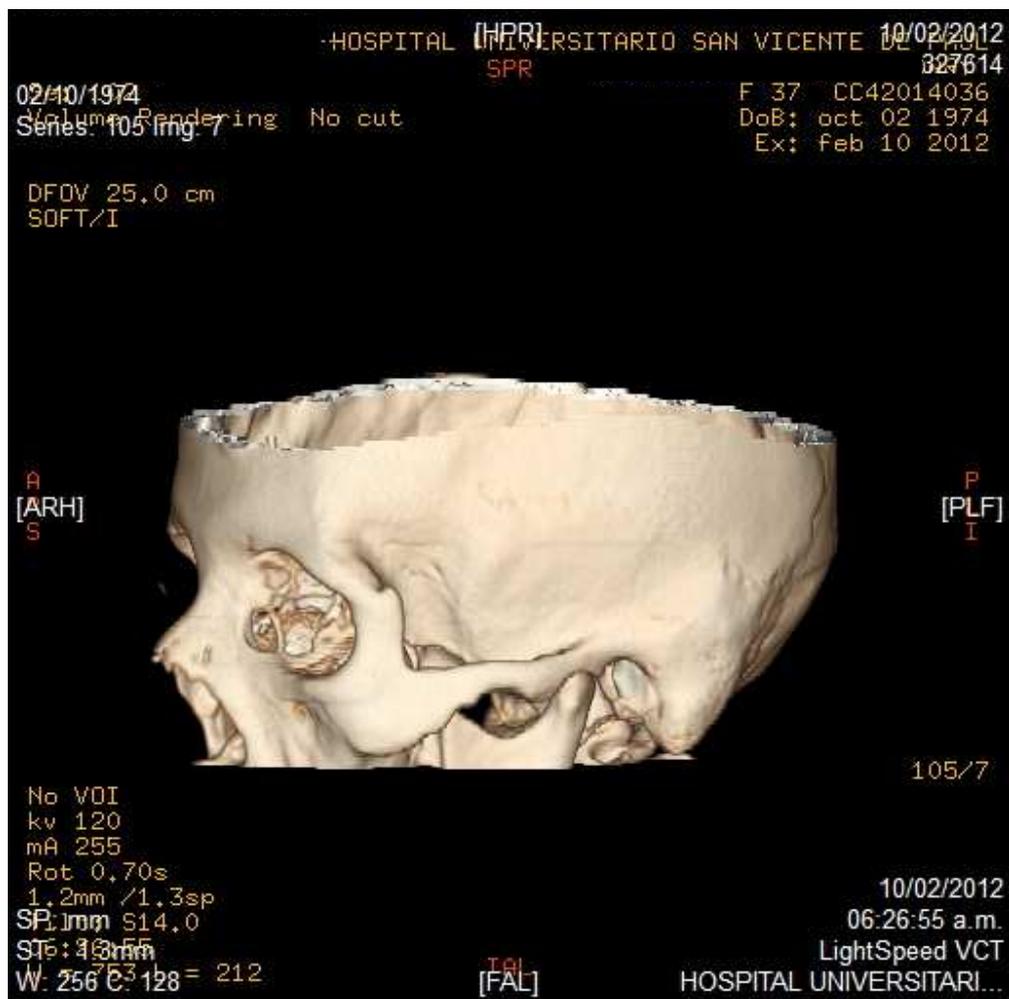
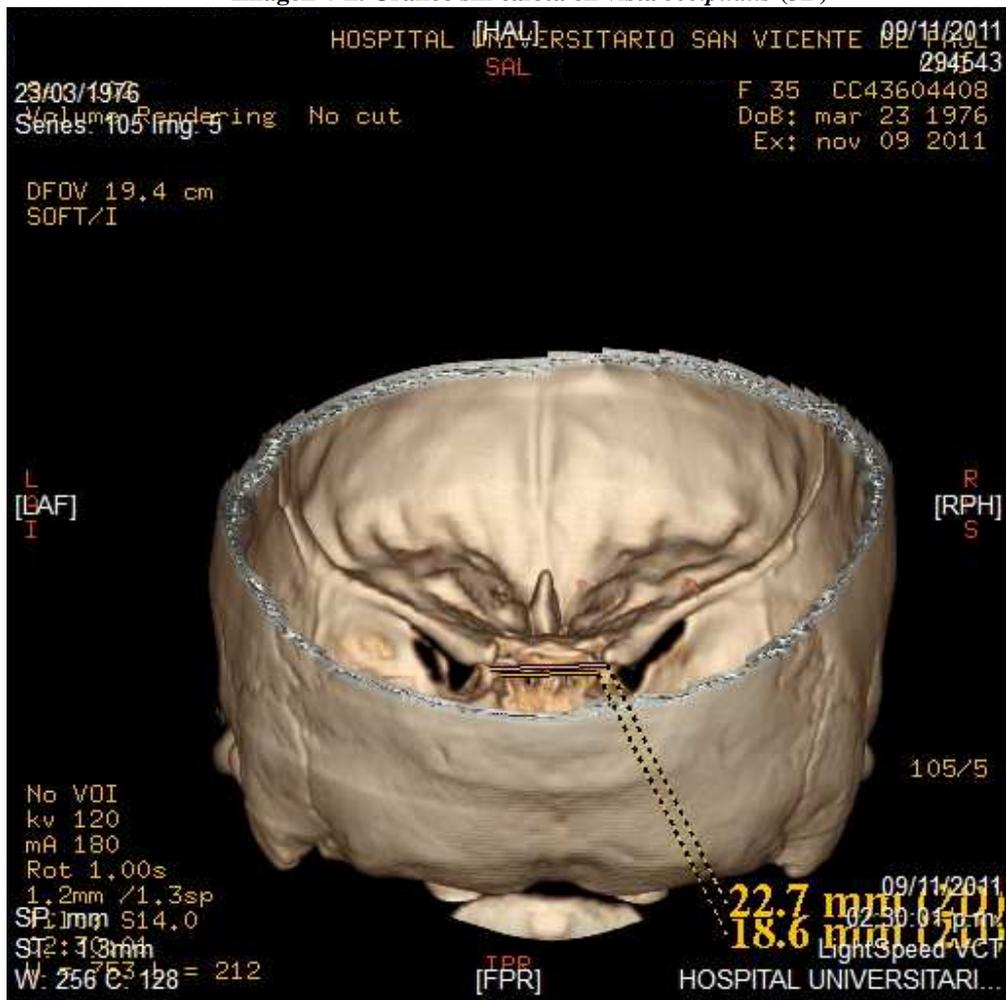


Imagen 4-k. Cráneo sin calota en vista *occipitalis* (3D)



Inicialmente, las medidas fueron tomadas por dos observadores -investigadora principal y tutora por parte de la Universidad de Antioquia-, usando la herramienta del cursor en modo de *crosshair* o mira para la medición en dos dimensiones -2D- de distancias lineales en vez de trayectorias superficiales. Esto se hizo, considerando la posible aplicación de las medidas en cráneos físicos y con instrumentos como el pie de rey o compás de correderas.

Este procedimiento fue realizado por ambos observadores de manera independiente y en dos ocasiones con el fin de llevar a cabo pruebas de error intra e interobservador mediante la prueba ANOVA –análisis de varianza- para poner a prueba la precisión y reproductibilidad de las medidas propuestas.

#### 4.5. Recolección y tabulación de la información

Los datos para cada individuo fueron registrados por el investigador principal del proyecto en un formato impreso, con el fin de generar un soporte físico que diera cuenta de la información obtenida y evitar posibles pérdidas virtuales de los datos. El formato utilizado se adjunta en el anexo 2.1. Este proceso fue realizado por el investigador principal en aras de reducir el posible error inter-observador y de acuerdo a las recomendaciones de Van Vlijmen y cols (2010). El formato descrito fue utilizado de igual manera para las pruebas de error inter e intraobservador por ambos observadores.

Tras la toma de la toma de las medidas, los valores correspondientes a cada variable se ingresaron a una base de datos creada en Microsoft Excel® 2010 para Windows. Estos datos fueron exportados posteriormente a SPSS® -Statistical package for the social sciences- v.19 para Windows y fueron agrupados para el análisis, como se describirá a continuación.

#### 4.6. Análisis de la información

Para cada variable se definieron dos poblaciones estadísticas que correspondieron a los valores masculinos y femeninos. Se realizó un análisis descriptivo para cada variable con el fin de caracterizar la muestra y mejorar la calidad del análisis. Se hallaron los siguientes valores de cada variable para ambas poblaciones: tamaño de la muestra, medias, desviaciones estándar y valores máximos y mínimos.

Posteriormente, se condujo una prueba de significancia estadística para cada medida con el propósito de determinar si las medias poblacionales entre hombres y mujeres diferían de cero de manera significativa. Se seleccionó la prueba *t* de *student* por considerarse adecuada para comparar medias poblacionales. De acuerdo a los niveles de convención usados en estudios de esta índole, se escogió un umbral de 0,05 para el *p-value*. En consecuencia, la hipótesis de igualdad de medias entre ambos sexos debió rechazarse en los casos en los que las medidas tuvieron un *p-value* menor o igual a 0,05. Finalmente, se establecieron intervalos de confianza en aras de presentar la magnitud de la diferencia de medias para cada medida.

En una segunda fase del análisis se realizó una regresión logística binaria para producir una ecuación general que permitiera determinar el sexo utilizando todas las medidas considerando el cráneo como un todo, y contemplando su aplicación en contextos en que este se encuentre completo y sin fragmentar. Se escogió la regresión logística por sus ventajas en la aplicación para predecir valores categóricos –tal como el sexo en este caso- y por la simplicidad de sus supuestos. La selección de las variables incluidas en la ecuación fue realizada usando el paquete estadístico mencionado anteriormente a través del método de razón de verosimilitud o *likelihood ratio*. Para cada variable incluida en la ecuación, se estableció un coeficiente que sería multiplicado subsecuentemente por el valor observado. Así, el número producido por la ecuación permitiría estimar el sexo del individuo a partir de la comparación con un valor de corte de 0,5.

Considerando la posible aplicación de este método en cráneos físicos fragmentados o afectados por procesos tafonómicos, se produjeron tres fórmulas independientes para la región anterior, media y posterior de la cavidad endocraneal. Estas regiones comprenden las siguientes estructuras y puntos de medición:

-Región anterior: desde la apófisis *crista galli* hasta las apófisis clinoides anteriores (LACG, AMLC, DTAO, AMAC y AMAA)

-Región media: desde la fosa hipofisiaria hasta la porción más anterior del clivus (LAST, AMST, DARM, DMAO y AMBO)

-Región posterior: desde las apófisis clinoides posteriores del esfenoides hasta el *foramen magnum* (AMAP, AMAL, DAFM, AMBC, DCOF y DTFM).

En la fase final de la investigación, se probó la fórmula de regresión general en una muestra de 29 individuos provenientes de la ciudad de Medellín, de la misma base de datos original y que no fueron utilizados para la creación del modelo. Esta fase de la investigación tuvo como propósito principal la validación del modelo.

## **5. RESULTADOS**

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Características de la muestra

#### 5.1.1. Distribución de Frecuencias por sexo

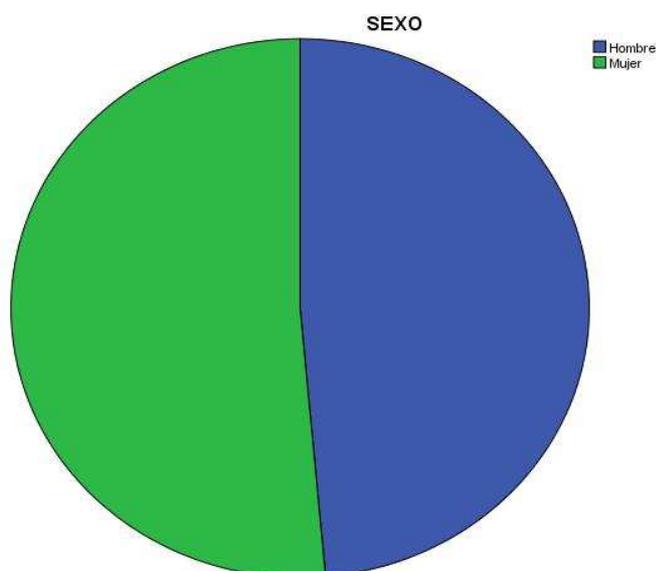
La tabla 6-a presenta la composición de la muestra en cuanto al sexo. Esta está formada por 121 hombres y 128 mujeres. Esto equivale a una representación por sexo del 48,6 % y del 51,4% respectivamente.

**Tabla 5-a. Frecuencias y porcentajes por sexo para la muestra total**

| Sexo   | Frecuencia | Porcentaje |
|--------|------------|------------|
| Hombre | 121        | 48,6       |
| Mujer  | 128        | 51,4       |
| Total  | 249        | 100,0      |

La gráfica 5-a muestra la distribución equitativa de frecuencias por sexo en la muestra total

**Gráfica 5-a. Frecuencia por sexo**



## 5.1.2. Distribución de Frecuencias por edad

La tabla 5-b presenta la distribución de frecuencias por edad en la muestra total en tanto que la tabla 5-c muestra los datos agrupados por rangos de edad de 5 años

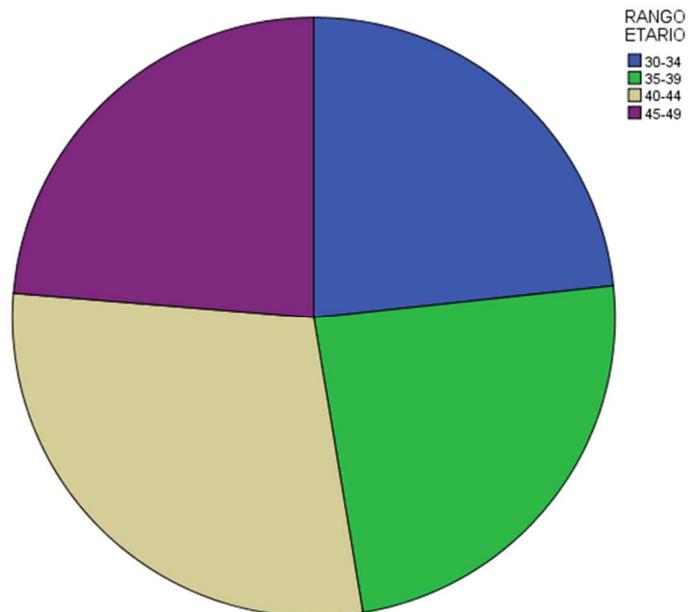
**Tabla 5-b. Distribución de Frecuencias por edad para la muestra total**

| Edad  | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| 30    | 14         | 5,6        | 5,6               | 5,6                  |
| 31    | 12         | 4,8        | 4,8               | 10,4                 |
| 32    | 8          | 3,2        | 3,2               | 13,7                 |
| 33    | 12         | 4,8        | 4,8               | 18,5                 |
| 34    | 12         | 4,8        | 4,8               | 23,3                 |
| 35    | 13         | 5,2        | 5,2               | 28,5                 |
| 36    | 10         | 4,0        | 4,0               | 32,5                 |
| 37    | 11         | 4,4        | 4,4               | 36,9                 |
| 38    | 12         | 4,8        | 4,8               | 41,8                 |
| 39    | 14         | 5,6        | 5,6               | 47,4                 |
| 40    | 13         | 5,2        | 5,2               | 52,6                 |
| 41    | 14         | 5,6        | 5,6               | 58,2                 |
| 42    | 15         | 6,0        | 6,0               | 64,3                 |
| 43    | 15         | 6,0        | 6,0               | 70,3                 |
| 44    | 15         | 6,0        | 6,0               | 76,3                 |
| 45    | 15         | 6,0        | 6,0               | 82,3                 |
| 46    | 12         | 4,8        | 4,8               | 87,1                 |
| 47    | 12         | 4,8        | 4,8               | 92,0                 |
| 48    | 11         | 4,4        | 4,4               | 96,4                 |
| 49    | 9          | 3,6        | 3,6               | 100,0                |
| Total | 249        | 100,0      | 100,0             |                      |

**Tabla 5-c. Distribución de Frecuencias por rangos de edad para la muestra total**

| Edad  | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| 30-34 | 58         | 23,3       | 23,3              | 23,3                 |
| 35-39 | 60         | 24,1       | 24,1              | 47,4                 |
| 40-44 | 72         | 28,9       | 28,9              | 76,3                 |
| 45-49 | 59         | 23,7       | 23,7              | 100,0                |
| Total | 249        | 100,0      | 100,0             |                      |

Para efectos de ilustrar la composición de la muestra total por rangos de edad de 5 años, los resultados son presentados en la gráfica 5-b.

