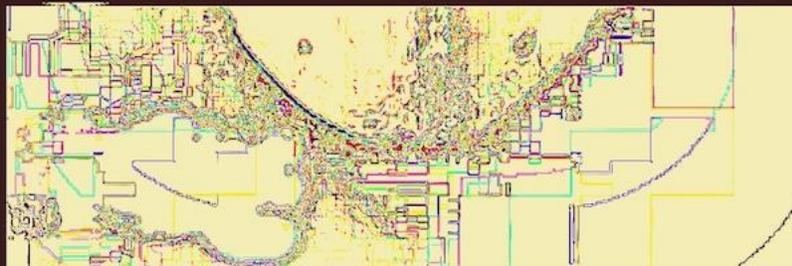
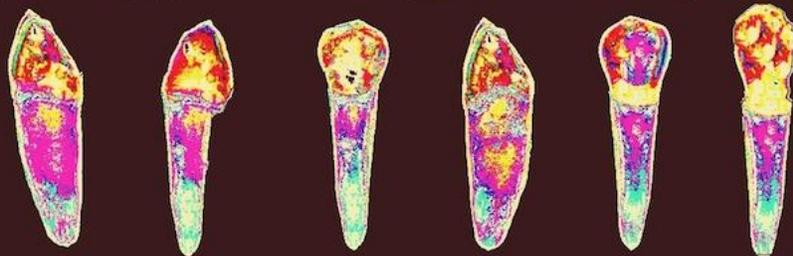


DIMORFISMO SEXUAL DE DIENTES CANINOS EN UNA POBLACIÓN

COLOMBIANA CONTEMPORÁNEA

TESIS DOCTORAL



MARÍA DEL SOCORRO BARRAZA SALCEDO

UNIVERSIDAD DE GRANADA
ESCUELA DE DOCTORADO DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE DOCTORADO EN BIOMEDICINA
2021

Foto portada:

Caninos. Tomada y diagramada por John Ruíz —Las Flores de Valeria—, Bogotá D. C., Colombia, 2019.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
ESCUELA DE DOCTORADO DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE DOCTORADO EN BIOMEDICINA



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

**DIMORFISMO SEXUAL DE DIENTES CANINOS EN UNA POBLACIÓN
COLOMBIANA CONTEMPORÁNEA**

TESIS DOCTORAL
PRESENTADA POR:

MARÍA DEL SOCORRO BARRAZA SALCEDO
ODONTÓLOGA FORENSE, MSc

DIRECTORES

Dr. MIGUEL C. BOTELLA LÓPEZ, Md, PhD
Dr. CÉSAR SANABRIA-MEDINA, MSc, PhD

GRANADA - ESPAÑA
Diciembre de 2021

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: María del Socorro Barraza Salcedo
ISBN: 978-84-1117-354-4
URI: <http://hdl.handle.net/10481/75437>

**Tesis presentada a la
Facultad de Medicina
de la Universidad de Granada**

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

Tabla de contenido

—Agradecimientos	1
—Resumen	3
—Abstract	5
CAPÍTULO I: Cadáveres no identificados como efecto patognomónico de los conflictos armados y la desaparición forzada de personas	7
1.1 Conflictos armados, desaparición forzada de personas y cadáveres no identificados	8
1.2 Conflicto armado y personas dadas por desaparecidas en Colombia	9
1.3 El reto científico forense en el postconflicto colombiano	12
CAPÍTULO II: Dientes y evolución humana	15
2.1 Evolución de las estructuras dentales	16
2.2 Morfología primitiva de las estructuras dentales	19
CAPÍTULO III: Dimorfismo sexual en estructuras óseas humanas	24
3.1. Dimorfismo sexual humano	25
3.2 Estimación de sexo en estructuras óseas humanas	27
3.3 Estimación cualitativa del sexo en cráneo	30
3.3.1 Esqueleto facial	32
3.3.2 Mandíbula	32
3.3.3 Bóveda craneal	32
3.4 Dimorfismo sexual en cintura pélvica	33
3.4.1 Angulo subpúbico	35
3.4.2 Escotadura ciática	36
3.4.3 Surco preauricular	36
3.4.4 Rama isquiopúbica	37
3.4.5 Modificaciones óseas en cintura pélvica por efectos del parto	39
3.5 Estimación de sexo en individuos subadultos	43

CAPÍTULO IV: Dimorfismo sexual en estructuras dentales	45
4.1 El tamaño dentario y la odontometría en el diagnóstico del sexo	46
4.2 Parámetros odontométricos en caninos permanentes	49
4.3 Dimorfismo sexual dental	51
4.3.1 Odontogénesis	57
4.4 Aproximación morfológica de las estructuras dentales	57
4.5 Genética e histología de las estructuras dentales	58
4.6 Etapa de iniciación	58
4.7 Etapa de morfodiferenciación	59
4.8 Etapa de histodiferenciación	60
4.8.1 Teoría de campo de Butler	63
4.8.2 Teoría clonal de Osborn	64
4.9 Anomalías de tamaño dental	64
4.10 Anatomía dental y tipos de dentición	66
4.11 Superficies dentales	67
4.12 Formación y erupción dental	71
4.13 Cronología de erupción	73
CAPÍTULO V: Identificación humana	76
5.1 Identificación humana	77
5.1.1 Clases de identificación	78
5.1.1.1 Comparativas	78
5.1.1.2 Reconstructivas	79
5.1.2 Tipos de identificación	79
5.1.2.1 Identificación fehaciente	79
5.1.2.2 Identificación indiciaria	79
5.1.2.3 Cotejos dentales con fines de identificación	80
5.1.2.4 Etapa de comparación o cotejo dental	83
5.1.2.5 Etapa de conclusión de la identificación mediante cotejo odontológico	84
5.1.2.6 Elementos de juicio insuficientes que permiten confirmar o descartar una identificación	85

5.2 Reconstrucción de las líneas de evidencia: recuperando identidades	86
5.3 Dactiloscopia forense	90
5.3.1 Genética forense	93
5.4 Odontología forense	96
5.4.1 Odontología forense: definición y competencias	96
5.5 Antropología biológica o bioantropología	100
5.6 Antropología forense	101
5.7 Antropología dental	103
CAPÍTULO VI: Objetivos	107
6.1 Objetivos	108
6.1.1 Objetivo general	108
6.1.2 Objetivos específicos	108
CAPÍTULO VII: Materiales y métodos	109
7.1 Aspectos bioéticos	110
7.2 Universo	111
7.3 Diseño y tipo de investigación	112
7.4 Definición y medición de las variables	112
7.5 Estandarización en la evaluación métrica de los caninos	114
7.6 Análisis estadístico de datos	115
CAPÍTULO VIII: Resultados	116
8.1 Análisis de reproducibilidad de los datos	117
8.2 Análisis descriptivo	124
8.4 Índice de dimorfismo	126
8.5 Prueba de Normalidad de los datos	130
8.6 Análisis de Dimorfismo sexual	131
8.7 Análisis de regresión logística	133

CAPÍTULO IX: Discusión	138
9.1 Discusión	139
CAPÍTULO X: Conclusiones	144
10.1 Conclusiones	145
CAPÍTULO XI: Bibliografía	147

Agradecimientos

Esta tesis doctoral ha sido fruto del esfuerzo y dedicación no sólo de la autora sino de todas y cada una de las personas que asumieron diversos roles durante el proceso de esta investigación y que, con su apoyo y acompañamiento, apoyaron la culminación exitosa de mis estudios de tercer ciclo.

Primero y, antes que nada, le doy gracias a Dios, porque siempre ha estado conmigo iluminando mi camino en cada paso que doy, haciéndome fuerte y decidida frente a los obstáculos que he podido sortear en la vida y ante los retos que cada vez elijo. A él le agradezco el haber colocado en mi vía a las personas que me impulsaron y que han sido la columna que me ha sostenido siempre, sobre todo durante el transcurso del tiempo que duró esta fase académica. En especial a mi familia, a Carlos José, mi esposo, quien fue el que desde un principio me impulsó y de quien he recibido todo el amor, la paciencia, el acompañamiento permanente que me fortaleció en todo momento y su apoyo irrestricto en las diferentes etapas del proceso.

A mis papás Tomás (Q.E.P.D.) y Ana porque todo lo que soy se lo debo a ellos, en especial los cuidados y atenciones de mi madre, su dedicación, sus cuidados y compañía han sido esenciales en mi vida ya que siempre ha estado conmigo. Agradezco a mis hijos Carolina y Ricardo, su presencia en mi vida ha significado el motor que me impulsa a seguir superándome cada día, no sólo académicamente, sino como persona para ser un modelo en sus vidas. A Max, cuya existencia ha iluminado mi hogar y quien me ha acompañado físicamente durante las horas frente a la pantalla, su presencia me transmitió serenidad y entusiasmo.

De igual forma, deseo expresar mis agradecimientos a todas las personas que participaron en esta investigación, sin embargo, debo agradecer de manera particular a las personas que hacen parte del Laboratorio de Antropología Física y Forense de la Universidad de Granada, España, en especial su director, Doctor Miguel Botella López, quien fue la persona que me compartió, durante un taller, acerca de la existencia de este doctorado y mostrándome que era posible adelantarlos a pesar de la distancia y quien me invitó a inscribirme. Le agradezco mucho el haber accedido ser mi Director de Tesis lo cual ha sido un honor para mí, dada su amplia trayectoria internacional en el campo de la medicina y la antropología forense. Su apoyo ha sido fundamental, a pesar de la distancia siempre estuvo dispuesto a solucionar toda inquietud relacionada con aspectos administrativos, metodológicos y técnicos.

También expreso mis agradecimientos de manera sincera al Doctor César Sanabria-Medina, director de mi Tesis Doctoral en Colombia, cuya trayectoria en el campo pericial, académico y científico lo convierten, sin temor a equivocarme, en el científico forense más destacado en Colombia, con la más alta proyección internacional. Su experiencia investigativa le permitió mostrarme la necesidad de investigar el tema escogido. En todos estos años me brindó, no sólo su amistad, sino su acompañamiento permanente en cada etapa del proceso, en especial en los aspectos teóricos y metodológicos que exigían su intervención. Su nivel de exigencia es alto,

haciéndome sufrir algunas veces cuando no me aceptaba los escritos y me mandaba a repetirlos hasta que fueran acorde a su elevada competencia como destacado investigador, editor y escritor científico.