**Gráfica 5-b. Distribución de Frecuencias por rango de edad para la muestra total**

## 5.1.3. Distribución de Frecuencias por sexo y edad

La tabla 5-d presenta la distribución de frecuencias por edad y sexo en la muestra. De acuerdo a los datos, en rangos de edad de 5 años, los hombres y mujeres estarían agrupados de la siguiente manera:

- 30 – 34 años: 29 hombres y 29 mujeres
- 35 – 39 años: 28 hombres y 32 mujeres
- 40 – 44 años: 34 hombres y 38 mujeres
- 45 – 49 años: 30 hombres y 29 mujeres

**Tabla 5-d. Distribución de frecuencias por edad y sexo**

| Edad | SEXO   |       | Total |
|------|--------|-------|-------|
|      | Hombre | Mujer |       |
| 30   | 8      | 6     | 14    |
| 31   | 6      | 6     | 12    |
| 32   | 3      | 5     | 8     |
| 33   | 7      | 5     | 12    |
| 34   | 5      | 7     | 12    |
| 35   | 6      | 7     | 13    |
| 36   | 3      | 7     | 10    |
| 37   | 6      | 5     | 11    |
| 38   | 5      | 7     | 12    |
| 39   | 8      | 6     | 14    |
| 40   | 5      | 8     | 13    |
| 41   | 7      | 7     | 14    |
| 42   | 7      | 8     | 15    |
| 43   | 8      | 7     | 15    |
| 44   | 7      | 8     | 15    |
| 45   | 8      | 7     | 15    |
| 46   | 6      | 6     | 12    |
| 47   | 7      | 5     | 12    |
| 48   | 5      | 6     | 11    |
| 49   | 4      | 5     | 9     |
|      | 121    | 128   | 249   |

## 5.2. Resultados del análisis

### 5.2.1. Pruebas de error intra e interobservador

De acuerdo a la prueba ANOVA, no existieron diferencias significativas entre las mediciones intraobservador e interobservador:  $p < 0,05$ . En general, los resultados muestran una mayor variabilidad interobservador que intraobservador. La única medida que mostró más variabilidad intraobservador fue LACG. Los errores absolutos medios más altos fueron 0,69 y 1,13 para medición intraobservador e interobservador respectivamente –ver tablas 5e, 5f y 5g-.

**Tabla 5-e. Error intraobservador: error absoluto medio, desviación estándar e intervalo de confianza (95%)**

| Medidas | Error absoluto medio (mm) | Desviación estándar (mm) | Intervalo de Confianza 95% |
|---------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| LACG    | 0,24                      | 0,22                     | 0,14 - 0,34                |
| AMLC    | 0,15                      | 0,11                     | 0,09 - 0,20                |
| DTAO    | 0,04                      | 0,09                     | 0,00 - 0,08                |
| AMAC    | 0,20                      | 0,20                     | 0,11 - 0,29                |
| AMAA    | 0,29                      | 0,54                     | 0,04 - 0,54                |
| AMAL    | 0,00                      | 0,00                     | 0,00 - 0,00                |
| AMAP    | 0,31                      | 0,37                     | 0,14 - 0,48                |
| AMBO    | 0,69                      | 2,04                     | 0,00 - 1,64                |
| DMAO    | 0,17                      | 0,18                     | 0,08 - 0,25                |
| AMBC    | 0,17                      | 0,17                     | 0,09 - 0,25                |
| DAFM    | 0,00                      | 0,00                     | 0,00 - 0,00                |
| DTFM    | 0,18                      | 0,17                     | 0,10 - 0,25                |
| DCOF    | 0,19                      | 0,15                     | 0,11 - 0,26                |
| DARM    | 0,20                      | 0,18                     | 0,11 - 0,28                |
| AMST    | 0,12                      | 0,14                     | 0,05 - 0,18                |
| LAST    | 0,12                      | 0,14                     | 0,06 - 0,18                |

**Tabla 5-f. Error interobservador: error absoluto medio, desviación estándar e intervalo de confianza (95%)**

| Medidas | Error absoluto medio (mm) | Desviación estándar (mm) | Intervalo de Confianza 95% |        |
|---------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------|
| LACG    | 0,20                      | 0,13                     | 0,14                       | - 0,25 |
| AMLC    | 0,15                      | 0,11                     | 0,09                       | - 0,20 |
| DTAO    | 0,24                      | 0,19                     | 0,14                       | - 0,33 |
| AMAC    | 0,22                      | 0,21                     | 0,12                       | - 0,31 |
| AMAA    | 0,33                      | 0,54                     | 0,08                       | - 0,58 |
| AMAL    | 0,12                      | 0,15                     | 0,04                       | - 0,19 |
| AMAP    | 0,31                      | 0,37                     | 0,14                       | - 0,48 |
| AMBO    | 0,71                      | 2,03                     | 0,00                       | - 1,66 |
| DMAO    | 0,24                      | 0,25                     | 0,13                       | - 0,36 |
| AMBC    | 1,13                      | 2,74                     | 0,00                       | - 2,41 |
| DAFM    | 0,17                      | 0,14                     | 0,10                       | - 0,24 |
| DTFM    | 0,21                      | 0,20                     | 0,11                       | - 0,30 |
| DCOF    | 0,19                      | 0,19                     | 0,10                       | - 0,27 |
| DARM    | 0,20                      | 0,19                     | 0,11                       | - 0,29 |
| AMST    | 0,18                      | 0,16                     | 0,11                       | - 0,25 |
| LAST    | 0,18                      | 0,14                     | 0,11                       | - 0,25 |

**Tabla 5-g. Errores absolutos medios interobservador e intraobservador**

| Medidas | Error interobservador | Error intraobservador |
|---------|-----------------------|-----------------------|
| LACG    | 0,20                  | 0,24                  |
| AMLC    | 0,15                  | 0,15                  |
| DTAO    | 0,24                  | 0,04                  |
| AMAC    | 0,22                  | 0,20                  |
| AMAA    | 0,33                  | 0,29                  |
| AMAL    | 0,12                  | 0,00                  |
| AMAP    | 0,31                  | 0,31                  |
| AMBO    | 0,71                  | 0,69                  |
| DMAO    | 0,24                  | 0,17                  |
| AMBC    | 1,13                  | 0,17                  |
| DAFM    | 0,17                  | 0,00                  |
| DTFM    | 0,21                  | 0,18                  |
| DCOF    | 0,19                  | 0,19                  |
| DARM    | 0,20                  | 0,20                  |
| AMST    | 0,18                  | 0,12                  |
| LAST    | 0,18                  | 0,12                  |

## 5.2.2. Estadísticos descriptivos para la muestra total

La tabla 5-h presenta los estadísticos descriptivos para la muestra total, a saber: valor mínimo, valor máximo, Media y desviación típica.

**Tabla 5-h. Estadísticos descriptivos para la muestra total**

|                        | N   | Mínimo | Máximo | Media  | Desv. típ. |
|------------------------|-----|--------|--------|--------|------------|
| LACG                   | 249 | 15,7   | 26,8   | 21,253 | 1,9570     |
| AMLC                   | 249 | 6,1    | 17,5   | 9,741  | 1,6011     |
| DTAO                   | 249 | 15,9   | 29,8   | 23,248 | 2,5993     |
| AMAC                   | 249 | 17,3   | 28,1   | 22,086 | 2,1331     |
| AMAA                   | 249 | 24,7   | 42,1   | 32,175 | 2,8253     |
| AMAP                   | 249 | 9,4    | 24,3   | 16,139 | 2,4892     |
| AMAL                   | 249 | 13,6   | 37,5   | 20,935 | 2,8813     |
| LAST                   | 249 | 6,8    | 13,6   | 9,455  | 1,1675     |
| AMST                   | 249 | 6,0    | 13,3   | 8,387  | 1,2511     |
| AMBC                   | 249 | 36,4   | 58,6   | 45,726 | 3,9204     |
| AMBO                   | 249 | 15,8   | 28,9   | 21,792 | 2,1851     |
| DTFM                   | 249 | 22,2   | 39,3   | 28,972 | 2,5022     |
| DAFM                   | 249 | 23,8   | 41,2   | 32,446 | 3,1233     |
| DMAO                   | 249 | 32,5   | 73,8   | 56,392 | 4,1955     |
| DCOF                   | 249 | 29,1   | 57,1   | 46,396 | 4,4798     |
| DARM                   | 249 | 28,7   | 50,8   | 37,916 | 3,4550     |
| N válido (según lista) | 249 |        |        |        |            |

Los valores que se obtuvieron por variable se exponen a continuación:

5.2.2.1. LACG: La Longitud anteroposterior de la apófisis *Crista galli* del etmoides presenta una Media poblacional de 21,25 mm con un valor mínimo de 15,7 mm, un valor máximo de 26,8 mm y una desviación estándar de 1,96.

5.2.2.2. AMLC: La Anchura máxima de la lámina cribosa del etmoides presenta una media poblacional de 9,74 mm, un valor mínimo de 6,1 mm, un valor máximo de 17,5 mm y una desviación típica de 1,60.

5.2.2.3. DTAO: La Distancia transversal entre agujeros ópticos presenta una media poblacional de 23,25 mm, un valor mínimo de 15,9 mm, un valor máximo de 29,8 mm y una desviación típica de 2,60.

5.2.2.4. AMAC: La Anchura mínima de las apófisis clinoides anteriores del esfenoides presenta una media poblacional de 22,09 mm, un valor mínimo de 17,3 mm, un valor máximo de 28,1 mm y una desviación típica de 2,13.

5.2.2.5. AMAA: La anchura máxima de las apófisis clinoides anteriores del esfenoides muestra una media poblacional de 32,18 mm, un valor mínimo de 24,7 mm, un valor máximo de 42,1 mm de mm y una desviación típica de 2,82.

5.2.2.6. AMAL: La Anchura máxima de las apófisis clinoides posteriores del esfenoides presentan una media muestral de 20,94 mm, un valor mínimo de 13,6 mm, un valor máximo de 37,5 mm y una desviación típica de 2,88.

5.2.2.7. AMAP: La anchura mínima de las apófisis clinoides posteriores del esfenoides presentan una media muestral de 16,14 mm, un valor mínimo de 9,4 mm, un valor máximo de 24,3 mm y una desviación típica de 2,49.

5.2.2.8. AMBO: La anchura mínima de la porción basilar del occipital presenta una media de 21,79 mm, un valor mínimo de 15,8 mm, un valor máximo de 28,9 mm y una desviación típica de 2,18.

5.2.2.9. DMAO: La distancia máxima entre agujeros ovaes tiene una media muestral de 56,39 mm, un valor mínimo de 32,5 mm, un valor máximo de 73,8 mm y una desviación típica de 4,20.

5.2.2.10. AMBC: La anchura máxima de la porción basilar del occipital tiene una media de 45,73 mm, un valor mínimo 36,4 mm, un valor máximo de 58,6 mm y una desviación típica de 3,92.

5.2.2.11. DAFM: La Longitud máxima anteroposterior del Foramen Magnum tiene una media muestral de 32,45 mm, un valor mínimo de 23,8 mm, un valor máximo de 41,2 mm y una desviación típica de 3,12.

5.2.2.12. DTFM: La anchura del Foramen Magnum tiene una media muestral de 28,97 mm, un valor mínimo de 22,2 mm, un valor máximo de 39,3 mm y una desviación típica de 2,50.

5.2.2.13. DCOF: La distancia entre el punto más medial del canal óptico y el Foramen Magnum tiene una media muestral de 46,40 mm, un valor mínimo de 29,1 mm, un valor máximo de 57,1 mm y una desviación típica de 4,48.

5.2.2.14. DARM: La distancia máxima entre los agujeros redondos mayores tiene una media muestral de 37,92 mm, un valor mínimo de 28,7 mm, un valor máximo de 50,8 mm y una desviación típica de 3,46.

5.2.2.15. AMST: La Altura máxima de la silla turca tiene una media muestral de 8,39 mm, un valor mínimo de 6 mm, un valor máximo de 13,3 mm y una desviación típica de 1,25.

5.2.2.16. LAST: La Longitud anteroposterior máxima de la silla turca presenta una media muestral de 9,46 mm, un valor mínimo de 6,8 mm, un valor máximo de 13,6 mm y una desviación típica de 1,17.

## 5.2.3. Estadísticos descriptivos por sexo

La tabla 5-i muestra los estadísticos descriptivos por sexo, a saber: límite mínimo, límite máximo, media, desviación estándar y error típico para cada variable en la muestra.

**Tabla 5-i. Estadísticos descriptivos por sexo para cada variable**

| Variable | Hombres |      |      |        |        |              | Mujeres |      |      |        |        |              |
|----------|---------|------|------|--------|--------|--------------|---------|------|------|--------|--------|--------------|
|          | N       | Min  | Max  | Media  | D.E.   | Error típico | N       | Min  | Max  | Media  | D.E.   | Error típico |
| LACG     | 121     | 15.7 | 26.8 | 21.264 | 2.0230 | 0.1839       | 128     | 16.6 | 25.7 | 21.242 | 1.9004 | 0.1680       |
| AMLC     | 121     | 6.3  | 14.6 | 9.879  | 1.5923 | 0.1448       | 128     | 6.1  | 17.5 | 9.611  | 1.6048 | 0.1418       |
| DTAO     | 121     | 15.9 | 29.8 | 24.095 | 2.5851 | 0.2350       | 128     | 17.4 | 28.1 | 22.448 | 2.3558 | 0.2082       |
| AMAC     | 121     | 17.4 | 28.1 | 22.936 | 2.2060 | 0.2005       | 128     | 17.3 | 26.4 | 21.284 | 1.7178 | 0.1518       |
| AMAA     | 121     | 26.7 | 41.2 | 33.274 | 2.7519 | 0.2502       | 128     | 24.7 | 42.1 | 31.137 | 2.4892 | 0.2200       |
| AMAL     | 121     | 11.3 | 24.3 | 16.869 | 2.5537 | 0.2322       | 128     | 9.4  | 22.5 | 15.450 | 2.2254 | 0.1967       |
| AMAP     | 121     | 14.2 | 37.5 | 21.421 | 3.1544 | 0.2868       | 128     | 13.6 | 25.9 | 20.475 | 2.5242 | 0.2231       |
| AMBO     | 121     | 7    | 13.5 | 9.452  | 1.1912 | 0.1083       | 128     | 6.8  | 13.6 | 9.458  | 1.1493 | 0.1016       |
| DMAO     | 121     | 6    | 10.9 | 8.125  | 1.0893 | 0.0990       | 128     | 6.1  | 13.3 | 8.635  | 1.3445 | 0.1188       |
| AMBC     | 121     | 40.5 | 58.6 | 48.105 | 3.4279 | 0.3116       | 128     | 36.4 | 49.9 | 43.477 | 2.9013 | 0.2564       |
| DAFM     | 121     | 15.8 | 28.9 | 22.663 | 2.1709 | 0.1974       | 128     | 16   | 26.3 | 20.970 | 1.8619 | 0.1646       |
| DTFM     | 121     | 24.9 | 39.3 | 30.266 | 2.0222 | 0.1838       | 128     | 22.2 | 33.2 | 27.749 | 2.2935 | 0.2027       |
| DCOF     | 121     | 27.4 | 41.2 | 33.568 | 2.8782 | 0.2617       | 128     | 23.8 | 41   | 31.385 | 2.9814 | 0.2635       |
| DARM     | 121     | 32.5 | 73.8 | 58.405 | 4.3150 | 0.3923       | 128     | 48   | 62.5 | 54.489 | 3.0446 | 0.2691       |
| AMST     | 121     | 35.3 | 57.1 | 47.750 | 4.7777 | 0.4343       | 128     | 29.1 | 52   | 45.116 | 3.7713 | 0.3333       |
| LAST     | 121     | 31.3 | 46.1 | 38.730 | 3.3942 | 0.3086       | 128     | 28.7 | 50.8 | 37.148 | 3.3464 | 0.2958       |

Los resultados más relevantes por variable se exponen a continuación:

5.2.3.1. LACG: La Longitud anteroposterior de la apófisis *Crista galli* del etmoides presentó una Media poblacional para hombres de 21,26 mm, mientras que las mujeres presentan una Media poblacional muy similar de 21,24 mm. Los hombres presentan una desviación estándar de 2,02 mm y las mujeres de 1,90 mm.

5.2.3.2. AMLC: La Anchura máxima de la lámina cribosa del etmoides presenta una media poblacional para hombres de 9,9 mm, y para mujeres de 9,6 mm. Se presenta una desviación típica de 1,59 para los primeros y de 1,60 para las segundas.

5.2.3.3. DTAO: La Distancia transversal entre agujeros ópticos presenta una media poblacional en hombres de 24,1 mm, y de 22,4 mm para mujeres con una desviación estándar de 2,58 y de 2,36 respectivamente.

5.2.3.4. AMAC: La Anchura mínima de las apófisis clinoides anteriores del esfenoides presenta una media poblacional para hombres de 22,9 mm, y para mujeres de 21,3 mm con una desviación estándar de 2,21 para los primeros y de 1,72 para las segundas.

5.2.3.5. AMAA: La anchura máxima de las apófisis clinoides anteriores del esfenoides muestra una media poblacional de 33,3 mm para hombres con una desviación estándar de 2,75, y para las mujeres una media poblacional de 31,1 mm con una desviación estándar de 2,49.

5.2.3.6. AMAL: La Anchura máxima de las apófisis clinoides posteriores del esfenoides presentan una media muestral para hombres de 21,4 y 20,5 mm para mujeres, con una desviación estándar de 3,15 y 2,52 respectivamente.

5.2.3.7. AMAP: La anchura mínima de las apófisis clinoides posteriores del esfenoides presentan una media muestral de 16,9 mm para hombres y de 15,4 mm para mujeres, una desviación estándar de 2,55 y 2,22 respectivamente.

5.2.3.8. AMBO: La anchura mínima de la porción basilar del occipital presenta una media de 22,7 mm para el grupo de hombres de la muestra y de 21,0 mm para las mujeres. Se presenta una desviación estándar de 2,17 para los primeros y de 1,86 para las segundas.

5.2.3.9. DMAO: La distancia máxima entre agujeros ovales tiene una media muestral de 58,4 mm para los hombres, de 54,5 mm para las mujeres, y una desviación estándar de 4,32 y 3,04 respectivamente.

5.2.3.10. AMBC: La anchura máxima de la porción basilar del occipital tiene una media de 48,1 mm para los hombres y de 43,5 mm para las mujeres así como una desviación típica de 3,43 y de 2,90 respectivamente.

5.2.3.11. DAFM: La Longitud máxima anteroposterior del Foramen Magnum tiene una media muestral de 33,6 mm para los hombres y de 31,4 mm para las mujeres, también presenta una desviación estándar de 2,88 y 2,98 respectivamente.

5.2.3.12. DTFM: La anchura del Foramen Magnum tiene una media muestral de 30,3 mm para los hombres y de 27,7 mm para las mujeres, así como una desviación típica de 2,02 y de 2,29 respectivamente.

5.2.3.13. DCOF: La distancia entre el punto más medial del canal óptico y el Foramen Magnum tiene una media muestral de 47,8 mm para los hombres y de 45,1 mm para las mujeres, así como una desviación típica de 4,78 y 3,77 respectivamente.

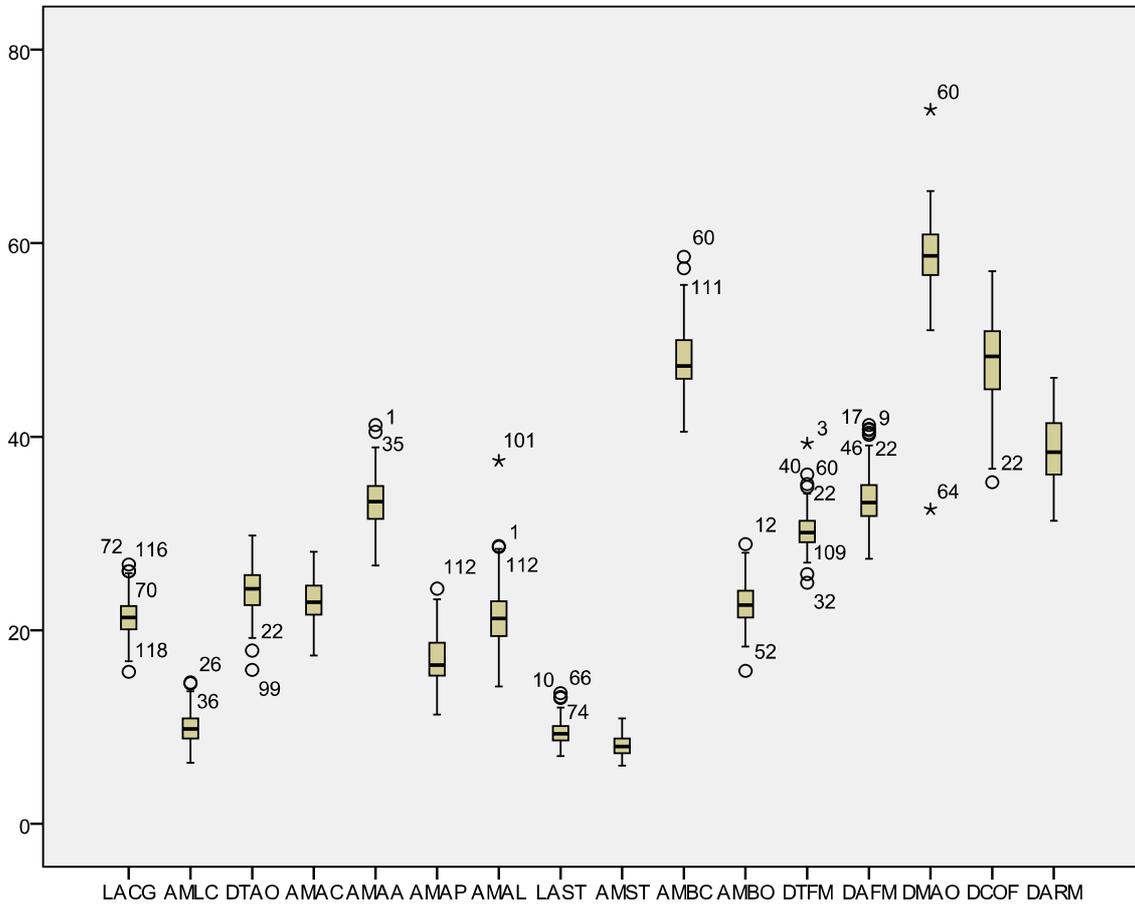
5.2.3.14. DARM: La distancia máxima entre los agujeros redondos mayores tiene una media muestral de 38,7 mm para hombres y de 37,1 mm para mujeres, así como una desviación típica de 3,39 para hombres y 3,35 para mujeres.

5.2.3.15. AMST: La Altura máxima de la silla turca tiene una media muestral de 8,1 mm para hombres y de 8,6 mm para mujeres, así como una desviación estándar de 1,09 mm para los hombres y de 1,34 mm para las mujeres.

5.2.3.16. LAST: La Longitud anteroposterior máxima de la silla turca presenta una media muestral de 9,4 mm para ambos sexos, una desviación típica de 1,19 para hombres y de 1,15 para mujeres.

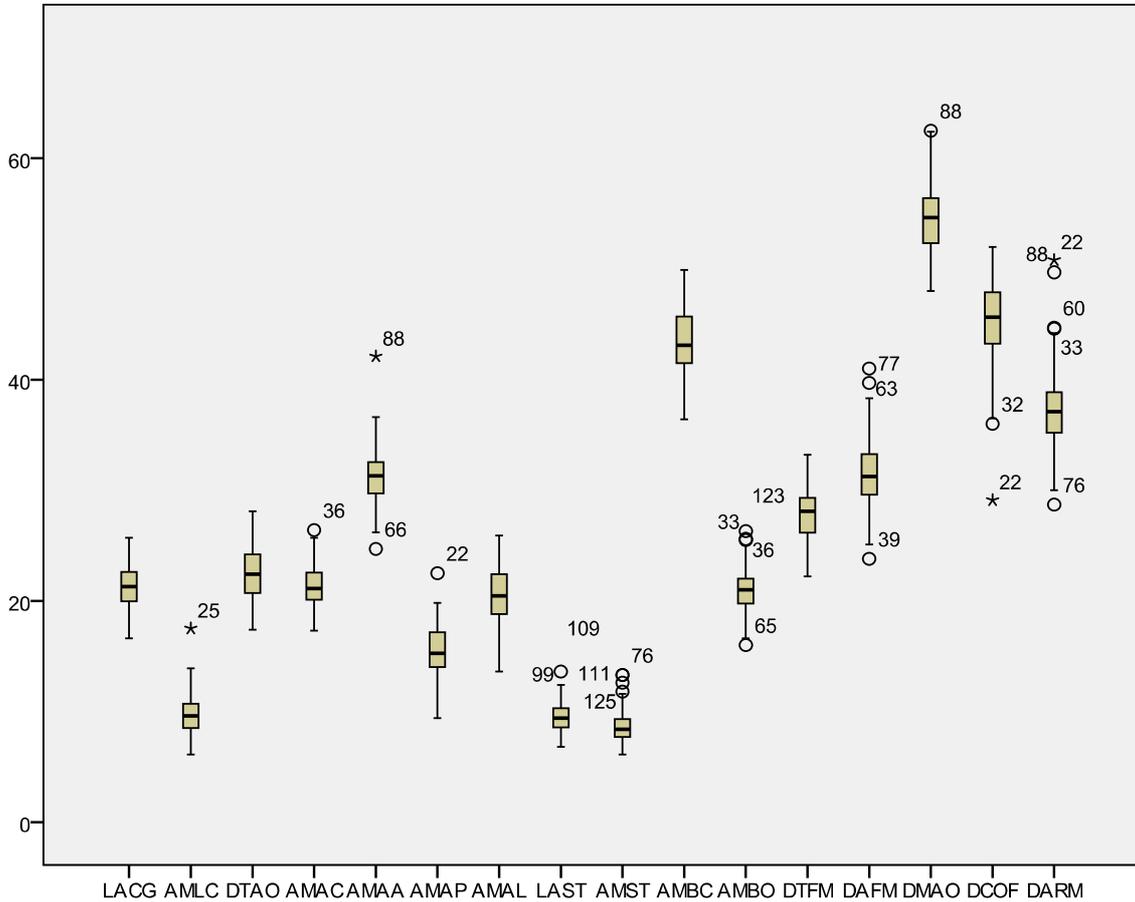
La dispersión de las variables en individuos masculinos se muestra en la gráfica 5-c, en tanto que la gráfica 5-d muestra la dispersión de las variables para los individuos femeninos.

Gráfica 5-c. Dispersión de variables para el sexo masculino



En la muestra masculina, AMBO y DMAO no mostraron una variabilidad significativa en las observaciones, presentando una desviación estándar de 1,1912 y de 1,0893 respectivamente. En contraste, AMST y LAST fueron las variables que presentaron la mayor variabilidad entre los individuos masculinos. Las desviaciones estándar de estas variables fueron: 4,7777 y 3,3942 respectivamente. Para el caso específico de DARM, el valor de la desviación estándar fue de 4,3150 y fue influenciada por la presencia de dos *outliers* o valores atípicos: uno máximo y otro mínimo. De acuerdo a esto, dicho valor no puede considerarse como evidencia de alta variabilidad en la muestra.

Gráfica 5-d. Dispersión de las variables para el sexo femenino



Con respecto a la dispersión de las variables en la muestra femenina, AMBO y DMAO también presentaron una baja variabilidad, siendo el valor de la primera 1,1493 y el de la segunda 1,3445. Por su parte, tanto AMST como LAST mostraron una variabilidad significativa con una desviación estándar de 3,7713 y de 3,3464 respectivamente.

En términos generales, se puede inferir que solamente las medidas de AMLC, DMAO, DTFM y DCOF presentaron una mayor variabilidad en mujeres que en hombres.

5.2.4. Prueba t de *student* para igualdad de Medias

La tabla 5-j presenta el resultado de la prueba de Levene para la igualdad de varianzas y de la prueba t de *student* para igualdad de medias entre hombres y mujeres de la muestra. Esta tabla también presenta los intervalos de confianza para la diferencia de medias entre los sexos.

**Tabla 5-j. Prueba de Levene para igualdad de varianzas y prueba t de *student* para igualdad de medias**

|      |                      | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas |       | Test t para igualdad de Medias |         |                  |                      |                             |   |          |
|------|----------------------|--|-------|--------------------------------|---------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
|      |                      | F  | Sig.  | t                              | df      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error tip. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |          |
|      |                      |  |       |                                |         |                  |                      |                             | Inferior                                      | Superior |
| LACG | Varianzas iguales    | 0.217  | 0.642 | 0.086                          | 247     | 0.931            | 0.0214               | 0.2486                      | -0.4683                                       | 0.5112   |
| AMLC | Varianzas iguales    | 0.009  | 0.924 | 1.320                          | 247     | 0.188            | 0.2676               | 0.2027                      | -0.1317                                       | 0.6668   |
| DTAO | Varianzas iguales    | 0.120  | 0.730 | 5.260                          | 247     | 0.000            | 1.6474               | 0.3132                      | 1.0306  | 2.2642   |
| AMAC | Varianzas diferentes | 6.016  | 0.015 | 6.567                          | 226.636 | 0.000            | 1.6519               | 0.2515                      | 1.1563  | 2.1476   |
| AMAA | Varianzas iguales    | 1.864  | 0.173 | 6.432                          | 247     | 0.000            | 2.1368               | 0.3322                      | 1.4825  | 2.7912   |
| AMAL | Varianzas iguales    | 1.776  | 0.184 | 4.680                          | 247     | 0.000            | 1.4186               | 0.3031                      | 0.8216  | 2.0156   |
| AMAP | Varianzas iguales    | 0.944  | 0.332 | 2.619                          | 247     | 0.009            | 0.9457               | 0.3611                      | 0.2345  | 1.6569   |
| AMBO | Varianzas iguales    | 0.059  | 0.809 | -0.039                         | 247     | 0.969            | -0.0057              | 0.1483                      | -0.2979                                       | 0.2864   |
| DMAO | Varianzas iguales    | 2.133  | 0.145 | -3.280                         | 247     | 0.001            | -0.5104              | 0.1556                      | -0.8168                                       | -0.2039  |
| AMBC | Varianzas iguales    | 1.720  | 0.191 | 11.522                         | 247     | 0.000            | 4.6284               | 0.4017                      | 3.8372  | 5.4196   |
| DAFM | Varianzas iguales    | 2.766  | 0.098 | 6.618                          | 247     | 0.000            | 1.6933               | 0.2559                      | 1.1893  | 2.1972   |
| DTFM | Varianzas diferentes | 4.619  | 0.033 | 9.197                          | 245.826 | 0.000            | 2.5169               | 0.2737                      | 1.9779  | 3.0559   |
| DCOF | Varianzas iguales    | 0.030  | 0.864 | 5.872                          | 247     | 0.000            | 2.1826               | 0.3717                      | 1.4505  | 2.9148   |
| DARM | Varianzas iguales    | 3.547  | 0.061 | 8.310                          | 247     | 0.000            | 3.9159               | 0.4712                      | 2.9878  | 4.8440   |
| AMST | Varianzas diferentes | 8.020  | 0.005 | 4.811                          | 228.190 | 0.000            | 2.6340               | 0.5475                      | 1.5551  | 3.7128   |
| LAST | Varianzas iguales    | 2.736  | 0.099 | 3.703                          | 247     | 0.000            | 1.5821               | 0.4273                      | 0.7406  | 2.4236   |

Con esta prueba se pudieron reconocer las medidas que mostraron dimorfismo sexual y que pudieron ser identificadas advirtiendo que el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias fuera inferior a 0,05. Las medidas que cumplieron con este criterio fueron: DTAO, AMAC, AMAA, AMAL, AMAP, DMAO, AMBC, DAFM, DTFM, DCOF, DARM, AMST y LAST.

En la región anterior de la cavidad endocraneal, las medidas más dimórficas fueron AMAA y AMAC con diferencias de medias de 2,1368 y 1,6519 respectivamente. Con respecto a la región media, las medidas más dimórficas fueron DARM, AMST Y LAST, presentando

diferencias de medias de 3,9159, 2,6340 y 1,5821 respectivamente. Y finalmente con respecto a la región posterior de la cavidad endocraneal, las medidas que se encontraron como más dimórficas fueron AMBC, DTFM y DCOF con valores para las diferencias de medias de 4,6284, 2,5169 y 2,1826 respectivamente.

### 5.2.5. Análisis multivariado

#### 5.2.5.1. Modelo de regresión logística considerando todas las medidas: cavidad endocraneal como un todo

Se utilizó el modelo de regresión logística binaria con el método paso por paso o *Stepwise*. La prueba del modelo completo contra un modelo de una sola constante fue estadísticamente significativo, indicando que los predictores como conjunto diferenciaron adecuadamente entre hombres y mujeres (chi cuadrado = 219,044,  $p < ,000$  con  $g.l = 16$ ).