Igualmente, quiero extender un sincero agradecimiento a la doctora Martha Rojas quien fue un apoyo en aquellos aspectos de importancia técnica dentro de la fase estadística; eligiendo con gran precisión el método y las pruebas para obtener el producto. Muchas gracias por su efectiva colaboración, por aceptar ser parte del proyecto y contribuir en el éxito del mismo.

Mi reconocimiento especial por el acompañamiento, a mi co- investigadora Hadaluz Osorio Restrepo, quien me brindó su amistad y apoyo, por su participación activa en esta tesis, permitiendo que la fase de medición de la muestra fuera menos dura, recuerdo las interminables conversaciones en las largas faenas que pasamos midiendo los dientes caninos de la colección ósea.

Al Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en especial a la Subdirección de Investigación Científica y a la Escuela de Medicina Legal y Ciencias Forenses quienes acogieron mi proyecto y permitieron finalmente mi acceso a la colección ósea de referencia.

También ha sido de trascendental importancia la Universidad Metropolitana, alma mater en la cual me formé académicamente y donde inicié mi trayectoria investigativa. En esta institución destaco el apoyo permanente de los Dres. Alfredo De la Cruz y Jorge Bilbao y en especial de la Dra. Martha Rebolledo, destacada investigadora que hoy por hoy la considero como el recurso humano con más proyección futura en el campo de la investigación científica por sus cualidades y aptitudes; gracias por su disponibilidad, por ofrecerme no sólo su amistad sino su presencia en los momentos en los cuales necesité de su especial apoyo.

Finalmente, quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que no alcancé a nombrar pero que contribuyeron o vivieron conmigo algún momento durante el transcurso de todo el trabajo, mi agradecimiento por haberme brindado todo el apoyo, colaboración y ánimo; ya que en esta tesis doctoral hubo muchos momentos agradables y otros donde me sentía estancada e impotente porque eran situaciones que se daban por factores ajenos, que no dependían de mi accionar.

¡Muchas gracias a todos!

Resumen

Antecedentes

Una técnica para establecer el sexo en cadáveres esqueletizados es la evaluación cuantitativa de estructuras dentales, en particular los caninos, que según diversidad de estudios mundiales que se citarán en este documento, son las estructuras dentales más dimórficas en la especie humana y, al parecer, en la mayoría de mamíferos.

Dada la necesidad de establecer en Colombia nuevos estándares forenses que cumplan con criterios de calidad para aplicarlos en el abordaje de casos relacionados con la identificación de cuerpos en condición de no identificados (CNI), debe conocerse el dimorfismo sexual que presentan las estructuras dentales en la población colombiana.

Objetivos

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el dimorfismo sexual de caninos permanentes, maxilares y mandibulares, en una muestra de población colombiana contemporánea, evaluando una muestra de dientes caninos de individuos esqueletizados e identificados pertenecientes a la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana, custodiada por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (en adelante INMLCF) en Bogotá D. C., Colombia.

Métodos

La muestra examinada estuvo conformada por 162 individuos adultos, 100 masculinos y 62 femeninos, se examinaron un total de 506 dientes caninos superiores e inferiores, derechos e izquierdos, por dos operadores. Se utilizaron ocho variables que originalmente fueron propuestas por Gómez y Sanabria-Medina, 2002, Hillson et al. 2005, Vodanovic et al., 2007 y Zorba et al. 2014. Las diferencias de sexo se evaluaron mediante pruebas paramétricas y no paramétricas. Análisis estadístico multivariado (análisis de regresión logística por pasos) fue elaborado con las variables seleccionadas.

Resultados

Los resultados de la clasificación mostraron que el porcentaje general grupal correctamente especificado varió entre 60.6 % a 87.7%; para el canino superior derecho la ecuación que incluye la variable diámetro mesodistal cervical (CMD) muestra una precisión que alcanza el 79.4 %; para el canino superior izquierdo, las variables del diámetro mesodistal cervical (CMD) y Buccolingual Cervical (CBL) mostraron la mayor precisión con un 71.9%. Para el canino inferior derecho, la ecuación más confiable se obtuvo mediante la combinación de las variables diámetro mesodistal cervical (CMD) + Buccolingual Cervical (CBL)+ altura radicular (HR)RL, con la que se obtuvo una precisión de 80% y para el canino inferior izquierdo el mejor modelo está representado por las variables diámetro mesodistal cervical (CMD) y altura radicular (HR) con un porcentaje de precisión del 76.6%.

Conclusiones

La estimación del sexo utilizando mediciones de dientes caninos maxilares y mandibulares del presente estudio mostró una correcta asignación, que no se aleja de estudios similares en otras poblaciones, de las ocho variables evaluadas, los diámetros cervicales fueron las que generaron mayor precisión, sin embargo, no deben ser extrapoladas a otras poblaciones sin antes ser testadas para comprobar su efectividad, o en su defecto, para realizar los ajustes

necesarios. Los resultados de las pruebas estadísticas realizadas demuestran que el método propuesto en el presente estudio es recomendable y reproducible, asimismo es importante que, cuando ello sea posible, sea combinado con la evaluación cualitativa y cuantitativa de estructuras óseas disponibles.

La presente investigación generó herramientas confiables para establecer el sexo de un cadáver en población colombiana a partir del estudio de una muestra moderna de dientes caninos de individuos identificados procedentes de la misma población, ajustándose al consenso internacional, que recomienda que las técnicas utilizadas para establecer el perfil biológico de un cadáver en condición de no identificado (en adelante **CNI**), independientemente de su estado de conservación, deben provenir de estudios en poblaciones específicas, es decir, a la misma población a la que pertenece el cadáver examinado.

Palabras clave: dimorfismo sexual, caninos, odontología forense, identificación humana.

Abstract

Background

One technique for establishing sex in skeletonized bodies is quantitative evaluation of dental structures, in particular the canines, which according to a diversity of world studies that will be cited in this document, are the most dimorphic dental structures in the human species and, apparently, in most mammals.

In Colombia there is a need to establish new forensic standards that meet quality criteria for the human identification process; the sexual dimorphism that dental structures present in the Colombian population must be known.

Objectives

The present study evaluated a sample of canine teeth of skeletonized and identified individuals belonging to the Human Bone Collection of Reference from Colombian population, guarded by National Institute of Legal Medicine and Forensic Sciences (hereinafter INMLCF) in Bogotá D.C., Colombia.

Methods

The sample examined consisted of 162 adult individuals, 100 male and 62 female, examined a total of 506 upper and lower canine teeth, right and left. We used eight variables that were originally proposed by Gómez and Sanabria-Medina, 2002, Hillson et al. 2005, Zorba et al. 2014 and Vodanovic et al., 2007. Sex differences were evaluated using unpaired t-tests and nonparametric Mann-Whitney U tests; multivariate statistical analysis (stepwise logistic regression analysis) was performed.

Results

Results of classification showed that the group percentage correctly specified varied between 63.6% to 82.1%; for upper canines the equations that included the variable CMD showed a precision that reaches 74.9%; and with the combined variables CMD + CBL and CMD + CBL + MD a precision of 79.2% was obtained. For lower canines the most reliable equation was obtained by the combination of the variables CMD + CNL + HR, with which an accuracy of 77.8% was obtained.

Conclusions

Estimation of sex using measurements of maxillary and mandibular canine teeth of the present study showed a correct assignment, which does not depart from similar studies in other populations, of the eight variables evaluated, the cervical diameters were those that generated greater precision, however, they should not be extrapolated to other populations without first being tested to verify their effectiveness, or failing that, to make the necessary adjustments. The results of the statistical tests carried out show that the method proposed in the present study is recommendable and reproducible. It is also important that, when possible, it should be combined with the qualitative and quantitative evaluation of available bone structures.

The present investigation generated reliable tools to establish sex of a body in Colombian population from the study of a modern sample of canine teeth from identified individuals from the same population, in accordance with the international consensus, which

recommends that the techniques used to establish the biological profile of a body in an unidentified condition (hereinafter CNI), regardless of its conservation status, must come from studies in specific populations, that is, to the same population to which the body examined belongs.

Key words: sexual dimorphism, canines, forensic dentistry, human identification.

CAPÍTULO I

CADÁVERES NO IDENTIFICADOS COMO EFECTO PATOGNOMÓNICO DE LOS CONFLICTOS ARMADOS Y LA DESAPARICIÓN FORZADA DE PERSONAS

1.1 Conflictos armados, desaparición forzada de personas y cadáveres no identificados

La naturaleza del crimen de la desaparición forzada de personas se entiende como todo aquello que lo identifica y lo constituye como delito y como crimen de lesa humanidad y que pone en evidencia su gravedad y su criminalidad y, principalmente, el nivel de violaciones a los derechos humanos que él comporta. La definición básica de dicho crimen con la que trabaja el Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH, 2018) de Colombia es:

Aquella modalidad de violencia desplegada intencionalmente en un contexto de extrema racionalización de la violencia que consiste en la combinación de privación de libertad de la víctima, sustracción de esta del amparo legal y ocultamiento de información sobre su paradero, en que pueden ser responsables tanto los Estados nacionales como los grupos armados ilegales que la incorporan a su repertorio en el marco de su actividad criminal (CNMH, 2016, página 38).

El CNMH (2018) indica que vale la pena señalar que esta definición comporta el involucramiento, como sujetos activos de dicha práctica, de grupos armados ilegales —y no solo de los Estados— que fue posteriormente incluido por el Estatuto de Roma de la Corte Penal Internacional en 1998. Inicialmente había surgido ligada a la acción represiva de los militares en el marco de regímenes dictatoriales, y producida después de una detención. En esta segunda acepción, el estatuto señala:

Por desaparición forzada de personas se entenderá la aprehensión, la detención o el secuestro de personas por un Estado o una organización política o con su autorización, apoyo o aquiescencia, seguido de la negativa a informar sobre la privación de la libertad o dar información sobre la suerte o el paradero de esas personas con la intención de dejarlas fuera del amparo de la ley por un periodo prolongado (Estatuto de Roma, 1998, citado en CNMH, 2016, página 39).