La tabla 5-k muestra las variables –medidas- que el modelo introdujo en el paso 1 de la ecuación, a saber: **LACG, AMLC, DTAO, AMAC, AMAA, AMAL, AMAP, AMBO, DMAO, AMBC, DAFM, DTFM, DCOF, DARM, AMST, LAST.**

El  $r^2$  de Nagelkerke de 0,780 indicó una fuerte relación entre predicción y agrupación. El porcentaje global de clasificación correcta fue de 92%: 92,6% para hombres y 91,4% para mujeres. El criterio de Wald demostró que AMLC, DTAO, AMAC, AMBO, DCOF y DAFM no contribuyeron significativamente a la predicción mientras que el resto de variables sí fueron predictores significativos.

Tabla 5-k. Variables en la ecuación general

|        |           | B      | E.E.  | Wald   | df | Sig.  | Exp (B)  |
|--------|-----------|--------|-------|--------|----|-------|----------|
| Paso 1 | LACG      | 0.461  | 0.142 | 10.586 | 1  | 0.001 | 1.585    |
|        | AMLC      | -0.099 | 0.162 | 0.377  | 1  | 0.539 | 0.905    |
|        | DTAO      | 0.144  | 0.126 | 1.311  | 1  | 0.252 | 1.155    |
|        | AMAC      | -0.373 | 0.197 | 3.598  | 1  | 0.058 | 0.689    |
|        | AMAA      | -0.294 | 0.147 | 4.009  | 1  | 0.045 | 0.745    |
|        | AMAL      | -0.725 | 0.185 | 15.324 | 1  | 0.000 | 0.484    |
|        | AMAP      | 0.642  | 0.164 | 15.345 | 1  | 0.000 | 1.900    |
|        | AMBO      | -0.313 | 0.227 | 1.911  | 1  | 0.167 | 0.731    |
|        | DMAO      | 0.961  | 0.245 | 15.389 | 1  | 0.000 | 2.614    |
|        | AMBC      | -0.516 | 0.118 | 19.198 | 1  | 0.000 | 0.597    |
|        | DAFM      | -0.286 | 0.148 | 3.717  | 1  | 0.054 | 0.751    |
|        | DTFM      | -0.604 | 0.171 | 12.471 | 1  | 0.000 | 0.547    |
|        | DCOF      | -0.050 | 0.099 | 0.251  | 1  | 0.617 | 0.952    |
|        | DARM      | -0.132 | 0.067 | 3.874  | 1  | 0.049 | 0.876    |
|        | AMST      | -0.347 | 0.080 | 18.942 | 1  | 0.000 | 0.707    |
|        | LAST      | 0.272  | 0.099 | 7.581  | 1  | 0.006 | 1.313    |
|        | Constante | 60.858 | 9.590 | 40.268 | 1  | 0.000 | 2.693E26 |

Se obtuvo la siguiente ecuación general:

$$P=0.461*LACG-0.099*AMLC+0.144*DTAO-0.373*AMAC-0.294*AMAA-0.725*AMAL+0.642*AMAP-0.313*AMBO+0.961*DMAO-0.516*AMBC-0.286*DAFM-0.604*DTFM-0.050*DCOF-0.132*DARM-0.347*AMST+0.272*LAST+60.858$$

Se estableció un punto de corte de 0,5. Los individuos que presentan valores por debajo de 0,5 fueron clasificados como hombres, y aquellos por encima de este fueron clasificados como mujeres. De la misma manera, aquellos individuos con un valor de 0,5 se clasificaron como indeterminados.

La tabla 5-1 muestra el resultado de predicción del sexo de los individuos de la muestra, comparado con el sexo observado y su respectivo porcentaje de clasificación correcta.

Tabla 5-l. Tabla de clasificación para todas las medidas: cavidad endocraneal como un todo

| Observado |      | Pronosticado      |       |                        |      |
|-----------|------|-------------------|-------|------------------------|------|
|           |      | Sexo              |       | Porcentaje<br>Correcto |      |
|           |      | Hombre            | Mujer |                        |      |
| Paso 1    | Sexo | Hombre            | 112   | 9                      | 92.6 |
|           |      | Mujer             | 11    | 117                    | 91.4 |
|           |      | Porcentaje global |       |                        | 92.0 |

La ecuación general se aplicó posteriormente en una submuestra de individuos de ambos sexos de la misma población (N=29), escogidos al azar y extraídos de la base de datos original. El porcentaje de clasificación correcta obtenido fue de 89,7% indicando así una alta capacidad discriminante al ser aplicado a una muestra diferente. Los resultados de esta prueba son presentados en la tabla 5-m.

Tabla 5-m. Tabla de clasificación para todas las medidas en una muestra diferente (N=29)

| Observado |      | Pronosticado      |       |                        |      |
|-----------|------|-------------------|-------|------------------------|------|
|           |      | Sexo              |       | Porcentaje<br>Correcto |      |
|           |      | Hombre            | Mujer |                        |      |
| Paso 1    | Sexo | Hombre            | 3     | 2                      | 60,0 |
|           |      | Mujer             | 1     | 23                     | 95,8 |
|           |      | Porcentaje global |       |                        | 89,7 |

#### 5.2.5.2. Modelo de regresión logística para tres regiones de la cavidad endocraneal: anterior, media y posterior

La prueba para el modelo de la región anterior obtuvo un  $r^2$  de Nagelkerke de 0,242, lo cual indica una relación débil entre predicción y agrupamiento. El porcentaje global de predicción correcta fue de 67,5% discriminado así: 64,5% para hombres y 70,3% para mujeres – ver tabla 5o-. El criterio de Wald demostró que solamente DTAO contribuyó significativamente a la predicción. La tabla 5-n presenta las variables que el modelo introdujo en el paso 1 de la ecuación, a saber: **LACG, AMLC, DTAO, AMAC y AMAA**. La ecuación obtenida se presenta a continuación:

$$P=0.073*LACG-0.053*AMLC-0.131*DTAO-0.191*AMAC-0.164*AMAA+11.552$$

Tabla 5-n. Variables en la ecuación de la región anterior de la cavidad endocraneal

|        |           | B      | E.E.  | Wald   | df | Sig.  | Exp (B)     |
|--------|-----------|--------|-------|--------|----|-------|-------------|
| Paso 1 | LACG      | 0.073  | 0.074 | 0.991  | 1  | 0.320 | 1.076       |
|        | AMLC      | -0,053 | 0.091 | 0.341  | 1  | 0.560 | 0.948       |
|        | DTAO      | -0.131 | 0.066 | 3.872  | 1  | 0.049 | 0.877       |
|        | AMAC      | -0.191 | 0.112 | 2.938  | 1  | 0.086 | 0.826       |
|        | AMAA      | -0.164 | 0.085 | 3.731  | 1  | 0.053 | 0.849       |
|        | Constante | 11.552 | 2.457 | 22.101 | 1  | 0     | 103,994.964 |

Tabla 5-o. Tabla de clasificación para la región anterior de la cavidad endocraneal

|        | Observado         | Pronosticado |       | Porcentaje Correcto |      |
|--------|-------------------|--------------|-------|---------------------|------|
|        |                   | Sexo         |       |                     |      |
|        |                   | Hombre       | Mujer |                     |      |
| Paso 1 | Sexo              | Hombre       | 78    | 43                  | 64.5 |
|        |                   | Mujer        | 38    | 90                  | 70.3 |
|        | Porcentaje global |              |       |                     | 67.5 |

Se condujo la misma prueba para la región media de la cavidad endocraneal, obteniendo un r2 de Nagelkerke de 0,428, lo cual indica una relación moderadamente débil entre la predicción y el agrupamiento en este caso. El porcentaje de clasificación correcta fue de 77,1%, discriminado en 75,2% para hombres y 78,9% para mujeres –ver tabla 5q-. El criterio de Wald demostró que LAST y AMBO no contribuyeron significativamente a la predicción. Por el contrario DARM, DMAO y AMST fueron predictores significativos. Los valores se presentan en la tabla 5-p y la fórmula a continuación:

$$P=0.057*LAST-0.329*DARM+18.615$$

Tabla 5-p. Variables en la ecuación de la región media de la cavidad endocraneal

|        |           | B      | E.E.  | Wald   | df | Sig.  | Exp (B)        |
|--------|-----------|--------|-------|--------|----|-------|----------------|
| Paso 1 | LAST      | 0.057  | 0.055 | 1.084  | 1  | 0.298 | 1.058          |
|        | DARM      | -0.329 | 0.057 | 33.368 | 1  | 0     | 0.72           |
|        | DMAO      | 0      | 0     | 10.727 | 1  | 0.001 | 1.581          |
|        | AMBO      | 0      | 0     | 0.381  | 1  | 0.537 | 0.916          |
|        | AMST      | 0      | 0     | 8.364  | 1  | 0.004 | 0.895          |
|        | Constante | 18.615 | 3.357 | 30.746 | 1  | 0     | 121,489,143.41 |

Tabla 5-q. Tabla de clasificación para la región media de la cavidad endocraneal

| Observado         |      | Pronosticado |       | Porcentaje Correcto |      |
|-------------------|------|--------------|-------|---------------------|------|
|                   |      | Sexo         |       |                     |      |
|                   |      | Hombre       | Mujer |                     |      |
| Paso 1            | Sexo | Hombre       | 91    | 30                  | 75.2 |
|                   |      | Mujer        | 27    | 101                 | 78.9 |
| Porcentaje global |      |              |       |                     | 77.1 |

Finalmente, se presentan los resultados de la prueba equivalente del modelo para la región posterior. Esta prueba obtuvo un  $r^2$  de Nagelkerke de 0,636 indicando una relación moderadamente fuerte entre la predicción y el agrupamiento. El porcentaje de clasificación correcta fue de 79,9% discriminado en 80,2% para hombres y 79,7% para mujeres –ver tabla 5s-. El criterio de Wald demostró que DAFM no contribuyó significativamente a la predicción, en tanto que AMAP, AMAL, AMBC, DCOF y DTFM sí contribuyeron significativamente a la predicción. Los valores se presentan en la tabla 5-r y la ecuación resultante a continuación:

$$P = -0.401 * AMAP + 0.257 * AMAL - 0.097 * DAFM - 0.388 * AMBC - 0.241 * DCOF - 0.403 * DTFM + 44.938$$

**Tabla 5-r. Variables en la ecuación de la región posterior de la cavidad endocraneal**

|        |           | B      | E.E.  | Wald   | df | Sig.  | Exp (B)   |
|--------|-----------|--------|-------|--------|----|-------|-----------|
| Paso 1 | AMAP      | -0.401 | 0.119 | 11.337 | 1  | 0.001 | 0.669     |
|        | AMAL      | 0.257  | 0.098 | 6.907  | 1  | 0.009 | 1.293     |
|        | DAFM      | -0.097 | 0.074 | 1.727  | 1  | 0.189 | 0.907     |
|        | AMBC      | -0.388 | 0.077 | 25.467 | 1  | 0     | 0.678     |
|        | DCOF      | -0.241 | 0.054 | 20.216 | 1  | 0     | 0.786     |
|        | DTFM      | -0.403 | 0.123 | 10.721 | 1  | 0.001 | 0.668     |
|        | Constante | 44.938 | 5.802 | 59.990 | 1  | 0     | 3.285E+19 |

**Tabla 5-s. Tabla de clasificación para la región posterior de la cavidad endocraneal**

|        |                   | Pronosticado |       | Porcentaje correcto |      |
|--------|-------------------|--------------|-------|---------------------|------|
|        |                   | Sexo         |       |                     |      |
|        | Observado         | Hombre       | Mujer |                     |      |
| Paso 1 | Sexo              | Hombre       | 97    | 24                  | 80.2 |
|        |                   | Mujer        | 26    | 102                 | 79.7 |
|        | Porcentaje global |              |       |                     | 79.9 |

## **6. DISCUSIÓN**

## 6. DISCUSIÓN

El dimorfismo sexual humano se ha reducido a lo largo de la historia evolutiva de la especie (Fruyer *et al.*, 1985:430) y actualmente varía entre las poblaciones (Brothwell, 1981:50), razón por la cual, los estudios poblacionales de dimorfismo sexual así como las fórmulas para el diagnóstico de sexo producidas por estos son específicas para cada grupo humano (Dayal *et al.*, 2008:219; White, *op.cit.*:363).

El presente estudio propuso 12 medidas nuevas en la cavidad endocraneal en población de Medellín –Colombia-, articuladas a cuatro medidas previamente formuladas por Taveras y Wood (*op.cit.*) y Buikstra y Ubelaker (*op.cit.*). Las medidas en conjunto fueron utilizadas como modelo para generar ecuaciones por regresión logística para evaluar la presencia de dimorfismo sexual en esta región del esqueleto para esta población específica. Con respecto a la precisión y reproducibilidad de las medidas, las pruebas de error intraobservador e interobservador no presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). En términos generales, a excepción de la medida LACG, los resultados mostraron mayor variabilidad interobservador que intraobservador y los mayores errores absolutos de medias fueron de 0,69 y de 1,13 para intraobservador e interobservador respectivamente.

El análisis estadístico fue multivariado de regresión logística –poco utilizado en los estudios de dimorfismo sexual en Antropología Física-. Se escogió por ser más apto para estudios exploratorios poder lograr porcentajes más elevados de clasificación correcta que el análisis discriminante, el cual necesariamente requiere de las siguientes condiciones: que la muestra responda a una distribución normal multivariada, que las variables presenten homogeneidad de varianzas y covarianzas, que no exista correlación entre las medias y las varianzas, y finalmente que las variables utilizadas para discriminar entre los grupos no sean completamente redundantes. El cumplimiento de todas las condiciones supone una barrera para la aplicación de la técnica de análisis además del riesgo de utilizarla aun cuando no sea apropiado para el caso.

En la muestra procedente de Medellín se encontró presencia de dimorfismo sexual en la cavidad endocraneal en 12 de 16 medidas propuestas originalmente para la región anterior, media y posterior, las cuales se discuten a continuación.

Las medidas más dimórficas estuvieron localizadas en la región media a nivel del esfenoides a partir de las siguientes medidas: anchuras máximas y mínimas en apófisis clinoides anteriores y posteriores, distancia transversal entre agujeros ópticos, distancias máximas de agujeros redondos mayores y de agujeros ovales -AMAC, AMAA, AMAP, AMAL, DTAO, DARM, DMAO-; y en la región posterior, a nivel del hueso occipital a partir de las siguientes medidas: anchuras máximas y mínimas del clivus, diámetros – transversal y anteroposterior- del foramen magnum y finalmente la distancia entre el canal óptico y el foramen magnum –AMBC, AMBO, DTFM, DAFM y DCOF-.

En este trabajo se coincide con autores como Camp (1924), Shapiro & Janzen (1960), Taveras & Wood (1964), Paul & Juhl (1972) referenciados por Henríquez y cols. (2010:529), Ruiz y Wafae (2006), Alkofide (2007), Henríquez y cols. (*op.cit.*), Najim y Al-Nakib (2011), quienes aducen que en términos de tamaño, la fosa hipofisiaria no es indicadora de dimorfismo sexual. Los resultados para la población de Medellín indican que ni la longitud anteroposterior ni la altura máxima –LAST, AMST- son significativamente diferentes entre hombres y mujeres o útiles para el diagnóstico del sexo en el esqueleto si son consideradas de manera aislada o independiente. Sin embargo, sí son medidas útiles cuando se articulan a otras medidas propuestas y fueron incluidas por las funciones de regresión logística. Sumado a lo anterior, ambas medidas presentaron una variabilidad significativa tanto en la muestra masculina como en la femenina en la población estudiada.

Con respecto al agujero oval, Macaluso (2012) reportó porcentajes no significativos de clasificación correcta tras tener en cuenta áreas y diámetros de este accidente. El estudio aquí presentado, analizó el mismo accidente pero a partir de diferentes mediciones: distancia entre ambos –desde su punto más lateral izquierdo y derecho- y efectivamente se encontró que la medida expresaban dimorfismo sexual al encontrar diferencias significativas entre ambos sexos, lo cual puede ser interpretado como una manifestación de

dimensiones mayores para hombres y menores para mujeres en esta porción del esfenoides, consistente con los conceptos de mayor volumen craneal y tamaño cerebral en hombres que en mujeres (Comas, 1960:436; Passe *et.al.*, 1997; Nopoulos *et.al.*, 2000; Koscik *et.al.*, 2009; Naikmasur *et al.*, 2010:122e2) y efectivamente representado en las estructuras óseas que lo alojan. Al respecto, también es claro que los hallazgos de la presente investigación evidencian un dimorfismo mayor en la región posterior y sin relación evidente con el dimorfismo sexual reportado para tejidos blandos como: hipotálamo, cuerpo caloso, glándula pituitaria, surco postcentral del hemisferio izquierdo; sustancia gris y blanca de distintas zonas encefálicas, lóbulos temporales, corteza rinal y entorrinal, sistema vomeronasal y lóbulos anteriores del cerebelo por autores como Swaab y Hofman (1988), Hofman y Swab (1989), Allen y cols. (1989), Allen y Gorski (1990), Salat y cols. (1997), Bishop y Wahlsten (1997), Davatkizos y Resnick (1998), Aydinlgoglu *et al.* (2000), Sullivan y cols. (2001, referenciados por Gil-Verona y cols., 2003) y MacMaster y cols. (2007), entre otros.

Específicamente con respecto al foramen magnum, tanto el diámetro transversal como el diámetro anteroposterior ya habían sido propuestas y reportadas como medidas útiles en el diagnóstico de sexo por autores como Gapert y cols (2009), (1982), Rotal y cols. (1984), Catalina-Herrera (1987), Uysal y cols (2005), Suazo y cols (2009), sin embargo, otros autores como Günay y Altinkök (2000) y Raghavendra Babu y colaboradores (2012) difirieron al respecto, presentando porcentajes bajos de clasificación correcta, en tanto que para la muestra procedente de Medellín, ambas han mostrado ser dimórficas como se mencionó anteriormente. En términos generales, las medidas asociadas al hueso occipital, tanto en dirección antero-posterior como transversal presentaron diferencias significativas entre hombres y mujeres, lo cual se ve reflejado en la fórmula propuesta para esta región y que será discutida posteriormente.

Debido a que en contextos forenses y arqueológicos es frecuente encontrar restos óseos fragmentados, en el presente estudio propuso una fórmula general considerando el cráneo como un todo y adicionalmente a esta, tres fórmulas aplicables a tres regiones del cráneo, a saber: anterior, media y posterior.

En el caso de la fórmula del cráneo considerado como un todo, se condujo un análisis de regresión logística para predecir el sexo en 249 individuos, usando todas las medidas de la cavidad endocraneal como predictores. La prueba del modelo completo contra el modelo de constante sola fue estadísticamente significativo, lo cual indicó que los predictores en conjunto diferenciaron de manera confiable entre hombres y mujeres. El porcentaje de clasificación correcta global fue de 92%: 92,6% para hombres y 91,4% para mujeres. A ser aplicada a una muestra diferente de ambos sexos, procedente de la misma población, se obtuvo un porcentaje global de clasificación correcta de 89,7% demostrando así la alta capacidad discriminante de la fórmula cuando es aplicada a otra muestra, procedente de la misma población.

Sobre la región anterior del cráneo se han producido estudios de carácter morfológico que aducen que es posible encontrar accidentes óseos sexualmente dimórficos, tal como la inclinación del hueso frontal, la prominencia de la glabella y de los arcos superciliares, las líneas temporales, entre otros (Rogers, 2005). Sin embargo, de acuerdo a los resultados producidos en el presente estudio, la fórmula obtenida para la región anterior del endocráneo presentó el menor porcentaje global de clasificación correcta de las tres regiones: 67,5%. De lo anterior, se puede indicar que los caracteres óseos asociados al dimorfismo sexual y típicamente utilizados en antropología física para estimación del sexo son aplicables por basarse en accidentes de la superficie ectocraneal del esplanocráneo y por tanto, sujetas a los efectos biomecánicos de los músculos y de otros tejidos blandos que han demostrado ser diferenciales en términos de volumen y masa, es decir, dimórficos sexualmente en nuestra especie (White, *op.cit.*). En conclusión, la cavidad endocraneal en la región anterior no es una región confiable para examinar dimorfismo sexual a partir de las medidas aquí propuestas, pues su porcentaje de clasificación global se considera bajo de acuerdo a las recomendaciones de Alemán *et al.* (1997).

La región media, por su parte, arrojó una fórmula con un porcentaje global de clasificación correcta del 77,1%. Fundamentalmente las medidas propuestas para esta región componen en su mayoría accidentes correspondientes al esfenoides y su relación

entre ellos. Como ya se mencionó anteriormente, las medidas en sí mismas han demostrado ser dimórficas, sin embargo el porcentaje global de clasificación correcta alcanzado, aunque supera el de la región anterior del endocráneo, no logra igualar a aquel alcanzado con las medidas completas a partir de la fórmula del cráneo como un todo. De la misma manera y como se mencionó anteriormente, no se evidencia relación a nivel óseo con el dimorfismo sexual reportado para tejidos blandos en esta región.

Finalmente, la fórmula propuesta para la región posterior arrojó un porcentaje global de clasificación correcta de 79,9%. En comparación con las fórmulas propuestas para la región anterior y media, esta fórmula alcanza el mayor porcentaje. Ello es consistente con los hallazgos concernientes al dimorfismo sexual en huesos y accidentes que componen esta región, a saber: occipital, foramen magnum, clivus. A diferencia de lo que sucede con la región anterior, tanto la superficie ectocraneal como la endocraneal parecen presentar estructuralmente evidencia de dimorfismo sexual, en los análisis cualitativos (Jain *et al.*, 2013) y cuantitativos -del cual es representante el presente estudio-.

En contextos forenses, el uso de las fórmulas propuestas puede estar limitado por dos factores: la disponibilidad del material esquelético –ya que la estimación de la edad es requerida como condición previa para descartar su aplicación en subadultos o adultos mayores de 50 años de edad- y la habilidad de los antropólogos o patólogos para estimar la edad en cráneos fragmentados.

De acuerdo a los resultados obtenidos, este estudio recomienda aplicar los puntos de referencia y las ecuaciones propuestas a otras poblaciones humanas documentadas por fuera de Medellín, así como a individuos pertenecientes a otros grupos de edad –por encima de los 50 años- con el propósito de evaluar y corregir la aplicabilidad del método en la evaluación del dimorfismo sexual y estimación de la edad en la cavidad endocraneal.

## **7. CONCLUSIONES**

## 7. CONCLUSIONES

- En la muestra de 249 individuos adultos procedente de Medellín se encontró presencia de dimorfismo sexual en la cavidad endocraneal en 12 de 16 medidas propuestas originalmente para la región anterior, media y posterior
- Las medidas más dimórficas estuvieron localizadas en la región media a nivel del esfenoides a partir de las siguientes medidas: anchuras máximas y mínimas en apófisis clinoides anteriores y posteriores, distancia transversal entre agujeros ópticos, distancias máximas de agujeros redondos mayores y de agujeros ovales -AMAC, AMAA, AMAP, AMAL, DTAO, DARM, DMAO; y en la región posterior, a nivel del hueso occipital a partir de las siguientes medidas: anchuras máximas y mínimas del clivus, diámetros – transversal y anteroposterior- del foramen magnum y finalmente la distancia entre el canal óptico y el foramen magnum –AMBC, AMBO, DTFM, DAFM y DCOF-.
- Los resultados para la población de Medellín indican que ni la longitud anteroposterior ni la altura máxima –LAST, AMST- de la fosa hipofisiaria son significativamente diferentes entre hombres y mujeres o útiles para el diagnóstico del sexo en el esqueleto si son consideradas de manera aislada o independiente.
- Las medidas propuestas para la valoración del foramen oval expresaron dimorfismo sexual al encontrar diferencias significativas entre ambos sexos, lo cual puede ser interpretado como una manifestación de dimensiones mayores para hombres y menores para mujeres en esta porción del esfenoides, consistente con los conceptos de mayor volumen craneal y tamaño cerebral en hombres que en mujeres

- Los hallazgos de la presente investigación evidencian un dimorfismo mayor en la región posterior y sin relación evidente con el dimorfismo sexual reportado para tejidos blandos como: hipotálamo, cuerpo caloso, glándula pituitaria, surco postcentral del hemisferio izquierdo; sustancia gris y blanca de distintas zonas encefálicas, lóbulos temporales, corteza rinal y entorrinal, sistema vomeronasal y lóbulos anteriores del cerebelo
- Las medidas asociadas al hueso occipital, tanto en dirección antero-posterior como transversal presentaron diferencias significativas entre hombres y mujeres
- Se propuso una fórmula general considerando el cráneo como un todo y adicionalmente a esta, tres fórmulas aplicables a tres regiones del cráneo, a saber: anterior, media y posterior
- El porcentaje de clasificación correcta global de la fórmula general fue de 92%: 92,6% para hombres y 91,4% para mujeres. A ser aplicada a una muestra diferente de ambos sexos, procedente de la misma población, se obtuvo un porcentaje global de clasificación correcta de 89,7%
- La cavidad endocraneal en la región anterior no es una región confiable para examinar dimorfismo sexual a partir de las medidas aquí propuestas, pues su porcentaje de clasificación global alcanzó el menor porcentaje de las tres regiones craneales, considerándose bajo, con un 67,5%
- La región media, por su parte, arrojó una fórmula con un porcentaje global de clasificación correcta del 77,1%
- La fórmula propuesta para la región posterior arrojó un porcentaje global de clasificación correcta de 79,9%. En comparación con las fórmulas propuestas para la región anterior y media, esta fórmula alcanza el mayor porcentaje. Ello es consistente con los hallazgos concernientes al dimorfismo

sexual en huesos y accidentes que componen esta región, a saber: occipital, foramen magnum, clivus

- En contextos forenses, el uso de las fórmulas propuestas puede estar limitado por dos factores: la disponibilidad del material esquelético –ya que la estimación de la edad es requerida como condición previa para descartar su aplicación en subadultos o adultos mayores de 50 años de edad- y la habilidad de los antropólogos o patólogos para estimar la edad en cráneos fragmentados
- Se recomienda aplicar los puntos de referencia y las ecuaciones propuestas a otras poblaciones humanas documentadas por fuera de Medellín, así como a individuos pertenecientes a otros grupos de edad –por encima de los 50 años-con el propósito de evaluar y corregir la aplicabilidad del método en la evaluación del dimorfismo sexual y estimación de la edad en la cavidad endocraneal.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

## 8. BIBLIOGRAFÍA

AKHLAGHI, Mitra, MORADI, Behzad, HAJIBEYGI, Marzieh. (2012) “Sex determination using anthropometric dimensions of the clavicle in Iranian population” *Journal of Forensic and Legal Medicine* [In Press, Corrected Proof, Available online 8 March 2012]

Alcaldía de Medellín (2010a) *Datos generales de la ciudad*. [Disponible en red]:

<http://www.medellin.gov.co/irj/portal/visitantes?NavigationTarget=navurl://ff556ed54f8f4fb94e0c28e0bb15d9c8>

Publicado el 15 de Enero de 2012. Consultado el 18 de Febrero de 2012

Alcaldía de Medellín (2010b) *Proyecciones de población 1993-2005 a 2015 de Medellín* [Disponible en red]:

[http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Planeaci%C3%B3n%20Municipal/Secciones/Indicadores%20y%20Estad%C3%ADsticas/Documentos/Proyecciones%20de%20poblaci%C3%B3n%202005%20-%202015/08%20Proyecciones%20Poblaci%C3%B3n%20Medell%C3%ADn%202005-2015%20por%20comuna\\_correg%20y%20Grupos%20de%20Edad-Sexo.pdf](http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Planeaci%C3%B3n%20Municipal/Secciones/Indicadores%20y%20Estad%C3%ADsticas/Documentos/Proyecciones%20de%20poblaci%C3%B3n%202005%20-%202015/08%20Proyecciones%20Poblaci%C3%B3n%20Medell%C3%ADn%202005-2015%20por%20comuna_correg%20y%20Grupos%20de%20Edad-Sexo.pdf)

Distribución elaborada por convenio entre el DANE y el Municipio de Medellín entre Septiembre de 2009 a junio 2010 Publicado en Junio de 2010. Consultado el 18 de Febrero de 2012.

ALEMÁN AGUILERA, Inmaculada, BOTELLA LÓPEZ, Miguel C., RUIZ RODRÍGUEZ, Luis (1997) “Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual” *Archivo Español de morfología*. Vol. 2: 69-79

ALKOFIDE, Eman A. (2007) “The shape and size of the sella turcica in skeletal Class I, Class II and Class III Saudi subjects” *European Journal of Orthodontics*, 29:457-463

ALLEN, L.S. y GORSKI, R.A. (1990) "Sex differences in the bes nucleus of the stria terminalis of the human brain" *Journal of Comparative Neurology*, 302: 697-706

ALLEN, L.S., HINES, M., SHRYNE, J.E. y GORSKI, R.A. (1989) "Two sexually dimorphic cell groups in the human brain" *Journal of Neuroscience*, 9: 497-506

ALUNNI-PERRET, V., STACCINI, P., QUATREHOMME, G. (2008) "Sex determination from the distal part of the femur in a French contemporary population" *Forensic Science International*, Vol. 175, 2-3: 113-117

BAKER, Brenda J. (2005) *The osteology of infants and children*. Texas: Texas A&M University Press.

BAKKANNAVAR, S.M, MONTEIRO F.N, ARUN, M, PRADEEP, Kumar G. (2012) "Mesiodistal width of canines: a tool for sex determination" *Medicine, Science and the Law*, Vol. 52, 1:22-6

BASS, William (2005) *Human Osteology: a laboratory and field manual*. 5<sup>th</sup> ed. Columbia: Missouri Archaeological Society

BEDOYA, G., MONTOYA P., GARCÍA, J., SOTO, I., BOURGEOIS, S., CARVAJAL, L., LABUDA, D., ALVAREZ, V., OSPINA, J., HEDRICK, P.W. y RUIZ-LINARES, A. (2006) "Admixture dynamics in Hispanics: a shift in the nuclear genetic ancestry of a South American population isolate" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(19):7234-7239

BIDMOS, M.A., STEINBERG, N., KUYKENDALL, K.L. (2005) "Patella measurements of South African whites as sex assessors" *Journal of comparative human biology*, 56: 69-74

BIDMOS, M.A. y ASALA, S.A. (2004) "Sexual dimorphism of the calcaneus of South African blacks" *Journal of Forensic Sciences*, 49: 446-450

\_\_\_\_\_ (2003) “Discriminant function sexing of the calcaneus of the South African whites” *Journal of Forensic Sciences*, 48: 1213–1218

BIDMOS, M.A. y DAYAL, M.R. (2004) “Further evidence to show population specificity of discriminant function equations for sex determination using the talus of South African blacks” *Journal of Forensic Sciences*, 49: 1165–1170

\_\_\_\_\_ (2003) “Sex determination from the talus of South African whites by discriminant function analysis” *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 24: 322–328

BIGONI, L., VELEMÍNSKÁ, J. y BRŮŽEK, J. (2010) “Three-dimensional geometric morphometric analysis of craniofacial sexual dimorphism in a Central European sample of known sex” *Journal of comparative human biology*, 61:16-32

BISHOP, Katherine M. y WAHLSTEN, Douglas. (1997) “Sex differences in the human corpus callosum: myth or reality?” *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 21, No.5: 581-601

BLACKLESS, Melanie, CHARUVASTRA, Anthony, DERRYCK, Amanda, FAUSTO-STERLING, Anne, LAUZANNE, Karl, LEE, Ellen. (2000) “How sexually dimorphic are we? Review and Synthesis” *American Journal of Human Biology*, 12:151–166

BREIS, Francisco del Baño. (1982) *Diccionario de ciencias naturales*. Murcia: Consejería de cultura y educación.