Su naturaleza jurídica se expresa, pues, de manera muy precisa en las tres características imprescindibles que el acto debe tener para ser tipificado como delito: 1) privación de la libertad de una persona, seguida de 2) su ocultamiento y 3) la negativa a reconocer o no informar sobre esta situación de privación de la libertad sustrayéndolo así del amparo de la ley (CNMH, Tomo I, 2014a, páginas 160-161, citado por CNMH, 2018).

La desaparición forzada de personas tiene un propósito fundamental: el de invisibilizar el delito. En efecto, “[el] perpetrador, procura que no quede víctima ni huella del delito, ni rastro del victimario; se empeña, por eso, en ocultar de la faz de la tierra la existencia de una persona” (CNMH, 2016, páginas 13-14). La desaparición forzada es entonces “un método de acción violenta más sofisticado porque en apariencia es ‘invisible’, pero no por ello menos abrasivo en sus repercusiones individuales y sociales, así como en la eficacia del terror” (GMH, 2011a, página 144; CNMH, 2016, página 176).

La desaparición forzada sustrae de manera violenta y abrupta a la persona de su mundo social (CNMH, 2016, página 267); este crimen se caracteriza por ser súbito e inesperado, lo que implica que la víctima y los familiares no se encuentran en capacidad de predecir el curso de los acontecimientos (CNMH, 2016, página 268). El acto de desaparecer a una persona resulta tan atroz, entre otras circunstancias, porque no concreta la muerte, ni permite la vida, y de esta manera niega la condición del ser humano. Su ejecución no solo arrebató la posibilidad de vivir la vida cómo y dónde se desea, sino que además impide la realización de acciones efectivas por parte de las familias y allegados para tramitar y afrontar la situación (CNMH, 2016, página 268).

En este contexto, los familiares de las víctimas afrontan una permanente dualidad entre la expectativa de vida que promueve la ilusión del regreso de quien se encuentra desaparecido, y el temor de la pérdida definitiva que hace suponer su eterna ausencia y que le ubica entre los muertos (CNMH, 2016, página 268). “(...) a la supresión de la vida social del sujeto, en el acto mismo de la desaparición se suma la nulidad de información disponible sobre cómo se encuentra la víctima y con esto se hace imposible el discernimiento entre la condición temporal o definitiva de la desaparición, por lo que resulta difícil establecerla (CNMH, 2016, página 270). Vistas estas definiciones del crimen de la desaparición forzada de personas, es prácticamente un consenso la

existencia de estrechos vínculos entre este y los conflictos armados, aunque, por supuesto, es claro que no son exclusivos de estos, en la medida que la tipificación internacional involucra a actores particulares como los grupos armados ilegales.

1.2 Conflicto armado y personas dadas por desaparecidas en Colombia

Desde hace más de medio siglo la sociedad colombiana ha estado permeada por un conflicto armado interno en el que han participado diversos actores que han protagonizado un sinnúmero de hechos enmarcados en el contexto de la violación a los Derechos Humanos (DDHH) e infracciones al Derecho Internacional Humanitario (DIH). Dichos eventos incluyen por supuesto el crimen de la desaparición forzada de personas y la consecuente recuperación de sus cuerpos en fosas clandestinas y otros contextos, de cadáveres en condición de no identificados o CNI¹ (Sanabria-Medina y Osorio, 2015).

Los CNI están generalmente asociados a la desaparición forzada de personas, aunque también pueden surgir de otros contextos violentos; su número, para el caso colombiano, va en aumento, lo que se evidencia en las cifras que muestra la Fiscalía General de la Nación (FGN), quien a través de su Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) y la Policía Nacional, buscan y recuperan los cuerpos. Un ejemplo reciente de este aumento en Colombia es el que se ha dado en el marco de la Ley 975 de 2005, más conocida como “Ley de Justicia y Paz o Justicia Transicional”, aprobada por el Congreso de la República en aras de facilitar el proceso de desmovilización de paramilitares en Colombia, que posteriormente confluyó en la implementación de cientos de jornadas arqueológicas forenses que en el período 2005-2018 permitieron el hallazgo de 5725 fosas y la recuperación de 9367² cuerpos³, de los cuales han sido identificados 3675, 1605 con posible identidad, 1878 continúan como CNI (**Figura 1**) (Sanabria-

¹ Mediante la Resolución 1084 del 5 de diciembre de 2012 del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia, se cambia la denominación que tienen los cadáveres sin identificar y que se conocen como NN, buscando posicionar el nombre de Cadáveres en Condición de No Identificados o CNI para hacer énfasis en que no disponer inicialmente de una identidad es una condición y, que todos los cuerpos son identificables.

² Esta cifra incluye 2130 cadáveres CNI que han sido recuperados de cementerios en el nivel nacional entre 2015 y Junio de 2018, lo cuales no necesariamente se atribuyen a paramilitares, sino que también pueden provenir de acciones armadas de las guerrillas y delincuencia organizada, entre otros.

³Datos consolidados por la Dirección de Justicia Transicional —Grupo de Búsqueda, Identificación y Entrega de Personas Desaparecidas (GRUBE) — desde 2005 a 30 de Junio de 2018 <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/Reporte-estadistico-GRUBE-2018-agt-31.pdf>

Medina, Rincón y Baraybar, 2018), atribuidos en su gran mayoría al accionar de grupos paramilitares en el territorio nacional.

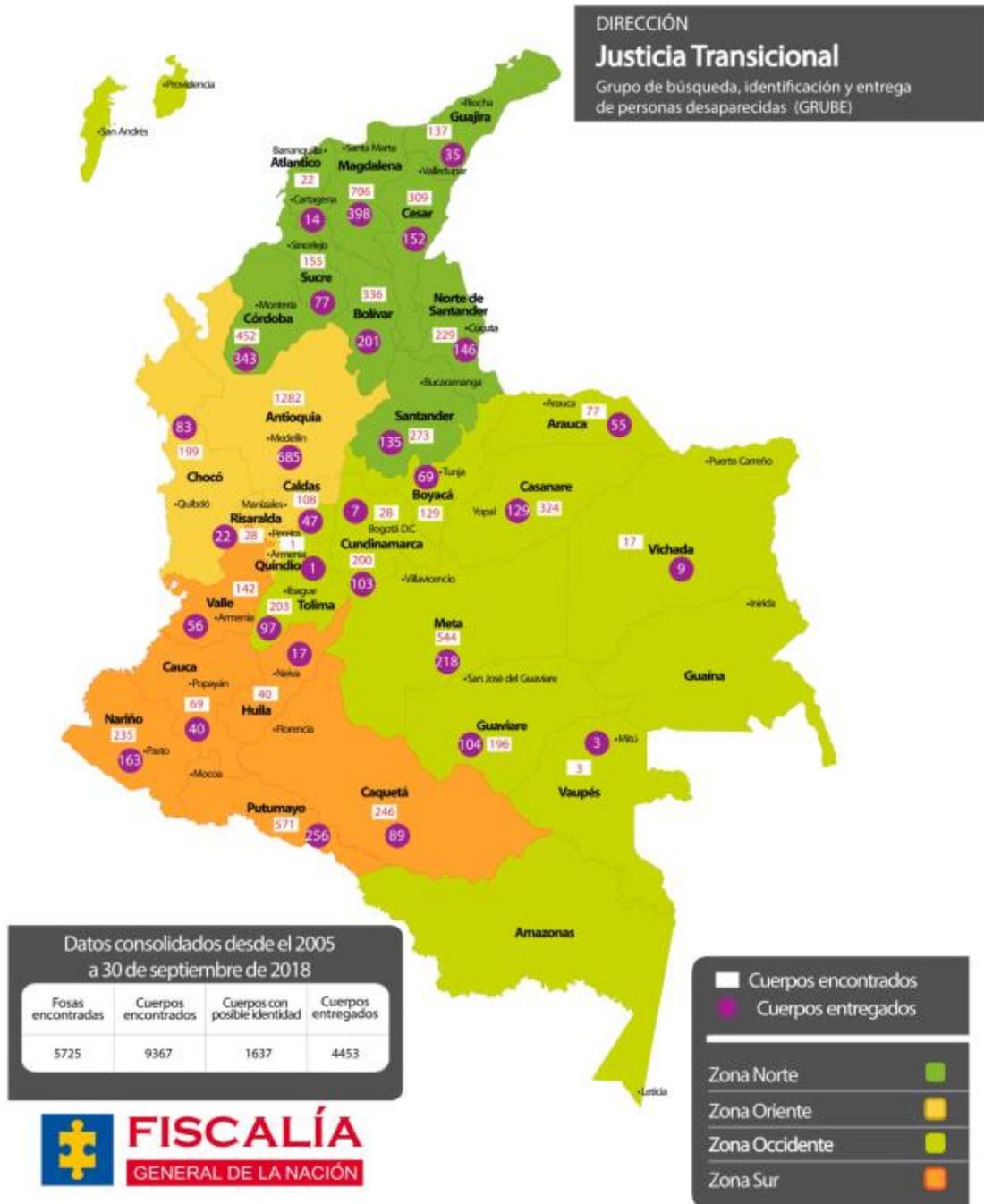


Figura 1. Puntos geográficos en que se han recuperado 9327 cuerpos CNI, enmarcados en la Ley de Justicia y Paz y el reciente postconflicto colombiano.

Fuente: Fiscalía General de la Nación <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/Reporte-estadistico-GRUBE-2018-agt-31.pdf>

Ante este reto y dada la reciente firma del tratado de paz entre el principal grupo guerrillero colombiano, autodenominado *Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC)* y el gobierno colombiano, el INMLCF, en razón de su misión, liderará las labores de identificación y entrega digna de restos de personas dadas por desaparecidas en el contexto y en razón del conflicto armado interno.

1.3 El reto científico forense en el postconflicto colombiano

A raíz de las labores forenses que deberá adelantar el INMLCF con los cuerpos que serán recuperados en el marco del postconflicto, surge la Resolución No. 000404 del 5 de Abril de 2016⁴, la cual pretende establecer *estándares mínimos* por disciplinas forenses para el abordaje de casos relacionados con la búsqueda, ubicación, recuperación e identificación de CNI ubicados en los diversos enterramientos, los que garantizarán la obtención de resultados confiables enmarcados en las buenas prácticas forenses, incluyendo criterios de aseguramiento y calidad técnica y científica, así como la adopción de esquemas nacionales e internacionales que atiendan las necesidades del país (INMLCF, 2016).