BROTHWELL, D.R. (1981) *Digging up bones*. 3<sup>rd</sup> ed. Ithaca, New York: Cornell University Press

BUIKSTRA, Jane E. y UBELAKER, Douglas H. (1994) *Standards for data Collection of Human Skeletal Remains: Proceedings of the Seminar at The Field Museum of Natural History Organized by Jonathan Haas*. Series No. 44. Arkansas: Arkansas Archeological survey research

BYERS, Steven N. (2002). *Introduction to Forensic Anthropology*. Boston: Allyn and Bacon

CAMPILLO, Domènec y SUBIRÀ, M. Eulàlia (2004) *Antropología física para arqueólogos*. Barcelona: Ariel

CATALINA-HERRERA, C.J. (1987) “Study of the anatomic metric values of the foramen magnum and its relation to sex” *Acta Anatomica*, 130:344–347

CAVALCANTI, M.G.P., ROCHA, S.S., VANIER, M.W. (2004) “Craniofacial measurements based on 3D-CT volume rendering: implications for clinical applications” *Dentomaxillofacial Radiology*, 33: 170-176

CELBIS, Osman y AGRITMIS, Hasan (2006). “Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample” *Forensic Science International*, Vol. 158, 2–3: 135-139

COMAS CAMPS, Juan (1960) *Manual of Physical Anthropology*. Springfield: Charles C. Thomas

Comisión de Búsqueda de Personas Desaparecidas (2011) *Estadísticas de personas desaparecidas*. [Disponible en red]:

<http://www.comisiondebusqueda.com/mapaDeBusqueda.php>

Publicado el 23 de Septiembre de 2011. Consultado el 14 de Octubre de 2011

CORBO P., Diego Nicolás (2004) *Tomografía axial computarizada*. Monografía vinculada a la conferencia del Ing. Rafael Sanguinetti sobre PACS del 27/04/2004. XIII Seminario de

Ingeniería biomédica. 2004, Núcleo de ingeniería biomédica, Facultades de medicina e ingeniería, Universidad de la República Oriental del Uruguay

DAVATKIZOS, Christos y RESNICK, Susan M. (1998) “Sex differences in anatomic measures of Interhemispheric connectivity: correlations with cognition in Women but not Men” *Cerebral Cortex*. Vol. 8, Issue 7: 635-640

DAYAL, M.R., SPOCTER M.A. y BIDMOS M.A. (2008) “An assessment of sex using the skull of black South Africans by discriminant function analysis” *Journal of comparative human biology*, 59: 209-221

DAYAL, M.R. y BIDMOS, M.A. (2005) “Discriminating sex in South African blacks using patella dimensions” *Journal of Forensic Sciences*, 50: 1294–1297

DE PAIVA, L.A. y SEGRE, M. (2003) “Sexing the human skull through the mastoid process” *Revista do hospital das clínicas faculdade de medicina universidade de São Paulo*, 58:15-20

DE WILDE, Lieven, DEFOORT, Saartje, VERSTRAETEN, Tom R.G.M, SPEECKAERT, Wendy y DEBEER, Philippe (2011) “A 3D-CT scan study of the humeral and glenoid planes in 150 normal shoulders” En: *Surgical and Radiologic Anatomy*. [Disponible en red previo a su impresión] en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21656044>  
Consultado el 13 de Febrero de 2012

El Espectador (2010, 07 de Noviembre). “Fiscalía llegó a los 10 mil N.N.” *Periódico El Espectador*. Consultado el 23 de Enero de 2011 en <http://www.elespectador.com/impreso/temadeldia/articuloimpreso-233695-fiscalia-llego-los-10-mil-nn>

FAN, Lingzhong, TANG, Yuchun, SUN, Bo, GONG, Gaolang, CHEN, Zhang J., LIN, Xiangtao, YU, Taifei, LI, Zhenping, EVANS, Alan C., LIU, Shuwei (2010) “Sexual dimorphism and

asymmetry in human cerebellum: An MRI-based morphometric study” *Brain research*, 1353: 60-73

FRANCE, Diane (1998) “Observational and metric analysis of sex in the skeleton” Kathleen J. Reichs (ed) *Forensic Osteology. Advances in the Identification of human remains*. 2<sup>nd</sup> ed. Springfield: Charles C Thomas

FRANKLIN, D., FREEDMAN, L. y MILNE, N. (2006) “Sexual dimorphism and discriminant function sexing in indigenous South African crania” *Journal of comparative Human Biology*, 55: 213–228

FRAYER, D.W. (1980) “Sexual dimorphism and cultural evolution in the Late Pleistocene and Holocene of Europe” *Journal of Human Evolution* Vol. 9: 399-415

FRAYER, David W. (1978) *The Evolution of the Dentition in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe*. Lawrence: University of Kansas Publications in Anthropology. No. 10.

FRAYER, David W. y WOLPOFF, Milford H. (1985) “Sexual dimorphism” *Annual Review of Anthropology*. Vol. 14: 429-473

GALERA, Virginia, LÓPEZ-PALAFIX, Juan y PRIETO, Lourdes. (2005) “Antropología Forense” Rebato, Esther (ed.) *Para comprender la Antropología Biológica*. Navarra: Verbo divino

GAPERT, R., BLACK, S, LAST, J. (2009) “Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample” *International Journal of Legal Medicine*, 123(1):25-33

GARVIN, H.M y RUFF, C.B. (2012) “Sexual dimorphism in skeletal browridge and chin morphologies determined using a new quantitative method” *American Journal of Physical Anthropology*, Vol. 147, 4:661-670

GIL-VERONA, José Antonio, MACÍAS, José Angel, PASTOR, Juan Francisco, DE PAZ, Félix, MANIEGA, María Antonia, ROMÁN, José María, LÓPEZ, Alfonso, ALVAREZ-ALFAGEME, Isabel, RAMI-GONZÁLEZ, Lorena y BOGET, Teresa (2003) “Diferencias sexuales en el sistema nervioso humano. Una revisión desde el punto de vista psiconeurobiológico” *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*. Vol. 3, No. 2: 351-361

GILES, Eugene y ELLIOT, Orville (1963) “Sex determination by discriminant function analysis of the crania” *American Journal of Physical Anthropology*, 21: 53-68

GRAW, M., WAHL, J. y AHLBRECHT, M. (2005) “Course of the meatus acusticus internus as criterion for sex differentiation” *Forensic Science International*, 147:113–117

GREEN, Hayley y CURNOE, Darren (2008) “Sexual dimorphism in Southeast asian crania: a geometric morphometric approach” *Journal of comparative human biology*, 60: 517-534

GUILLAMÓN, Antonio y SEGOVIA, Santiago (1997) “Sex differences in the vomeronasal system” *Brain Research Bulletin*, Vol. 44, No. 4: 377–382

GÜNAY, Y. y ALTINKÖK, M. (2000) “The value of the size of foramen magnum in sex determination” *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 7: 147–149

HAUGAARD, Lisa y NICHOLLS, Kelly (2010) *Rompiendo el silencio. En la búsqueda de los desaparecidos en Colombia*. Washington: Grupo de Trabajo sobre Asuntos Latinoamericanos y la Oficina de los Estados Unidos sobre Colombia. [Disponible en red]: <http://lawg.org/storage/documents/Colombia/RompiendoElSilencio.pdf>  
Publicado en Diciembre de 2010. Consultado el 3 de Marzo 2011

HARMA, Ahmet y KARAKAS, Hakki Muammer (2007) “Determination of sex from the femur in Anatolian Caucasians: A digital radiological study” *Journal of Forensic and Legal Medicine*, Vol. 14, 4: 190-194

HANIHARA, K. (1959) “Sex diagnosis of Japanese skulls and scapulae by discriminant functions” *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, 67: 191–197

HAUSER, G. y JAHN, R. (1984) “Sexual dimorphism in pelvic height” *Journal of Human Evolution*. Vol.13, No.7: 589-592

HENRÍQUEZ, J., FUENTES, R. y SANDOVAL, P. (2010) “Características Biométricas de la Silla Turca en Telerradiografías Laterales de Individuos Mapuches y No Mapuches de la IX Región, Chile” *International Journal of Morphology*, 28 (2):529-532

HOFER, Matthias (2007) *Manual práctico de TC. Introducción a la TC*. 5ª ed. España: Médica Panamericana.

HOFMAN, M.A. y SWAAB, D.F. (1989) “The sexually dimorphic nucleus of the preoptic area in the human brain: A comparative morphometric study” *Journal of Anatomy*, 164: 55-72

HOLLAND, Thomas Dean (1986) “Sex determination of fragmentary crania by analysis of the cranial base” *American Journal of Physical Anthropology*, 70:203-208

HOU, Wei Bin, CHENG, Kai Liang, TIAN, Shu Yi, LU, Ying Qiang, HAN, Ying Ying, LAI, Ying, LI, You Qiong (2012) “Metric method for sex determination based on the 12th thoracic vertebra in contemporary north-easterners in China” *Journal of Forensic and Legal Medicine*, Vol.19, 3:137-143

HOWELLS, W.W. (1969) “Criteria for selection of osteometric dimensions” *American Journal of Physical Anthropology*. Vol 30:451-58

IDE, A. y ABOITIZ, F. (2001) “A sex difference in the postcentral sulcus of the human brain” *Brain Research*, 890: 330-332

ISÇAN, M.Y., LOTH, S.R., KING, C.A., SHIHAI, D., YOSHINO, M. (1998) “Sexual dimorphism in the humerus: a comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais” *Forensic Science International*, 98: 17–29

ISAZA, Juliana y MONSALVE, Timisay (2011) “Características biológicas de la colección osteológica de referencia de la Universidad de Antioquia” *Boletín de Antropología*, Vol.25, N° 42

JAIN, S.K., CHOUDHARY, Alok Kumar, MISHRA, Pankaj (2013) “Morphometric evaluation of foramen magnum for sex determination in a documented north Indian sample” *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 2 (42): 8093-8098

KALMEY, J.K., RATHBUN, T.A. (1996) “Sex determination by discriminant function analysis of the petrous portion of the temporal bone” *Journal of Forensic Sciences*, 41:865–867

KATSUMATA, Akitoshi, FUJISHITA, Mashami, MAEDA, Masahito, ARIJI, Yoshiko, ARIJI, Eiichiro y LANGLAIS, Robert P. (2005) “3D-CT evaluation of facial asymmetry” *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. Vol. 99, No 2: 212-220

KIESER, J.A., MOGGI-CECCHI, J., GROENEVELD, H.T. (1992) “Sex allocation of skeletal material by analyses of the proximal tibia” *Forensic Science International*, 56: 29–36

KHANPETCH, Pongsak, PRASITWATTANSEREE, Sukon, CASE, D. Troy, MAHAKKANUKRAUH, Pasuk (2012) “Determination of sex from the metacarpals in a Thai population” *Forensic Science International*, Vol, 217, 1–3: 229.e1-229.e8

KOSCIK, Tim, O’LEARY, Dan, MOSER, David J., ANDREASEN, Nancy C., NOPOULOS, Peg (2009) “Sex differences in parietal lobe morphology: Relationship to mental rotation performance” *Brain and Cognition*. Vol. 69: 451–459

KUNG, M.F. y FUNG, K.H. (1994) "Three-dimensional CT reconstruction: local experience" *Journal of Hong Kong Medical Association*. Vol. 46, No.1: 81-86

LAGRAVÈREA, M.O. y MAJORB, P.W. (2005) "Proposed reference point for 3-dimensional cephalometric analysis with cone-beam computerized tomography" *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedia*, 128

LUKA, B., BRECHTELSBAUER, D., GELLRICH, N.C. y KÖNIG, M. (1995) "2D and 3D CT reconstructions of the facial skeleton: an unnecessary option or a diagnostic pearl?" *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. Vol. 24: 76-83

MAHFOUZ Mohamed, BADAWI Ahmed, MERKL Brandon, FATAH Emam E. Abdel, PRITCHARD Emily, KESLER Katherine, MOORE Megan, JANTZ Richard, JANTZ Lee (2007) "Patella sex determination by 3D statistical shape models and nonlinear classifiers" *Forensic Science International*, Vol.173, 2-3: 161-170

MACALUSO, P.J. Jr. (2012) "Testing the Effectiveness of Two Cranial Base Foramina for Metric Sex Assessment of Fragmentary Remains" *Journal of Forensic Sciences*, 57,4:1017-1021

\_\_\_\_\_ (2011) "Metric sex determination from the basal region of the occipital bone in a documented french sample" *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 23:19-26

MACMASTER, F.P., KESHAVAN, M., MIRZA, Y., CARREY, N., UPADHYAYA, A.R., EL-SHEIKH, R., BUHAGIAR, C.J, TAORMINA, S.P., BOYD, C., LYNCH, M., ROSE, M., IVEY, J., MOORE, G.J. y ROSENBERG, D.R. (2007) "Development and sexual dimorphism of the pituitary gland" *Life Sciences*, 13; 80 (10): 940-944.

MASTRANGELO, Paola (2010) *Diagnóstico del sexo a través de los huesos del carpo de dos poblaciones de sexo y edad conocidos*. Tesis doctoral. Laboratorio de Antropología Física, Universidad de Granada

MATSHES, Evan W., BURBRIDGE, Brent, SHER, Belinda, MOHAMED, Adel y JUURLINK, Bernhard H. (2005) *Human osteology and skeletal radiology. An atlas and guide*. Boca Raton: CRC Press

MUKHOPADHYAY, Partha Pratim (2010) “Morphometric features and sexual dimorphism of adult hyoid bone: A population specific study with forensic implications” *Journal of Forensic and Legal Medicine*. Vol. 17, 6:321-324

NAIKMASUR, Venkatesh G., SHRIVASTAVA, Rahul y MUTALIK, Sunil (2010) “Determination of sex in South Indians and immigrant Tibetans from cephalometric analysis and discriminant functions” *Forensic Science International*, Vol. 197, 122.e1–122.e6

NAJIM, Areej A. y AL-NAKIB, Lamia (2011) “A cephalometric study of sella turcica size and morphology among young Iraqi normal population in comparison to patients with maxillary malposed canine” *Journal of Baghdad College of Dentistry*, Vol. 23(4):53-58

NOPOULOS, Peg, FLAUM, Michael, O’LEARY, Dan y ANDREASEN, Nancy C. (2000) “Sexual dimorphism in the human brain: evaluation of tissue volume, tissue composition and surface anatomy using magnetic resonance imaging” *Psychiatry Research: Neuroimaging Section*, 98: 1-13

ORBAN, Rosine y POLET, Caroline (2005) “Diagnóstico de la edad de muerte y determinación del sexo” Rebato, Esther (ed.) *Para comprender la Antropología Biológica*. Navarra: Verbo divino

ORTMANN, Agustina Soledad (2008) *3D en Tomografía*. Trabajo final integrador, Escuela de Ciencia y Tecnología Universidad Nacional San Martín, San Martín. Tutor: Ingeniero Gustavo Chumillo

PACHECO DEL CERRO, José Luis (2005). “Crecimiento y deporte” Rebato, Esther (ed.) *Para comprender la Antropología Biológica*. Navarra: Verbo divino

PASSE, Theodore J., RAJAGOPALAN, Pradeep, TUPLER Larry A., BYRUM, Christopher E., MACFALL James R. y KRISHNAN, K. Ranga Rama (1997) “Age and sex effects on brain morphology” *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*. Vol. 21: 1231-1237

PETTENATI-SOUBAYROUX, Isabelle, SIGNOLI Michel, DUTOUR, Olivier (2002) “Sexual dimorphism in teeth: discriminatory effectiveness of permanent lower canine size observed in a XVIIIth century osteological series” *Forensic Science International*, Vol. 126, 3: 227-232

QUATREHOMME, Gérald, PONSAILLÉ, Juliette, DU JARDIN, Philippe, LECCIA, Céline , ALUNNI, Véronique (2011) “Methodology for estimating endocranial capacity in a modern European population” *Forensic Science International*, 206: 213.e1–213.e6

RAGHAVENDRA BABU, Y.P., KANCHAN, Tanuj, ATTIKU, Yamini, NARAYAN, Prashanth Dixit y KOTIAN, M.S. (2012) “Sex estimation from foramen magnum dimensions in an Indian population” *Journal of forensic and legal medicine*, 19:162-167

RAMSTHALER, F., KETTNER, M., GEHL, A., VERHOFF, M.A. (2010) “Digital forensic osteology: Morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans” *Forensic Science International*, 195: 148–152

RANIERI, José M., OYHENART, Evelia E. y RODRIGO, María A. (1999) “Influencia de la nutrición sobre la diferenciación sexual” *Revista argentina de antropología biológica*, Vol. 2, 1:123-134

ROBINSON, Meredith Stacy y BIDMOS, Mubarak Ariyo (2009) “The skull and humerus in the determination of sex: Reliability of discriminant function equations” *Forensic science international*, 186: 86e1-86e5

RODRÍGUEZ, José Vicente (2011) *La identificación humana en Colombia. Avances y perspectivas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia

\_\_\_\_\_ (2004) *La antropología forense en la identificación humana*. Bogotá: Guadalupe

ROGERS, T.L. (2005) “Determining the sex of human remains through cranial morphology” *Journal of Forensic Science*, 50 (3):493-500.

ROJAS, Winston, PARRA, Maria Victoria, CAMPO, Omer, CARO, Maria Antonieta, LOPERA, Juan Guillermo, ARIAS, William, DUQUE, Constanza, NARANJO, Andrés, GARCÍA, Jharley, VERGARA, Candelaria, LOPERA, Jaime, HERNANDEZ, Erick, VALENCIA, Ana, CAICEDO, Yuri, CUARTAS, Mauricio, GUTIÉRREZ, Javier, LÓPEZ, Sergio, RUIZ-LINARES, Andrés y BEDOYA, Gabriel (2010) “Genetic Make Up and Structure of Colombian Populations by Means of Uniparental and Biparental DNA Markers” *American Journal Of Physical Anthropology*, 143:13–20

ROUTAL, R.R., PAL, G.P., BHAGWAT, S.S, y TAMANKAR, B.P. (1984) “Metrical studies with sexual dimorphism in foramen magnum of human crania” *Journal of the Anatomical Society of India*, 33:85–89

RUIZ, Cristiane Regina y WALFAE, Nader (2006) “Estudio de las diferentes formas de la silla turca por medio de la tomografía computada” *Revista chilena de radiología*, Vol. 12, No. 4:161-163

SALAT, D., WARD, A., KAYE, J.A., y JANOWSKI, J.S. (1997) “Sex differences in the corpus callosum with aging” *Neurobiology of aging*, Vol. 18, No. 2: 191-197

SANABRIA, César (2011) *Dimorfismo sexual en columna vertebral*. Tesis doctoral. Laboratorio de Antropología Física, Universidad de Granada

\_\_\_\_\_ (2008) *Antropología forense y la investigación médico-legal de las muertes*. 2ª ed. Bogotá: Asociación Colombiana de Antropología Forense.

SAVARA, Bhim Sen y TAKEUCHI, Yutaka (1979) “Anatomical location of cephalometric land-marks on the sphenoid and temporal bone” *The angle orthodontist*, Vol. 79, No. 2:141-149

SINGH, Jagmahender, PATHAK, R.K. y SINGH, Dalbir (2012) “Morphometric sex determination from various sternal widths of Northwest Indian sternums collected from autopsy cadavers: A comparison of sexing methods” *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, Vol. 2, 1: 18-28

SULLIVAN, E.V., ROSENBLOOM, M.J., DESMOND, J.E. y PFEFFERBAUM, A. (2001) “Sex differences in corpus callosum size: Relationship to age and intracranial size” *Neurobiology of Aging*, 22: 603-611

SUSANNE, Charles, REBATO, Esther y CHIARELLI, Brunetto (2005) “Introducción” Rebató, Esther (ed.) *Para comprender la Antropología Biológica*. Navarra: Verbo divino

STEYN, M. e İŞCAN, M.Y. (1999) “Osteometric variation in the humerus: sexual dimorphism in South Africans” *Forensic Science International*, 106: 77–85

\_\_\_\_\_ (1998) “Sexual dimorphism in the crania and mandibles of South African whites” *Forensic Science International*, 98: 9–16

\_\_\_\_\_ (1997) “Sex determination from the femur and tibia in South African whites” *Forensic Science International*, 90: 111–119

SUAZO GALDAMES, I.C., PÉREZ RUSO, P., ZAVANDO MATAMALA, D.A., SMITH, R.L. (2009) “Sexual dimorphism in the foramen magnum dimensions” *International Journal of Morphology*, 27:21–23

SUAZO GALDAMES, I.C., ZAVANDO MATAMALA, D.A., SMITH, R.L. (2008) "Sex determination using mastoid process measurements in brazilian skulls" *International Journal of Morphology*, 26 (4): 941-944

SWAAB, D.F. y HOFMAN, M.A. (1988) "Sexual differentiation of the human hypothalamus. Ontogeny of the sexually dimorphic nucleus of the preoptic area" *Developmental Brain Research*, 44: 314-318

TANNER, J.M. (1962) *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell

TAVERAS, J.M. y Wood, E.H. (1964) *Diagnostic Neuroradiology*. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1964.

TEIXEIRA, W.R.G. (1982) "Sex identification utilizing the size of the foramen magnum" *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 3:203–206

VAN VLIJMEN, O.J.C., MAAL, T., BERGÉ, S.J., BRONKHORST, E.M., KATSAROS, C. y KUIJPERS-JAGTMAN, A.M. (2010) "A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls" *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 39

Unidad de Fiscalías de Justicia y Paz (2012) *Consolidado de exhumaciones*. [Disponible en red] <http://www.fiscalia.gov.co:8080/justiciapaz/EXH/imagenes/mapa%20de%20colombia.pdf>  
Publicado el 31 de Mayo de 2012. Consultado el 2 de Junio de 2012

UYSAL, S.R.M., GOKHARMAN, D., KACAR, M, TUNCBILEK, I. y KOSA, U. (2005) "Estimation of sex by 3D CT measurements of the foramen magnum" *Journal of Forensic Sciences*, 50:1310–1314

VAN VLIJMEN, O.J.C., MAAL, T., BERGÉ, S. J. BRONKHORST, E.M., KATSAROS, C. y KUIJPERS-JAGTMAN, A.M. (2010) "A comparison between 2D and 3D cephalometry on

CBCT scans of human skulls” *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 39: 156-160

VODANOVIĆ, Marin, DEMO, Željko, NJEMIROVSKIJ, Vera, KEROS, Jadranka y BRKIĆ, Hrvoje. (2007) “Odontometrics: a useful method for sex determination in an archaeological skeletal population?” *Journal of Archaeological Science*, 34, 6: 905-913

WAHL, J., GRAW, M. (2001) “Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis” *International Journal of Legal Medicine*, 114:213–215

WAITZMAN, A.A., POSNICK, J.C., ARMSTRONG, D.C., PRON, G.E. (1992) “Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: part II. Normal values and growth trends” *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 29, 2: 118-128

WOLPOFF, Milford H. 1980. *Paleoanthropology*. New York: Knopf

\_\_\_\_\_ (1976) “Some Aspects of the Evolution of Early Hominid Sexual Dimorphism” *Current Anthropology*. Vol. 17, No. 4: 578-606

WHITE, Tim y FOLKENS, Pieter (2005) *The Human Bone Manual*. California: Academic Press

\_\_\_\_\_ (2000) *Human Osteology*. 2<sup>nd</sup> ed. USA: Academic Press

ZORBA, Eleni, MORAITIS, Konstantinos, ELIOPOULOS, Constantine, SPILIOPOULOU, Chara (2012) “Sex determination in modern Greeks using diagonal measurements of molar teeth” *Forensic Science International*, Vol. 217, 1–3:19-26

## **9. ANEXOS**

## 9. ANEXOS

## ANEXO 1. Proyecciones de población para los años 2012 a 2015 por sexo y grupos de edad

## 1.1. Población de 30 a 34 años y de 35 a 39 años

| comuna                 | 2012          |               |                | 2013          |               |                | 2014          |               |                | 2015          |               |                |
|------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
|                        | Hombres       | Mujeres       | Total          |
| <b>30-34</b>           |               |               |                |               |               |                |               |               |                |               |               |                |
| 1. Popular             | 4.083         | 5.002         | 9.085          | 4.125         | 5.056         | 9.181          | 4.177         | 5.102         | 9.279          | 4.261         | 5.153         | 9.414          |
| 2. Santa Cruz          | 3.679         | 4.368         | 8.047          | 3.751         | 4.451         | 8.202          | 3.831         | 4.522         | 8.353          | 3.936         | 4.586         | 8.522          |
| 3. Manrique            | 5.029         | 5.498         | 10.525         | 5.213         | 5.619         | 10.832         | 5.409         | 5.743         | 11.152         | 5.626         | 5.870         | 11.496         |
| 4. Aranjuez            | 5.628         | 6.059         | 11.687         | 5.887         | 6.259         | 12.146         | 6.141         | 6.440         | 12.581         | 6.382         | 6.581         | 12.963         |
| 5. Castilla            | 4.758         | 5.180         | 9.938          | 4.909         | 5.302         | 10.211         | 5.072         | 5.420         | 10.492         | 5.251         | 5.532         | 10.783         |
| 6. Doce de Octubre     | 5.923         | 6.917         | 12.840         | 6.075         | 6.994         | 13.069         | 6.240         | 7.067         | 13.307         | 6.434         | 7.149         | 13.583         |
| 7. Robledo             | 5.787         | 6.351         | 12.138         | 6.028         | 6.560         | 12.588         | 6.264         | 6.746         | 13.010         | 6.485         | 6.896         | 13.381         |
| 8. Villa Hermosa       | 5.022         | 5.375         | 10.397         | 5.210         | 5.496         | 10.706         | 5.394         | 5.606         | 11.000         | 5.582         | 5.705         | 11.287         |
| 9. Buenos Aires        | 4.696         | 5.196         | 9.892          | 4.806         | 5.274         | 10.080         | 4.917         | 5.340         | 10.257         | 5.043         | 5.406         | 10.449         |
| 10. La Candelaria      | 3.379         | 3.427         | 6.806          | 3.509         | 3.537         | 7.046          | 3.619         | 3.617         | 7.236          | 3.703         | 3.659         | 7.362          |
| 11. Laureles - Estadio | 4.048         | 4.856         | 8.904          | 4.208         | 5.032         | 9.240          | 4.340         | 5.169         | 9.509          | 4.432         | 5.245         | 9.677          |
| 12. La América         | 2.978         | 3.393         | 6.371          | 3.041         | 3.455         | 6.496          | 3.098         | 3.491         | 6.587          | 3.147         | 3.499         | 6.646          |
| 13. San Javier         | 4.834         | 5.410         | 10.244         | 4.963         | 5.486         | 10.449         | 5.080         | 5.537         | 10.617         | 5.196         | 5.569         | 10.765         |
| 14. El Poblado         | 3.774         | 5.100         | 8.874          | 3.918         | 5.169         | 9.087          | 4.051         | 5.206         | 9.257          | 4.172         | 5.211         | 9.383          |
| 15. Guayabal           | 3.178         | 3.430         | 6.608          | 3.324         | 3.518         | 6.842          | 3.459         | 3.593         | 7.052          | 3.579         | 3.654         | 7.233          |
| 16. Belén              | 6.598         | 7.586         | 14.184         | 6.845         | 7.841         | 14.686         | 7.075         | 8.065         | 15.140         | 7.275         | 8.262         | 15.527         |
| 18. Palmitas           | 150           | 159           | 309            | 164           | 178           | 342            | 185           | 201           | 386            | 211           | 229           | 440            |
| 19. San Cristóbal      | 2.369         | 2.608         | 4.977          | 2.559         | 2.862         | 5.421          | 2.820         | 3.167         | 5.987          | 3.144         | 3.518         | 6.662          |
| 20. Altavista          | 1.114         | 1.201         | 2.315          | 1.193         | 1.306         | 2.499          | 1.303         | 1.432         | 2.735          | 1.440         | 1.576         | 3.016          |
| 21. San Antonio        | 3.392         | 3.656         | 7.048          | 3.712         | 4.062         | 7.774          | 4.139         | 4.548         | 8.687          | 4.668         | 5.113         | 9.781          |
| 22. Santa Elena        | 595           | 633           | 1.228          | 635           | 688           | 1.323          | 691           | 752           | 1.443          | 763           | 826           | 1.589          |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>81.014</b> | <b>91.403</b> | <b>172.417</b> | <b>84.075</b> | <b>94.145</b> | <b>178.220</b> | <b>87.303</b> | <b>96.764</b> | <b>184.067</b> | <b>90.730</b> | <b>99.229</b> | <b>189.959</b> |
| Suma Comunas           | 73.394        | 83.146        | 156.540        | 75.812        | 85.049        | 160.861        | 78.165        | 86.664        | 164.829        | 80.504        | 87.967        | 168.471        |
| Suma Corregimientos    | 7.620         | 8.257         | 15.877         | 8.263         | 9.096         | 17.359         | 9.138         | 10.100        | 19.238         | 10.226        | 11.262        | 21.488         |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>81.014</b> | <b>91.403</b> | <b>172.417</b> | <b>84.075</b> | <b>94.145</b> | <b>178.220</b> | <b>87.303</b> | <b>96.764</b> | <b>184.067</b> | <b>90.730</b> | <b>99.229</b> | <b>189.959</b> |
| Cabecera Medellín      | 79.919        | 90.394        | 170.313        | 82.964        | 93.122        | 176.086        | 86.172        | 95.727        | 181.899        | 89.580        | 98.182        | 187.762        |
| Resto Medellín         | 1.095         | 1.009         | 2.104          | 1.111         | 1.023         | 2.134          | 1.131         | 1.037         | 2.168          | 1.150         | 1.047         | 2.197          |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>81.014</b> | <b>91.403</b> | <b>172.417</b> | <b>84.075</b> | <b>94.145</b> | <b>178.220</b> | <b>87.303</b> | <b>96.764</b> | <b>184.067</b> | <b>90.730</b> | <b>99.229</b> | <b>189.959</b> |
| <b>35-39</b>           |               |               |                |               |               |                |               |               |                |               |               |                |
| 1. Popular             | 3.655         | 4.545         | 8.200          | 3.719         | 4.628         | 8.347          | 3.803         | 4.738         | 8.541          | 3.901         | 4.861         | 8.762          |
| 2. Santa Cruz          | 3.049         | 3.752         | 6.801          | 3.155         | 3.859         | 7.014          | 3.279         | 3.985         | 7.264          | 3.403         | 4.113         | 7.516          |
| 3. Manrique            | 4.443         | 5.092         | 9.535          | 4.481         | 5.116         | 9.597          | 4.568         | 5.185         | 9.753          | 4.700         | 5.291         | 9.991          |
| 4. Aranjuez            | 4.757         | 5.442         | 10.199         | 4.827         | 5.468         | 10.295         | 4.953         | 5.545         | 10.498         | 5.129         | 5.673         | 10.802         |
| 5. Castilla            | 4.216         | 4.851         | 9.067          | 4.258         | 4.858         | 9.116          | 4.352         | 4.916         | 9.268          | 4.477         | 5.003         | 9.480          |
| 6. Doce de Octubre     | 5.262         | 6.464         | 11.726         | 5.311         | 6.519         | 11.830         | 5.413         | 6.625         | 12.038         | 5.561         | 6.742         | 12.303         |
| 7. Robledo             | 4.755         | 5.707         | 10.462         | 4.910         | 5.781         | 10.691         | 5.116         | 5.906         | 11.022         | 5.343         | 6.070         | 11.413         |
| 8. Villa Hermosa       | 3.903         | 4.584         | 8.487          | 4.071         | 4.710         | 8.781          | 4.271         | 4.863         | 9.134          | 4.477         | 5.022         | 9.499          |
| 9. Buenos Aires        | 3.937         | 4.598         | 8.535          | 4.075         | 4.714         | 8.789          | 4.247         | 4.861         | 9.108          | 4.413         | 5.004         | 9.417          |
| 10. La Candelaria      | 2.533         | 2.674         | 5.207          | 2.714         | 2.843         | 5.557          | 2.918         | 3.032         | 5.950          | 3.103         | 3.201         | 6.304          |
| 11. Laureles - Estadio | 3.048         | 3.806         | 6.854          | 3.232         | 4.037         | 7.269          | 3.434         | 4.288         | 7.720          | 3.615         | 4.504         | 8.119          |
| 12. La América         | 2.371         | 2.821         | 5.192          | 2.497         | 2.947         | 5.444          | 2.641         | 3.088         | 5.729          | 2.765         | 3.208         | 5.973          |
| 13. San Javier         | 3.870         | 4.683         | 8.553          | 4.079         | 4.821         | 8.900          | 4.315         | 4.990         | 9.295          | 4.536         | 5.132         | 9.668          |
| 14. El Poblado         | 3.398         | 4.838         | 8.236          | 3.496         | 4.991         | 8.487          | 3.633         | 5.164         | 8.797          | 3.779         | 5.322         | 9.101          |
| 15. Guayabal           | 2.562         | 2.994         | 5.556          | 2.648         | 3.079         | 5.727          | 2.762         | 3.188         | 5.950          | 2.888         | 3.298         | 6.186          |
| 16. Belén              | 5.102         | 6.338         | 11.440         | 5.375         | 6.564         | 11.939         | 5.688         | 6.825         | 12.513         | 5.975         | 7.072         | 13.047         |
| 18. Palmitas           | 129           | 139           | 268            | 147           | 159           | 306            | 163           | 178           | 341            | 175           | 194           | 369            |
| 19. San Cristóbal      | 2.329         | 2.599         | 4.928          | 2.602         | 2.916         | 5.518          | 2.832         | 3.196         | 6.028          | 2.971         | 3.410         | 6.381          |
| 20. Altavista          | 1.053         | 1.137         | 2.190          | 1.166         | 1.264         | 2.430          | 1.258         | 1.374         | 2.632          | 1.308         | 1.453         | 2.761          |
| 21. San Antonio        | 3.232         | 3.493         | 6.725          | 3.656         | 3.965         | 7.621          | 4.027         | 4.400         | 8.427          | 4.277         | 4.748         | 9.025          |
| 22. Santa Elena        | 516           | 557           | 1.073          | 570           | 619           | 1.189          | 614           | 671           | 1.285          | 636           | 707           | 1.343          |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>68.120</b> | <b>81.114</b> | <b>149.234</b> | <b>70.989</b> | <b>83.858</b> | <b>154.847</b> | <b>74.287</b> | <b>87.006</b> | <b>161.293</b> | <b>77.432</b> | <b>90.028</b> | <b>167.460</b> |
| Suma Corregimientos    | 7.259         | 7.925         | 15.184         | 8.141         | 8.923         | 17.064         | 8.894         | 9.819         | 18.713         | 9.367         | 10.512        | 19.879         |
| Suma Comunas           | 60.861        | 73.189        | 134.050        | 62.848        | 74.935        | 137.783        | 65.393        | 77.187        | 142.580        | 68.065        | 79.516        | 147.581        |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>68.120</b> | <b>81.114</b> | <b>149.234</b> | <b>70.989</b> | <b>83.858</b> | <b>154.847</b> | <b>74.287</b> | <b>87.006</b> | <b>161.293</b> | <b>77.432</b> | <b>90.028</b> | <b>167.460</b> |
| Cabecera Medellín      | 66.884        | 79.952        | 146.836        | 69.794        | 82.740        | 152.534        | 73.132        | 85.926        | 159.058        | 76.312        | 88.981        | 165.293        |
| Resto Medellín         | 1.236         | 1.162         | 2.398          | 1.195         | 1.118         | 2.313          | 1.155         | 1.080         | 2.235          | 1.120         | 1.047         | 2.167          |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>68.120</b> | <b>81.114</b> | <b>149.234</b> | <b>70.989</b> | <b>83.858</b> | <b>154.847</b> | <b>74.287</b> | <b>87.006</b> | <b>161.293</b> | <b>77.432</b> | <b>90.028</b> | <b>167.460</b> |