Debido al tiempo que llevan inhumados, se presume que en la mayoría de los cuerpos que se van a recuperar presentarán cambios físicos y/o pérdidas óseas más o menos importantes, causadas por la acción de agentes tafonómicos o por eventos de origen antrópico, hecho que los convierte en cadáveres complejos en diferentes estados de conservación (Sanabria-Medina y Osorio, 2015).

⁴ Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Circular No. 000404 de 5 Abril de 2016, por la cual se realiza la convocatoria nacional para generar estándares forenses mínimos para la búsqueda, ubicación, recuperación, estudio e identificación de cuerpos esquelizados en condición de no identificados, ubicados en los diversos enterramientos.

El sexo es la primera variable del perfil biológico (sexo, ancestro, edad biológica y talla) que se debe establecer para lograr la identificación (Martins, Lopez-Capp, Haye y Michel-Crosato, 2016), especialmente en aquellos cuerpos CNI en avanzado estado de descomposición, carbonización, esqueletización, con otras alteraciones de origen tafonómico, o con ausencia de estructuras óseas dimórficas como la pelvis y el cráneo, lo que hace que los dientes se conviertan en una buena opción para la estimación del sexo.

La población colombiana tiene una composición genética triétnica, en donde los genes caucasoides (62 %), mongoloides (26 %) y negroides (12 %) determinan un mestizaje característico, con un patrón genético poblacional diverso en razón a la diversidad de etnias que lo componen (DANE, 2007).

Teniendo en cuenta que la variabilidad poblacional es un tópico muy importante en el diagnóstico forense, particularmente en lo referente a establecer el perfil biológico (Kimmerle y Jantz, 2008; Ubelaker, 2008; Orban y Polet, 2005), es prácticamente un consenso que cada población disponga de estándares propios o locales que permitan reconocer su información demográfica en tejidos óseos y dentales durante una necropsia medicolegal, y se evite el uso de estándares de otras poblaciones (Sanabria-Medina et al., 2015).

En Colombia, los métodos para la determinación de sexo a partir de restos humanos que se han venido utilizando han estado basados en referentes poblacionales extranjeros, donde los individuos de los que se ha obtenido la información no poseen el mismo fenotipo del hombre colombiano (Rodríguez, 1994); aunque es importante mencionar que este ha sido un fenómeno persistente en Latinoamérica y otras latitudes, dado el bajo número de colecciones óseas humanas de referencia o investigaciones longitudinales en personas vivas, que permitan realizarse este tipo de estudios.

Los caninos además de ser las estructuras dentales más dimórficas, presentan características adicionales que lo convierten en una estructura adecuada para adelantar la estimación del sexo, pues es la estructura menos sometida a exodoncias, con baja frecuencia de patologías como caries o enfermedad periodontal, asimismo, son estructuras notoriamente

ancladas a los maxilares, permitiendo su recuperación, incluso en restos humanos que han soportado condiciones extremas (Kaushal y Patnaik, 2003, Martins et al., 2016, Zorba, et al., 2011, Hillson, 1996, Angadi et al., 2013, Zorba, 2014, Hasset, 2011, Brace y Ryan, A.S., 1980, Viciano et al., 2015).

Por todo lo anterior, el propósito del presente estudio fue desarrollar ecuaciones de regresión logística para predecir el sexo en casos forenses a partir de la evaluación cuantitativa de caninos maxilares y mandibulares en una muestra de población colombiana moderna, lo que permitió la obtención de referentes dimórficos en dentición permanente de esta población y constituyéndose en una herramienta técnico-científica que cumple con estándares de calidad para aplicarla durante el proceso de identificación de CNI.

CAPÍTULO II

DIENTES Y EVOLUCIÓN HUMANA

2.1 Evolución de las estructuras dentales

Los dientes constituyen los elementos más comunes y mejor representados en el registro fósil. Por ello, la evolución morfológica de los vertebrados, y de los mamíferos en particular, se basa en gran medida en la anatomía de sus dientes. Los primates, comparados con los demás mamíferos, se caracterizan por tener una dentición relativamente poco especializada, pero con suficientes características derivadas que permiten distinguir especializaciones alimentarias y adaptaciones ecológicas concretas. Nuestro propio linaje constituye un claro ejemplo de evolución morfológica de la dentición en relación con las fluctuaciones climáticas y ecológicas del medio. La afirmación de que lo que comemos adquiere en los dientes un especial significado: la morfología de nuestros dientes refleja claras adaptaciones alimentarias y ecológicas en nuestros ancestros los homínidos (Pérez-Pérez, Galbany, Romero, Martínez, Estebananz, Pinilla y Gamarra, 2010).

Las características morfológicas del linaje humano son resultado de una extensa y compleja historia evolutiva, cuyo inicio puede trazarse entre 80 y 90 millones de años atrás, cuando se produjo la diferenciación del clado de los primates del resto de los mamíferos. Con el correr de los millones de años fueron diferenciándose los grupos o subclados actuales de primates, como los monos del Nuevo y Viejo Mundo alrededor de 45 millones de años atrás, y finalmente, entre 6 y 7 millones de años atrás se produjo la separación entre la línea que incluye a los grandes simios y los ancestros del linaje que comprende a los humanos modernos y las especies extintas emparentadas. Diversos factores evolutivos, ecológicos y del desarrollo han modelado los cambios fenotípicos observados en las especies que componen este linaje. Procesos de selección natural y deriva génica, así como eventos como la expansión y extinción poblacional, han tenido un importante rol en los patrones de variación fenotípica (Templeton, Routman y Phillips, 1995; Relethford, 1997 y Templeton, 2006, citados por Bernal, D'Addona y Gonzalez, 2018).

En particular, a lo largo de 7 millones de años de evolución, las especies de homínidos han estado expuestas a distintos factores ecológicos que habrían actuado tanto como un agente de selección favoreciendo determinadas variantes genéticas en distintos contextos ecológicos, como induciendo cambios a lo largo de la ontogenia debido a la capacidad de los genotipos de producir diferentes fenotipos dependiendo del contexto ambiental en el que se desarrolla el organismo, e.g. plasticidad fenotípica (Ghalambor, McKay, Carroll y Reznick, 2007 y Rasanen y Kruuk, 2007). Entre los factores ecológicos más importantes que han contribuido a la variación morfológica en el linaje humano se ha señalado la composición y dureza de la dieta, los patrones de actividad, la temperatura y las innovaciones tecnológicas (Foley, 2002). Los cambios morfológicos inducidos por los factores genéticos y ambientales están mediados por la acción de múltiples procesos del desarrollo que a nivel molecular y celular involucran la acción de factores de señalamiento, genes reguladores y morfogenes, inducen cambios en el arreglo espacial de las células y tejidos dando lugar a la variación en forma y tamaño característica de las estructuras y organismos (Bernal, D'Addona y González, 2018).

En años recientes se ha renovado el interés por integrar los procesos evolutivos y del desarrollo que producen la variación fenotípica observada dentro y entre especies fósiles y actuales del linaje homínido (Boughner y Campbell, 2015). En tanto fenotipo complejo, la dentición contiene evidencias de estos procesos y eventos, y por lo tanto es posible emplear rasgos de la misma para recuperar datos útiles en estudios evolutivos, paleopatológicos y de paleodieta, del desarrollo, forenses, etc. En particular, los dientes han constituido la base de numerosas investigaciones científicas orientadas a comprender la evolución del linaje humano en paleoantropología (Hillson, 2014 y Guatelli-Steinberg, 2016, citados por Bernal et al., 2018).

Aunque algunos invertebrados, como los caracoles, poseen elementos trituradores en la región bucal, no se trata de estructuras homólogas a los dientes de los cordados. Una de las diferencias más significativas entre los organismos llamados protóstomos (artrópodos y moluscos) y los deuteróstomos (equinodermos y cordados) se encuentra en la larva. En los organismos protóstomos el blastoporo de la blástula forma la boca del individuo adulto, mientras que en los deuteróstomos el blastoporo forma el ano y la boca se abre en el extremo opuesto de la blástula. Los equinodermos (erizos, estrellas de mar y holoturias), que comparten esta

característica con los cordados, tienen otras similitudes significativas con ellos: en ambos grupos la división del cigoto es radial, no espiral, y origina células inicialmente indiferenciadas. Además, la pared interna del celoma de los deuteróstomos origina el endodermo en lugar de mesodermo, y las larvas de ambos grupos presentan una notocorda dorsal, que formará la columna vertebral en los vertebrados, y una cuerda neural también dorsal, situándose el tubo digestivo en posición ventral. Estas especializaciones únicas de los deuteróstomos muestran que el grupo de los cordados es monofilético cuando incluye a ambos grupos (equinodermos y cordados), que habrían tenido un antecesor común hace entre 600 y 700 millones de años y cuyos fósiles más antiguos se han encontrado en la provincia de Doushantou en China (Pérez-Pérez et al, 2010).

Los dientes en forma de cono o conoides son las primeras estructuras dentales verdaderas, aparecieron hace más de 250 millones de años en los reptiles primitivos. Son dientes lanariformes (cónicos, monocuspídeos y monorradiculares), y constituyen el primer paso en el desarrollo y evolución de los dientes: la etapa reptiliana o haplonte, la cual se caracteriza por la polifiodoncia (varias denticiones a lo largo de la vida), la haplodoncia (relativa sencillez de los elementos dentales) y el polisomerismo-metamerismo (semejanza entre todos los órganos dentales). Con el aumento de la complejidad de los reptiles, los dientes también se van haciendo más complejos: de la haplodoncia a la plexodoncia, del polisomerismo al anisomerismo (aparecen las primeras clases dentales), los dientes pasan de ser cónicos a denticulados (Labajo, Perea y Sánchez, 2005) (**Figura 2**).

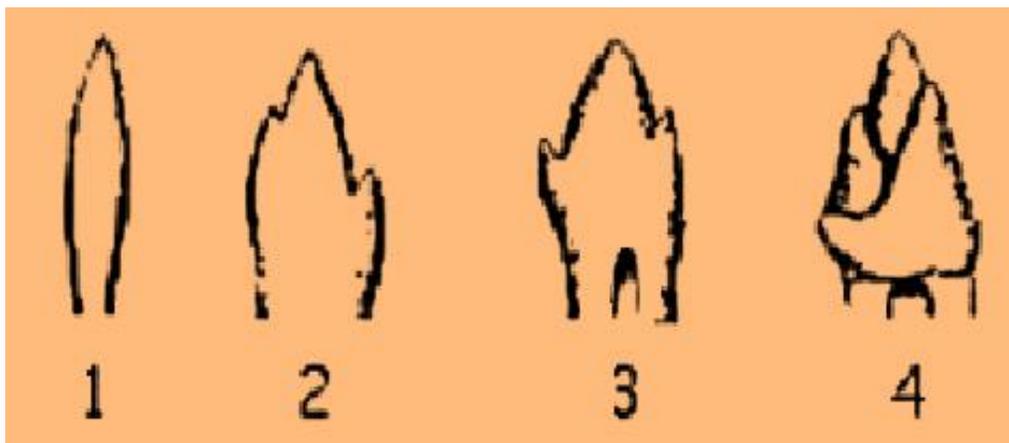


Figura 2. Evolución dental: 1. Diente conoide, 2. Diente denticulado. 3. Diente triconodonte. 4. Diente tribosférico.

Fuente: tomado de Labajo, 2005 y Pagano 1965.

En el Mesozoico, hace unos 200 millones de años, aparecen los primeros mamíferos. Con los mamíferos primitivos se alcanza la siguiente etapa en la evolución dental: *la etapa tritubercular*. Se dan los primeros indicios de una cuspidación evidente; los órganos dentales adoptan una forma de tres cúspides en línea: una principal y dos accesorias, mesial (M) y distal (D). Parejos a la evolución de los mamíferos, los dientes evolucionan a la que será la planta básica de los mamíferos “modernos”: el triángulo. En esta etapa aparecen la heterodoncia, la difiodoncia y el dimorfismo sexual asociado a los dientes (Ibíd).

Con la aparición y evolución de los homínidos, los dientes también evolucionaron. Los australopitecos constituyen una verdadera paradoja evolutiva, al evolucionar hacia formas cada vez más robustas, pesadas y primitivas: los parántropos, uno más de los callejones sin salida de nuestra prehistoria; no sin que antes se perfilase una nueva especie: el *Homo hábilis*. En los parántropos, mientras que los incisivos y caninos se reducen progresivamente, los molares aumentan en tamaño y en el grosor del esmalte, lo que indica un cambio en los hábitos dietéticos hacia una alimentación rica en fibra, aumentando en concreto el diámetro bucolingual (BL) de los dientes que se encuentran después de los caninos. En cuanto a los dientes, pese a sus rasgos primitivos, empiezan a mostrar la tendencia evolutiva reductiva, con terceros molares y caninos un poco más pequeños (Pagano, 1965, Reverte, 1993).

2.2 Morfología primitiva de las estructuras dentales

El estudio de la morfología de las estructuras dentales caninas ha permitido clasificar taxonómicamente a los homínidos, de tal manera que ha contribuido a la estimación del origen evolutivo del género *Homo* y la comprensión de la distribución geográfica de los grupos humanos pasados y actuales (Moreno, Goyes, Guerrero y Narváez, 2011). En los primates, la reducción de tamaño de los caninos y el grado de dimorfismo sexual se encuentra relacionado con el tamaño de la corona (Simons, Plavcan, Fleagle, 1999) y la simplificación de la morfología, lo cual recibió presión selectiva directa a partir de la adquisición de la posición erecta, del andar bípedo, la reducción del prognatismo facial, reducción del tamaño de los arcos dentales y la microdoncia generalizada (Alba, Moyá-Solá, Köhler, 2001, Plavcan, Van Schaik, Kappeler, 1995) condiciones morfológicas propias de los seres humanos (**Figura 3**).



Figura 3. Diferenciación morfológica del canino primitivo y el canino del humano moderno.
Tomado de: Gómez Robles, 2010.

Los primeros fósiles incluidos dentro de la rama de los homínidos, como *S. tchadensis* y *O. tugenensis*, se caracterizan por una reducción en el tamaño de los caninos, marcando la progresiva desaparición del denominado complejo Canino-Premolar3 (CP3) en este linaje (Haile-Selassie, Suwa y White, 2004). Este complejo, presente en todos los monos del Viejo Mundo, está conformado por los caninos maxilar y mandibular y el premolar mandibular. Los caninos son largos y se proyectan por fuera de la superficie de oclusión, resultando en el patrón característico de desgaste en la superficie disto-lingual del canino y mesio-bucal del premolar. El gran desarrollo de los caninos se vincula a aspectos del comportamiento dentro de las especies vinculados al apareamiento y la territorialidad, siendo este carácter más marcado en los machos. Estos primeros homínidos presentaban, asimismo, un espesor del esmalte dental intermedio entre el delgado esmalte observado en las especies posteriores de homínidos y los grandes monos actuales (Suwa, Kono, Simpson, Asfaw, Lovejoy y White, 2009).

Las especies designadas dentro del género *Australopithecus* continúan la tendencia hacia la reducción del tamaño de los caninos, por lo que la desaparición de este complejo se considera un carácter derivado en el linaje homínido. Asimismo, tanto las especies de *Australopithecus* como de *Paranthropus* se caracterizan por la molarización del P3 inferior que en los homínidos actuales, excepto en *H. sapiens*, presenta tres crestas (mesial, distal y transversa). Sin embargo,

otros aspectos de la dentición dentro del género son compartidos con miembros actuales de la familia Hominidae. En este sentido, los representantes más antiguos del género *Australopithecus* hallados hasta la actualidad, correspondientes a la especie *A. anamensis*, presentaban una arcada dental rectangular similar a los simios actuales, con caninos grandes y premolares unicúspides (Leakey, Feibel, McDougall y Walker, 1995).

La siguiente especie hallada en el registro fósil es *A. afarensis* cuya arcada molar es todavía rectangular, con las filas molares paralelas. Ambas especies tienen dientes con capas gruesas de esmalte, de mayor espesor que las especies más antiguas. Se cree que este es un rasgo derivado vinculado a la dureza de los alimentos que componían la dieta (Beynon y Wood, 1986). Otras especies de *Australopithecus* datadas entre 3,5 y 3,3 Ma han sido identificadas a partir de restos muy fragmentarios y el registro dental es escaso, en general exhiben similitudes con *A. afarensis*.

Mejor conocida es la especie *A. africanus* que presenta rasgos más similares a los fósiles asignados al género *Homo*, como una arcada parabólica, los diastemas que son comunes en grandes monos y en los primeros homínidos están prácticamente ausentes en *A. africanus*, los primeros premolares son bicúspides como en humanos modernos, y los caninos no formaban el complejo CP3 ya que presentan desgaste principalmente en la superficie oclusal (Guatelli-Steinberg, 2016). A pesar de esta mayor afinidad en la morfología dental, *A. africanus* exhibía mayor tamaño dental que *A. afarensis* y los representantes más tempranos del género *Homo*, sugiriendo, como se discute en el siguiente párrafo, una mayor afinidad con las especies de *Paranthropus*.

Finalmente, los restos de *A. sediba* indican una morfología más similar al género *Homo*. Por otro lado, se destacan las especies del género *Paranthropus*, que son contemporáneas a algunas especies de *Australopithecus* pero presentan molares y premolares de gran tamaño caracterizados por un esmalte de gran espesor (Bernal et al., 2016).

Una tendencia clara en la evolución del linaje homínido es la reducción del tamaño dental a través del tiempo. En la **Figura 4** se observa claramente el menor tamaño dental que exhibe *H.*

sapiens con relación a las especies fósiles. En relación con el tamaño de la dentición molar, tanto superior como inferior, se observa una clara reducción en los representantes fósiles y actuales del género *Homo* en comparación con las especies de *Australopithecus*, mientras el género *Paranthropus* presenta una tendencia opuesta con un incremento notable en el tamaño molar (Bernal et al., 2018)

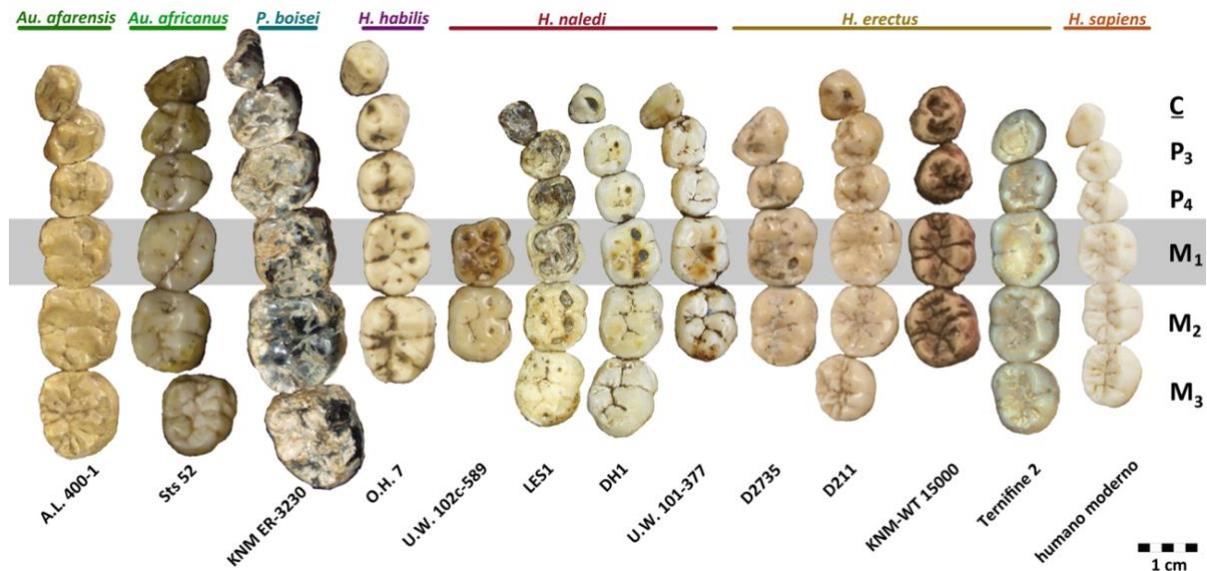


Figura 4. Dentición inferior de homínidos fósiles y humanos modernos.

Fuente: modificado por Bernal et al. (2018) de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elife-24232-fig12-v1_Occlusal_view_of_Homo_naledi_mandibular_teeth_compared_to_those_of_other_hominins.jpg

De otro lado, Gómez- Robles (2010) concluye en su estudio que en las teorías clásicas acerca de la evolución del tamaño del cerebro y los dientes en nuestros antepasados, no existe un vínculo entre la evolución del tamaño y la forma del cerebro y la evolución del tamaño de los dientes en los homínidos. Esta investigación se centró en el estudio de las tasas evolutivas de ocho especies de homínidos. Para analizar la forma del cerebro se emplearon ocho variables lineales medidas sobre modelos endocraneales y la forma y tamaño de los dientes fueron analizados mediante morfometría geométrica (Ibíd).

Otros autores manifiestan que con la evolución, el aislamiento genético pudo producir incremento del tamaño dental; mientras que la hibridación o mestizaje, por el contrario, pudo haber generado reducción y simplificación de las estructuras dentales. Por otro lado, la selección

negativa desprendida de las patologías como la caries y el apiñamiento, incidieron en la selección de individuos aventajados por poseer estructuras dentales simples. Precisamente a partir del Neolítico cuando las poblaciones humanas domestican plantas, animales y descubren la alfarería con la que pueden cocer alimentos vegetales duros como los granos, haciendo bastante énfasis en la dieta vegetal, este fenómeno tuvo un apreciable impacto en la transformación del sistema dental, mas aún en organos dentales caninos como encargados del desgarrar de los alimentos (Calcagno y Gibson, 1991).

Es preciso tener en cuenta que el proceso evolutivo es uno de los mecanismos genéticos que controla la forma de los dientes, puesto que los cambios morfológicos ocurren con el paso del tiempo, aunque en el caso de los primates este proceso es muy conservador y paulatino (Kraus, Jordan y Abrams, 1972).

CAPÍTULO III
DIMORFISMO SEXUAL EN
ESTRUCTURAS ÓSEAS HUMANAS

3.1 Dimorfismo sexual humano

El dimorfismo sexual se define como las diferencias morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y de comportamiento de machos y hembras de una misma especie y es una característica importante de variación interespecífica tanto en poblaciones vivas, como en restos humanos (Pucciarelli, 2010). El dimorfismo sexual está presente desde el estado embrionario, desarrollándose en dos primeras etapas, la determinación sexual, establecida genéticamente como una característica discreta, es mujer (XX) u hombre (XY) y la diferenciación sexual, eventos posteriores a la determinación en donde se establece el fenotipo masculino o femenino, ya no en forma discreta, sino graduada, es decir como una variable continua, lo que responde a la influencia de factores sistémicos o locales como la producción de hormonas por parte de las gónadas en desarrollo (Frayer y Wolpoff, 1985, Franklin, Cradini, Flave y Kuliukas, 2012). Según Hall (1982) y Bogin (1988), el dimorfismo sexual recibe influencias de factores culturales, nutricionales y ambientales, aunque la variación genética contribuye en mayor cuantía que los otros factores.

Aun así, en el periodo prenatal y los primeros meses de vida, que corresponden a una etapa de crecimiento rápido, las características morfológicas entre los dos sexos son muy similares, manteniéndose afines hasta el siguiente periodo de crecimiento rápido que corresponde a la pubertad en donde se desarrollan los caracteres sexuales secundarios, los cuales conducen a la madurez reproductiva, desarrollándose un claro dimorfismo sexual en tamaño (Bastir, Godoy y Rosas, 2011, Plavcan, 2011).

La especie humana ha variado su dimorfismo sexual a través del tiempo: en los humanos contemporáneos el índice de dimorfismo sexual o IDS5 es de 4 % a 7 % en comparación con los primeros homínidos que era del 66 %. Durante el Pleistoceno, la evolución del linaje humano se caracterizó por una significativa reducción del dimorfismo sexual, especialmente en los dientes. A pesar del citado índice de dimorfismo presente en los humanos modernos, para las variables lineales del esqueleto postcraneal, oscila entre el 8% y el 20%; y en los dientes entre el 8% y el

⁵ El IDS se obtiene de la relación entre el promedio masculino y el promedio femenino para cada rasgo. En las poblaciones humanas actuales varía entre 1,08 y 1,20 en las variables lineales del esqueleto postcraneal, es decir, entre un 8% y un 20%, Bermúdez de Castro et. al. (2000).

9%, en tanto que en Atapuerca, España, hace 300.000 años, alcanzaba el 24% en caninos, Bermúdez de Castro et al. (2000).

El dimorfismo sexual tiene diferentes grados y patrones de expresión en diferentes regiones del cuerpo, incluida la región craneofacial, también se presentan diferencias de forma debidas al factor sexo en las distintas etapas del desarrollo ontogénico, manifestándose claramente con la aparición de las características sexuales secundarias (Rojas, 2015)

El estudio de los tejidos duros del esqueleto humano como fuente de información valiosa que refleja procesos ontogénicos, evolutivos, adaptativos etc., provee datos factibles de ser aplicados como referencia en áreas tan disimiles como la identificación de restos en Antropología Forense, así como parámetros poblacionales fundamentales en diagnósticos clínicos (Ibíd.).

La importancia forense y arqueohistórica de establecer el sexo de un cadáver a partir de sus huesos ha hecho que prácticamente todo el esqueleto humano haya sido examinado en aras de determinar cuáles son las áreas más dimórficas del cuerpo y, por lo tanto, las más efectivas o útiles para responder a este interrogante, ya que el sexo de un cadáver puede conocerse evaluando métrica y morfológicamente el esqueleto axial y apendicular, entre otras estructuras anatómicas. La literatura indica que los estudios de carácter osteomorfológico o cualitativo existentes para determinar sexo en individuos adultos han ido reemplazándose paulatinamente por el análisis métrico de huesos específicos y otras estructuras, los cuales resultan especialmente útiles en cadáveres en los que se recuperan sólo algunas de sus estructuras óseas o fragmentos de estas (Retamal, 2004, Sanabria-Medina, et al. 2011).

A nivel mundial se han desarrollado estudios que permiten establecer el dimorfismo sexual a partir de prácticamente todas las estructuras óseas del cuerpo humano, sin embargo, la mayoría se han centrado en los que tradicionalmente se conocen como los más dimórficos, por ejemplo cráneo, cintura pélvica y huesos largos de miembros inferiores. No obstante, algunas estructuras no han gozado del mismo énfasis investigativo, como son los huesos de manos y pies, o como lo mencionan Sanabria-Medina et al. (2011), quienes ejemplifican esta situación reportando que los estudios de dimorfismo sexual con vértebras no superan una veintena a nivel

mundial: a) el índice de Baudoin quizás sea uno de los primeros estudios en que se empleó el atlas para obtener datos matemáticos sobre el sexo de un individuo; b) autores estudiaron cuantitativamente una muestra de primeras vértebras cervicales; c) otros generaron fórmulas discriminantes utilizando análisis de imagen en séptima vértebra cervical; d) diversos investigadores estudiaron cuantitativamente sobre segunda vértebra cervical, y e) otros, publicaron resultados de un estudio con análisis de imagen a partir de primera vértebra cervical para establecer sexo.

En cuanto a los rasgos diferenciadores del dimorfismo sexual en el esqueleto craneofacial, están basados en el grado de robusticidad o tamaño de los caracteres morfológicos, o que se puede apreciar como aumento de inserciones musculares, tamaño craneal, índices de relación anchura-longitud o circunferencia- longitud, grosor de las corticales óseas, lo que se traduce como disponer de estructuras robustas como borde suparorbitario, cresta occipital, torus occipital, cresta nugal y gran proceso mastoides, sin olvidar que dicha robusticidad puede estar influenciada por la lateralidad (Zorba, Konstantinos y Sotiris, 2011).

3.2 Estimación de sexo en estructuras óseas humanas

La estimación del sexo es el primer procedimiento a realizar en el proceso de identificación forense, incluso en los estudios de poblaciones antiguas, este puede resultar complejo y, requiere de una mediana a mayor experiencia en la interpretación de las variables morfométricas de los tejidos óseos humanos, en la medida que la velocidad del desarrollo y maduración ósea y dental de la especie humana varía en consonancia con variables ambientales, geográficas, dietarias e incluso culturales, lo que igualmente repercute en la correcta estimación del ancestro, edad biológica y talla del individuo.

El sexo es el rasgo fenotípico que más varía en la especie humana y se expresa tanto en el contexto de la genética, como en el de la fenética, en una distribución bimodal, es decir, que es dimórfico y posee solo dos posibles expresiones: masculino o femenino (Sanabria, 2008). Sin embargo, en la morfología del sistema óseo, el sexo no es una cuestión binaria que se pueda clasificar únicamente en Hombre/Mujer (Novotný et al., 1993), puesto que existen individuos que

poseen ambas características morfológicas en una o más estructuras óseas e incluso dentales. Por ejemplo, mujeres que presentan características masculinas y hombres con características femeninas (Krenzer, 2006), además, mujeres y hombres con características neutras. Estudios como el de Defrise-Gussenhove (1966), quien teniendo en cuenta esta imprecisión, propuso una escala de clasificación sexual que fluctúa entre “hiper-femenino” o “hiper-masculino”, con una categoría de “indeterminado” para aquellos rasgos que no se pueden clasificar en ninguna de las dos.

Por la ambigüedad morfológica que suelen presentar algunas estructuras óseas y que en diversas oportunidades se recuperan en buen estado de conservación, se han realizado investigaciones para la estimación de sexo en casi la totalidad de las estructuras óseas, enfocándose principalmente en características morfométricas de cintura pélvica y cráneo, dado que permiten obtener niveles de precisión de 90 a 95% en pelvis (Krogman e Iscan, 1986) y de 80 a 90% en cráneo (Williams y Rogers, 2006). Sin embargo, en la última década, los huesos largos (López-Costas et al., 2012) que ostentaban menos del 80% de acierto (Krenzer, 2006), la clavícula (Ríos-Frutos, 2002; Alcina et al., 2012; Guerrero y Sanabria, 2013), vértebras (Wescott, 2000; Sanabria et al., 2011; Zheng et al., 2012; Ostrofsky et al., 2015) y algunos huesos de manos y pies, han cobrado importancia para la identificación humana, especialmente para establecer dimorfismo sexual, logrando obtener, en algunas ocasiones, niveles de acierto similares a los de cráneo y pelvis.

Bajo esta lógica, el diagnóstico del sexo en un cadáver esqueletizado puede realizarse a partir de dos métodos: los *métricos* o *cuantitativos*, que a partir de diferencias que se expresan matemáticamente, permiten detectar, según el tamaño o longitud, el sexo de la estructura evaluada; y los *no-métricos* o *cualitativos*, que evalúan los rasgos morfológicos que pueden describirse y/o diferenciarse visualmente (Garvin, 2012) sin acudir al uso de instrumental métrico; lo que puede generar subjetividad frente a la objetividad, descripción vs. medición y experiencia vs. estandarización estadística (Krogman e Iscan, 1986). No obstante, ambos aumentan la probabilidad a *posteriori* de la estimación de sexo (Krenzer, 2006) según el caso.

La estimación del sexo de un cadáver humano a partir de la evaluación cualitativa o cuantitativa de sus estructuras óseas requiere idealmente del análisis de la mayor cantidad posible marcadores sexuales disponibles, si el procedimiento no se efectúa de esta manera, es posible obtener resultados sesgados.

Según Meindl et al. (1985) En la medida que el cadáver examinado esté más completo, el diagnóstico del sexo será más preciso y podrá oscilar entre 80% y 97% de precisión, dependiendo del porcentaje de entereza del esqueleto; ya que el procedimiento más adecuado para dicha evaluación consiste en analizar todas y cada una de las piezas que lo conforman; pues es posible que un mismo individuo presente algunas estructuras óseas de apariencia masculina y femenina a la vez, lo que conlleva a que el análisis de una sola pieza ósea induzca a error en la determinación sexual. A pesar de ello, existen casos en que se recupera solo un segmento óseo del cadáver, por ejemplo un cráneo. Ante esta situación se deberá estimar el perfil biológico solo con dicha estructura y aplicando el principio de evaluar todos los marcadores indicadores de sexo en la estructura, incluidos los óseos y dentales, tanto cualitativa, como cuantitativamente.

El éxito de la identificación forense depende de diversidad de factores, algunos de ellos son los siguientes:

- Que el esqueleto esté completo y pertenezca a un mismo individuo.
- Que las estructuras óseas presenten un buen índice de conservación.
- Que el proceso de maduración ósea y dental haya culminado.
- El dimorfismo sexual que exhiban las estructuras óseas o dentales examinadas.
- La dieta, hábitos ocupacionales y en general las condiciones de vida de las sociedades humanas pueden generar modificaciones que afectan en mayor o menor medida el dimorfismo sexual, tanto en individuos, como en poblaciones.
- La experiencia del examinador.

3.3 Estimación cualitativa del sexo en cráneo

El cráneo es una estructura que exhibe óptimos marcadores para estimar el sexo (**Figuras 5 y 5 A-B**), ocupando el segundo lugar después de la cintura pélvica. La estimación de sexo con esta estructura ósea parte del principio de que el cráneo masculino es de mayor tamaño, más robusto, y con inserciones óseas musculares más marcadas que el cráneo femenino (**Tabla N° 1**). Buikstra y Ubelaker (1994), diseñaron un sistema de valoración que permite evaluar diferentes áreas del cráneo, allí se le asignan valores de 1 a 5; siendo 1 y 2 de sexo femenino, 4 y 5 de sexo masculino y 3 a individuos que generan duda en la asignación del sexo. No obstante, se debe agregar que existen poblaciones que no exhiben un marcado dimorfismo sexual, es decir, que se pueden encontrar individuos femeninos tan robustos como los masculinos; factor que se debe tener en cuenta precisamente por lo comentado por Rodríguez (2011), quien sugiere que al estudiarse la variación de una población, se deben considerar varios niveles o escalas de análisis, de lo particular a lo general, desde lo individual, intragrupal, hasta lo intergrupalo.

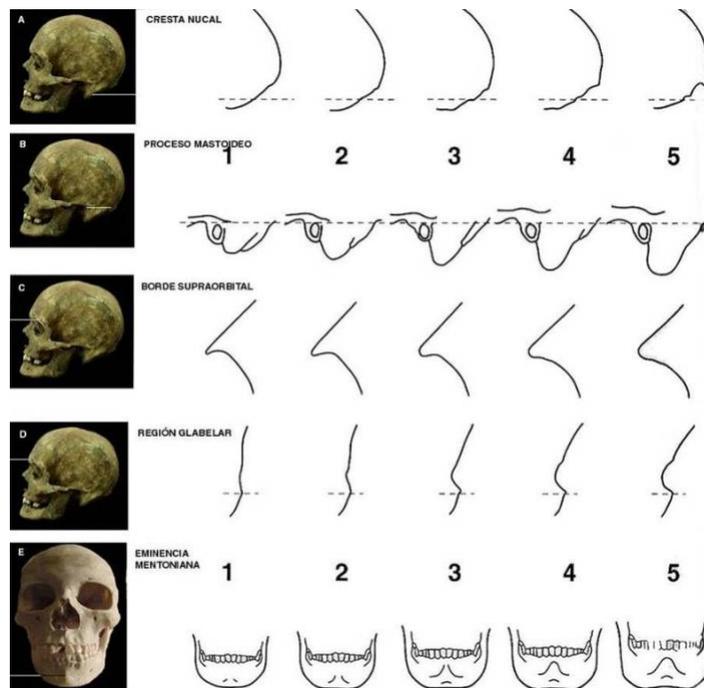


Figura 5. Sistema de puntaje numérico para evaluar el dimorfismo sexual en cráneo y mandíbula. La línea que aparece en las fotografías señala el área que se va a evaluar, si se califica como 1 y 2 corresponderá a sexo femenino, 3 a indeterminado, 4 y 5 a sexo masculino.

Fuente: el dibujo fue tomado y modificado de Buikstra y Ubelaker (1994); las fotografías de los cráneos fueron tomadas y diagramadas por Sanabria (2004).



Figura 5 A. Variables morfológicas dimórficas en un cráneo femenino: proceso mastoideo pequeño, arcos superciliares poco evidentes, glabella poco proyectada, notable inclinación frontal, el borde supra orbital agudo afilado y delgado, cigomático, protuberancia occipital externa, no muy marcada, ángulo mandibular obtuso y redondeado.

Figura 5 B. Variables morfológicas dimórficas en un cráneo masculino: proceso mastoideo voluminoso, grande y redondeado, arcos superciliares marcados, glabella sobresaliente. Inclinación frontal marcada, borde supra orbital romo y liso, cigomático, protuberancia occipital externa marcada y masiva, ángulo mandibular agudo y rectangular.

Fuente: figuras 5 A y 5 B tomadas de Sanabria-Medina y Osorio (2008), con permiso del Editor.

Tabla N° 1. Algunas diferencias sexuales en el cráneo.

CARACTERÍSTICA	MUJERES	HOMBRES
General	Inserciones musculares menos marcadas y lisas, tabla craneal tiende a ser más delgada, generando menor peso	Inserciones musculares óseas muy marcadas, tabla craneal gruesa, mayor peso
Cráneo	De rasgos suaves, redondead, pequeño.	Rasgos fuertes, generalmente pesado, grande
Frente	Tendencia a la verticalidad	Inclinada
Cigomático	Bajo, pequeño, más arqueado	Alto y grueso
Borde supraorbital	Agudo, afilado, delgado	Romo, liso, grueso
Región glabellar	Aplanada	Prominente
Paladar	Corto, más redondeado y más plano	Amplio, largo y abovedado
Base craneal	Más aplanada y menos marcada	Más rugosa y redondeada, las inserciones musculares óseas son muy marcadas
Hueso occipital	Relieve suave, las líneas nucales son casi imperceptibles	Relieve áspero, las líneas nucales son muy marcadas
Proceso mastoideo	Son pequeños	Más masivos y amplios, robustos
Protuberancia occipital externa	No muy marcada, casi inobservable	Marcada a masiva, puede llegar a parecerse a una exostosis ósea
Mandíbula	Corta, estrecha, baja y grácil, poco pesada	Larga, amplia, alta, robusta, pesada y cuadrangular en el arco dental anterior
Angulo mandibular	Obtuso (> 125°) y redondeado	Agudo (< 125°) y rectangular
Gonion	Superficie lisa	Superficie rugosa
Cóndilo mandibular	Pequeños, bajos	Grandes, altos

3.3.1 Esqueleto facial

- **Arcos superciliares:** Más prominentes en individuos masculinos, que femeninos.
- **Borde supraorbital:** En individuos masculinos se presenta más romo, en individuos femeninos es agudo, afilado; se puede percibir pasando la yema de los dedos sobre esta región.
- **Paladar:** Suele ser alargado en individuos masculinos.
- **Huesos malares:** Son más altos y robustos.

3.3.2 Mandíbula

- **Sínfisis mandibular:** más robusta, proyectada y marcada en individuos masculinos, que en femeninos.

3.3.3 Bóveda craneal

- **Líneas nucales:** Muy marcadas en individuos masculinos, en general la base craneal en individuos masculinos es bastante rugosa (**Figura 6**).



Figura 6.

Figura 6. Izquierda: base craneal femenina, de superficie lisa. **Derecha:** base craneal masculina, de superficie rugosa debido a inserciones musculares óseas más marcadas.

Fuente: tomadas y modificadas de Sanabria-Medina, 2004, con permiso del Editor.

- **Protuberancia occipital externa:** es otra área ósea que muestra un marcado dimorfismo sexual, consiste en una protuberancia ósea que se ubica en el tercio medio de hueso occipital. Su presencia en individuos femeninos no es muy común, en cambio, en los individuos masculinos aparece más o menos marcada y en algunos casos puede llegar a parecer una exostosis (**Figura 7**).

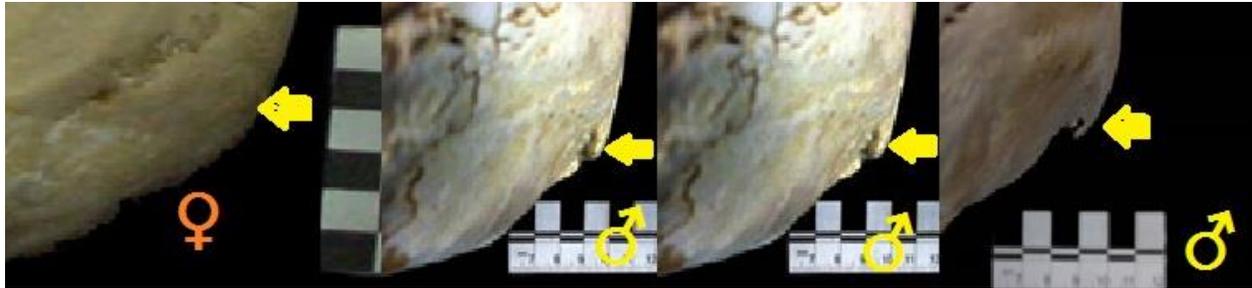


Figura 7.

Figura 7. Variabilidad de la protuberancia occipital externa. La figura izquierda muestra la de un individuo típicamente femenino. Las tres siguientes figuras muestran variantes morfológicas en individuos masculinos.

Fuente: tomadas y modificadas de Sanabria-Medina, 2004, con permiso del Editor.

- **Procesos mastoideos:** Más alargados, masivos y robustos en individuos masculinos.
- **Proceso cigomático:** Su raíz posterior se extiende como una cresta adicional en individuos masculinos, llegando en algunas ocasiones a sobrepasar el punto medio superior del meato auditivo.

3.4 Dimorfismo sexual en cintura pélvica

La cintura pélvica es quizás la estructura ósea que brinda mayor información sobre el sexo de un individuo; de hecho, allí se encuentran las áreas que, según diferentes autores, orientan con mayor certeza el sexo de fetos e infantes.

La cintura pélvica de un adulto está conformada por tres huesos: dos coxales y el sacro, este último se ubica en región posterior de la cintura. En un individuo subadulto, cada coxal está formado por tres huesos unidos por cartílago: el ilion, el isquion y el pubis; los cuales se fusionan

progresivamente durante la adolescencia (**Figura 8**), hasta convertirse en una sola pieza llamada coxal al llegar a la edad adulta.



Figura 8. Coxal de individuo adolescente masculino que no ha culminado el proceso de fusión de ilion, isquion y pubis.

Fuente: tomada y modificada de Sanabria-Medina, 2004, con permiso del Editor.

La capacidad de las hembras humanas para gestar un feto durante varios meses al interior de su cavidad pélvica, es la principal razón que conllevan a que a nivel óseo esta región se haya adaptado evolutivamente para tal evento, adoptando proporciones y morfología particulares con respecto a la de los hombres; haciendo que su estructura marque diferencias anatómicas que permiten un adecuado desarrollo fetal y parto.

Genovés (1964), considera que teniendo en cuenta el dimorfismo sexual, las mujeres poseen un cuerpo más pequeño que el del hombre, y consecuentemente el pubis y toda la pelvis más delgada y ligera. La evaluación de estas diferencias permite determinar con cierta facilidad la pertenencia de un individuo al sexo masculino o femenino, más que en otras áreas del esqueleto.

En razón a los requerimientos de la gestación, esta área es de mayores dimensiones en individuos femeninos, que en masculinos (**Figura 9**).



Figura 9. Cavidad pélvica femenina (izquierda), cavidad pélvica masculina (derecha).
Fuente: tomada y modificada de Sanabria-Medina, 2004, con permiso del Editor.

3.4.1 Ángulo subpúbico

En individuos masculinos es más cerrado y agudo, en los individuos femeninos es más abierto, conforma un arco (**Figura 10**).



Figura 10. (A) Área subpúbica femenina conforma un ángulo arqueado, abierto. (B) Área subpúbica masculina, conforma un ángulo agudo, triangular, cerrado.
Fuente: tomada y modificada de Sanabria-Medina, 2004, con permiso del Editor.

3.4.2 Escotadura ciática

La escotadura ciática en individuos femeninos es amplia y poco profunda (**Figura 11 derecha**), en masculinos es angosta y más profunda (**Figura 11 izquierda**). Si trazamos sobre un plano una línea vertical imaginaria que divida en dos partes la escotadura ciática, veremos que en los individuos femeninos los dos segmentos generados por la división serán simétricos, en cambio en los masculinos serán asimétricos (**Figura 12 A y B**).

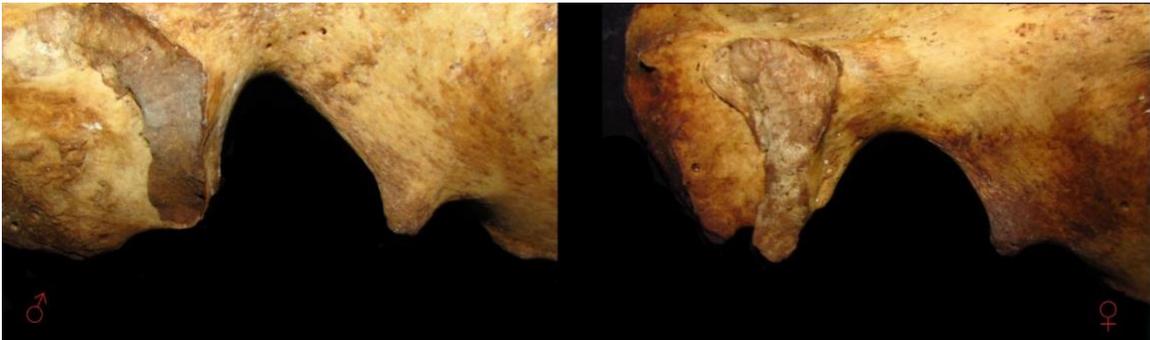


Figura 11. Izquierda: escotadura ciática masculina. **Derecha:** escotadura ciática femenina.
Fuente: tomada y modificada de Osorio y Sanabria-Medina (2016), con permiso del Editor.

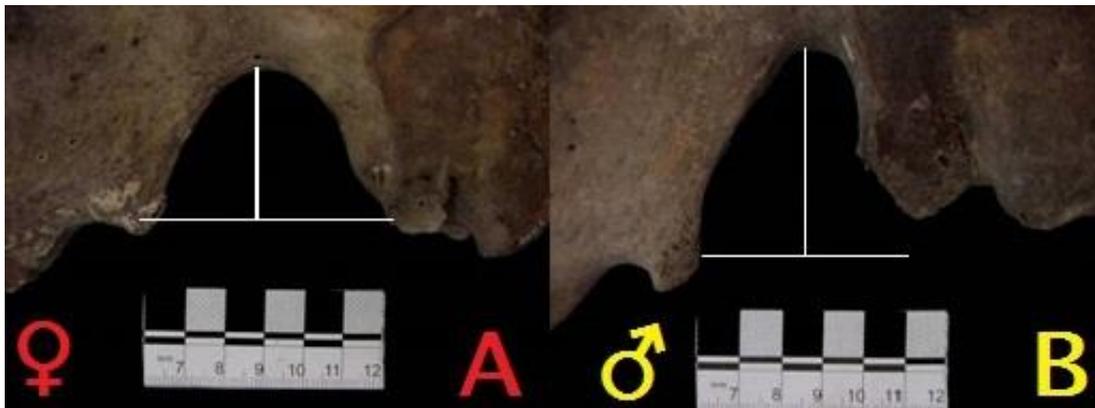


Figura 12. (A) Al dividir verticalmente la escotadura ciática femenina resultarán lados simétricos. **(B)** Al dividir verticalmente la escotadura ciática masculina resultarán lados asimétricos.
Fuente: tomada y modificada de Sanabria-Medina (2008), con permiso del Editor.

3.4.3 Surco preauricular

El surco preauricular (**Figura 13**) tiene una estrecha relación con el momento del parto — vaginal, no por cesárea— (Sanabria, 2008), se presenta como una cavidad de forma alargada y ancha, o como un pequeño canal, en las mujeres seniles el surco tiende a desaparecer por procesos articulares degenerativos que generan labiaciones óseas que rellenan dicho espacio.

Según algunos investigadores, el surco preauricular éste se va profundizando en la medida en que se produzcan más partos. En las mujeres seniles el surco tiende a desaparecer por procesos articulares degenerativos que generan labiaciones óseas que rellenan dicho espacio.

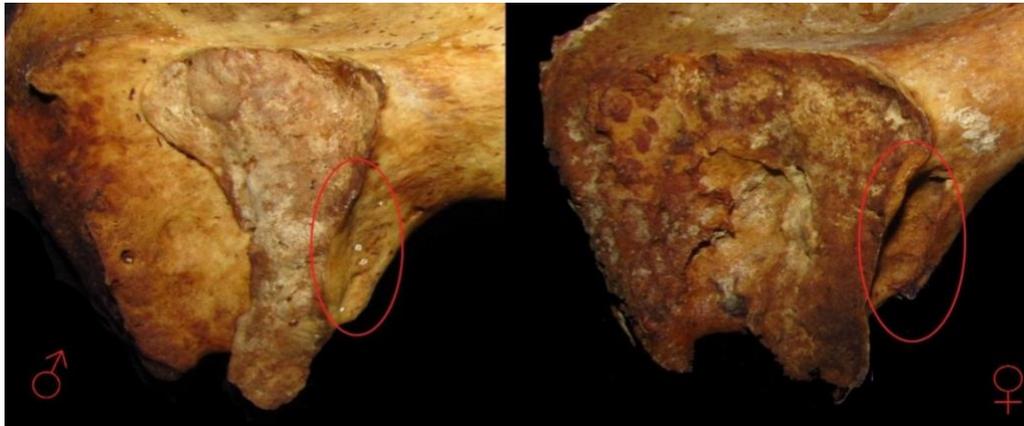


Figura 13. Izquierda: ausencia de surco preauricular en individuo de sexo masculino. **Derecha:** presencia de surco preauricular en individuo de sexo femenino.

Fuente: tomada y modificada de Osorio y Sanabria-Medina (2016), con permiso del Editor.

3.4.4 Rama isquiopúbica

Es más angosta o delgada en individuos femeninos y más ancha o gruesa en masculinos (**Figura 14**).

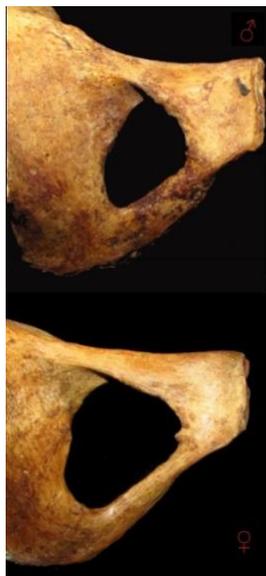


Figura 14. (Superior) rama isquiopúbica masculina, más ancha o