Tomado de: Alcaldía de Medellín (2010b)

## 1.2. Población de 40 a 44 años y de 45 a 49 años


**Proyecciones de Población Municipio de Medellín por Edad y sexo según comunas y corregimientos**


Años 1993 2005-2015

| comuna                 | 2012          |                |                | 2013          |                |                | 2014          |                |                | 2015          |                |                |
|------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
|                        | Hombres       | Mujeres        | Total          |
| <b>40-44</b>           |               |                |                |               |                |                |               |                |                |               |                |                |
| 1. Popular             | 3.896         | 4.783          | <b>8.679</b>   | 3.738         | 4.624          | <b>8.362</b>   | 3.584         | 4.472          | <b>8.056</b>   | 3.460         | 4.355          | <b>7.815</b>   |
| 2. Santa Cruz          | 3.211         | 3.976          | <b>7.187</b>   | 3.053         | 3.803          | <b>6.856</b>   | 2.912         | 3.648          | <b>6.560</b>   | 2.810         | 3.536          | <b>6.346</b>   |
| 3. Manrique            | 5.153         | 5.986          | <b>11.139</b>  | 4.878         | 5.664          | <b>10.542</b>  | 4.613         | 5.362          | <b>9.975</b>   | 4.398         | 5.116          | <b>9.514</b>   |
| 4. Aranjuez            | 5.280         | 6.128          | <b>11.408</b>  | 5.019         | 5.852          | <b>10.871</b>  | 4.775         | 5.596          | <b>10.371</b>  | 4.584         | 5.389          | <b>9.973</b>   |
| 5. Castilla            | 5.387         | 6.394          | <b>11.781</b>  | 4.984         | 5.928          | <b>10.912</b>  | 4.612         | 5.502          | <b>10.114</b>  | 4.329         | 5.173          | <b>9.502</b>   |
| 6. Doce de Octubre     | 6.524         | 7.857          | <b>14.381</b>  | 6.035         | 7.344          | <b>13.379</b>  | 5.593         | 6.864          | <b>12.457</b>  | 5.249         | 6.498          | <b>11.747</b>  |
| 7. Robledo             | 5.298         | 6.449          | <b>11.747</b>  | 5.005         | 6.150          | <b>11.155</b>  | 4.742         | 5.874          | <b>10.616</b>  | 4.554         | 5.659          | <b>10.213</b>  |
| 8. Villa Hermosa       | 3.778         | 4.684          | <b>8.462</b>   | 3.629         | 4.492          | <b>8.121</b>   | 3.501         | 4.327          | <b>7.828</b>   | 3.419         | 4.207          | <b>7.626</b>   |
| 9. Buenos Aires        | 4.476         | 5.174          | <b>9.650</b>   | 4.178         | 4.890          | <b>9.058</b>   | 3.914         | 4.625          | <b>8.539</b>   | 3.729         | 4.437          | <b>8.166</b>   |
| 10. La Candelaria      | 2.818         | 2.947          | <b>5.765</b>   | 2.613         | 2.753          | <b>5.366</b>   | 2.444         | 2.596          | <b>5.040</b>   | 2.345         | 2.505          | <b>4.850</b>   |
| 11. Laureles - Estadio | 3.143         | 4.050          | <b>7.193</b>   | 2.986         | 3.840          | <b>6.826</b>   | 2.874         | 3.677          | <b>6.551</b>   | 2.802         | 3.584          | <b>6.386</b>   |
| 12. La América         | 2.671         | 3.328          | <b>5.999</b>   | 2.471         | 3.082          | <b>5.553</b>   | 2.307         | 2.983          | <b>5.190</b>   | 2.197         | 2.747          | <b>4.944</b>   |
| 13. San Javier         | 4.024         | 4.950          | <b>8.974</b>   | 3.867         | 4.772          | <b>8.639</b>   | 3.774         | 4.652          | <b>8.426</b>   | 3.784         | 4.619          | <b>8.403</b>   |
| 14. El Poblado         | 4.305         | 5.332          | <b>9.637</b>   | 4.019         | 5.186          | <b>9.205</b>   | 3.760         | 5.057          | <b>8.817</b>   | 3.565         | 4.959          | <b>8.524</b>   |
| 15. Guayabal           | 3.030         | 3.511          | <b>6.541</b>   | 2.811         | 3.293          | <b>6.104</b>   | 2.617         | 3.094          | <b>5.711</b>   | 2.478         | 2.954          | <b>5.432</b>   |
| 16. Belén              | 5.824         | 7.349          | <b>13.173</b>  | 5.376         | 6.841          | <b>12.217</b>  | 5.017         | 6.409          | <b>11.426</b>  | 4.770         | 6.108          | <b>10.878</b>  |
| 18. Palmitas           | 203           | 222            | <b>425</b>     | 217           | 239            | <b>456</b>     | 238           | 267            | <b>505</b>     | 274           | 306            | <b>580</b>     |
| 19. San Cristóbal      | 2.627         | 2.928          | <b>5.555</b>   | 2.744         | 3.093          | <b>5.837</b>   | 2.960         | 3.379          | <b>6.339</b>   | 3.328         | 3.802          | <b>7.130</b>   |
| 20. Altavista          | 1.193         | 1.301          | <b>2.494</b>   | 1.235         | 1.361          | <b>2.596</b>   | 1.320         | 1.474          | <b>2.794</b>   | 1.472         | 1.644          | <b>3.116</b>   |
| 21. San Antonio        | 3.747         | 4.085          | <b>7.832</b>   | 3.959         | 4.367          | <b>8.326</b>   | 4.324         | 4.826          | <b>9.150</b>   | 4.920         | 5.497          | <b>10.417</b>  |
| 22. Santa Elena        | 530           | 578            | <b>1.108</b>   | 548           | 604            | <b>1.152</b>   | 583           | 652            | <b>1.235</b>   | 649           | 725            | <b>1.374</b>   |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>77.118</b> | <b>92.012</b>  | <b>169.130</b> | <b>73.365</b> | <b>88.168</b>  | <b>161.533</b> | <b>70.464</b> | <b>85.236</b>  | <b>155.700</b> | <b>69.116</b> | <b>83.820</b>  | <b>152.936</b> |
| Suma Comunas           | 68.818        | 82.898         | <b>151.716</b> | 64.662        | 78.504         | <b>143.166</b> | 61.039        | 74.638         | <b>135.677</b> | 58.473        | 71.846         | <b>130.319</b> |
| Suma Corregimientos    | 8.300         | 9.114          | <b>17.414</b>  | 8.703         | 9.664          | <b>18.367</b>  | 9.425         | 10.598         | <b>20.023</b>  | 10.643        | 11.974         | <b>22.617</b>  |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>77.118</b> | <b>92.012</b>  | <b>169.130</b> | <b>73.365</b> | <b>88.168</b>  | <b>161.533</b> | <b>70.464</b> | <b>85.236</b>  | <b>155.700</b> | <b>69.116</b> | <b>83.820</b>  | <b>152.936</b> |
| Cabecera Medellín      | 75.743        | 90.741         | <b>166.484</b> | 72.076        | 86.960         | <b>159.036</b> | 69.250        | 84.083         | <b>153.333</b> | 67.960        | 82.716         | <b>150.676</b> |
| Resto Medellín         | 1.375         | 1.271          | <b>2.646</b>   | 1.289         | 1.208          | <b>2.497</b>   | 1.214         | 1.153          | <b>2.367</b>   | 1.156         | 1.104          | <b>2.260</b>   |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>77.118</b> | <b>92.012</b>  | <b>169.130</b> | <b>73.365</b> | <b>88.168</b>  | <b>161.533</b> | <b>70.464</b> | <b>85.236</b>  | <b>155.700</b> | <b>69.116</b> | <b>83.820</b>  | <b>152.936</b> |
| <b>45-49</b>           |               |                |                |               |                |                |               |                |                |               |                |                |
| 1. Popular             | 4.063         | 4.943          | <b>9.006</b>   | 4.075         | 4.939          | <b>9.014</b>   | 4.048         | 4.901          | <b>8.949</b>   | 3.979         | 4.817          | <b>8.796</b>   |
| 2. Santa Cruz          | 3.651         | 4.579          | <b>8.230</b>   | 3.605         | 4.497          | <b>8.102</b>   | 3.526         | 4.380          | <b>7.906</b>   | 3.417         | 4.237          | <b>7.654</b>   |
| 3. Manrique            | 5.856         | 6.997          | <b>12.853</b>  | 5.846         | 6.928          | <b>12.774</b>  | 5.779         | 6.798          | <b>12.577</b>  | 5.642         | 6.599          | <b>12.241</b>  |
| 4. Aranjuez            | 5.895         | 7.127          | <b>13.022</b>  | 5.865         | 7.018          | <b>12.883</b>  | 5.785         | 6.862          | <b>12.647</b>  | 5.636         | 6.646          | <b>12.282</b>  |
| 5. Castilla            | 6.683         | 8.058          | <b>14.741</b>  | 6.615         | 7.968          | <b>14.583</b>  | 6.462         | 7.772          | <b>14.234</b>  | 6.223         | 7.478          | <b>13.701</b>  |
| 6. Doce de Octubre     | 7.538         | 8.956          | <b>16.494</b>  | 7.568         | 9.003          | <b>16.571</b>  | 7.498         | 8.954          | <b>16.452</b>  | 7.306         | 8.761          | <b>16.067</b>  |
| 7. Robledo             | 6.158         | 7.483          | <b>13.641</b>  | 6.108         | 7.400          | <b>13.508</b>  | 6.001         | 7.257          | <b>13.258</b>  | 5.830         | 7.048          | <b>12.878</b>  |
| 8. Villa Hermosa       | 4.210         | 5.258          | <b>9.468</b>   | 4.110         | 5.127          | <b>9.237</b>   | 3.986         | 4.967          | <b>8.953</b>   | 3.842         | 4.785          | <b>8.627</b>   |
| 9. Buenos Aires        | 5.318         | 6.338          | <b>11.656</b>  | 5.259         | 6.177          | <b>11.436</b>  | 5.149         | 5.973          | <b>11.122</b>  | 4.978         | 5.730          | <b>10.708</b>  |
| 10. La Candelaria      | 3.499         | 3.629          | <b>7.128</b>   | 3.457         | 3.578          | <b>7.035</b>   | 3.386         | 3.498          | <b>6.884</b>   | 3.273         | 3.382          | <b>6.655</b>   |
| 11. Laureles - Estadio | 4.074         | 5.450          | <b>9.524</b>   | 3.933         | 5.228          | <b>9.161</b>   | 3.775         | 4.988          | <b>8.763</b>   | 3.604         | 4.739          | <b>8.343</b>   |
| 12. La América         | 3.748         | 5.061          | <b>8.809</b>   | 3.589         | 4.795          | <b>8.384</b>   | 3.421         | 4.495          | <b>7.916</b>   | 3.229         | 4.192          | <b>7.421</b>   |
| 13. San Javier         | 4.598         | 5.571          | <b>10.169</b>  | 4.512         | 5.471          | <b>9.983</b>   | 4.413         | 5.355          | <b>9.768</b>   | 4.311         | 5.232          | <b>9.543</b>   |
| 14. El Poblado         | 5.693         | 6.758          | <b>12.451</b>  | 5.586         | 6.584          | <b>12.170</b>  | 5.476         | 6.371          | <b>11.847</b>  | 5.285         | 6.151          | <b>11.436</b>  |
| 15. Guayabal           | 3.645         | 4.270          | <b>7.915</b>   | 3.627         | 4.229          | <b>7.856</b>   | 3.570         | 4.146          | <b>7.716</b>   | 3.458         | 4.015          | <b>7.473</b>   |
| 16. Belén              | 7.508         | 9.422          | <b>16.930</b>  | 7.282         | 9.121          | <b>16.403</b>  | 6.995         | 8.755          | <b>15.750</b>  | 6.653         | 8.344          | <b>14.997</b>  |
| 18. Palmitas           | 186           | 208            | <b>394</b>     | 207           | 231            | <b>438</b>     | 226           | 256            | <b>482</b>     | 249           | 285            | <b>534</b>     |
| 19. San Cristóbal      | 2.145         | 2.455          | <b>4.600</b>   | 2.337         | 2.672          | <b>5.009</b>   | 2.504         | 2.902          | <b>5.406</b>   | 2.691         | 3.158          | <b>5.849</b>   |
| 20. Altavista          | 952           | 1.065          | <b>2.017</b>   | 1.028         | 1.149          | <b>2.177</b>   | 1.091         | 1.237          | <b>2.328</b>   | 1.162         | 1.334          | <b>2.496</b>   |
| 21. San Antonio        | 2.886         | 3.230          | <b>6.116</b>   | 3.183         | 3.557          | <b>6.740</b>   | 3.450         | 3.910          | <b>7.360</b>   | 3.753         | 4.307          | <b>8.060</b>   |
| 22. Santa Elena        | 529           | 592            | <b>1.121</b>   | 569           | 636            | <b>1.205</b>   | 603           | 683            | <b>1.286</b>   | 641           | 735            | <b>1.376</b>   |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>88.835</b> | <b>107.450</b> | <b>196.285</b> | <b>88.361</b> | <b>106.308</b> | <b>194.669</b> | <b>87.144</b> | <b>104.460</b> | <b>191.604</b> | <b>85.162</b> | <b>101.975</b> | <b>187.137</b> |
| Suma Comunas           | 82.137        | 99.900         | <b>182.037</b> | 81.037        | 98.063         | <b>179.100</b> | 79.270        | 95.472         | <b>174.742</b> | 76.666        | 92.156         | <b>168.822</b> |
| Suma Corregimientos    | 6.698         | 7.550          | <b>14.248</b>  | 7.324         | 8.245          | <b>15.569</b>  | 7.874         | 8.988          | <b>16.862</b>  | 8.496         | 9.819          | <b>18.315</b>  |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>88.835</b> | <b>107.450</b> | <b>196.285</b> | <b>88.361</b> | <b>106.308</b> | <b>194.669</b> | <b>87.144</b> | <b>104.460</b> | <b>191.604</b> | <b>85.162</b> | <b>101.975</b> | <b>187.137</b> |
| Cabecera Medellín      | 87.661        | 106.288        | <b>193.949</b> | 87.238        | 105.197        | <b>192.435</b> | 86.069        | 103.395        | <b>189.464</b> | 84.133        | 100.957        | <b>185.090</b> |
| Resto Medellín         | 1.174         | 1.162          | <b>2.336</b>   | 1.123         | 1.111          | <b>2.234</b>   | 1.075         | 1.065          | <b>2.140</b>   | 1.029         | 1.018          | <b>2.047</b>   |
| <b>Total Medellín</b>  | <b>88.835</b> | <b>107.450</b> | <b>196.285</b> | <b>88.361</b> | <b>106.308</b> | <b>194.669</b> | <b>87.144</b> | <b>104.460</b> | <b>191.604</b> | <b>85.162</b> | <b>101.975</b> | <b>187.137</b> |

Tomado de: Alcaldía de Medellín (2010b)

**ANEXO 2. Formato de registro de datos en campo**

| FECHA: |        |      | OBSERVADOR: |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|--------|--------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| #      | CÉDULA | EDAD | SEXO        | LACG | AMLC | DTAO | AMAC | AMAA | AMAP | AMAL | LAST | AMST | AMBC | AMBO | DTFM | DAFM | DMAO | DCOF | DARM |  |
| 1      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 3      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 4      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 5      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 6      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 7      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 8      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 9      |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 10     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 11     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 12     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 13     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 14     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 15     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 16     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 17     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 18     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 19     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 20     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 21     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 22     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 23     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 24     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 25     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 26     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 27     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 28     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 29     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 30     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 31     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 32     |        |      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |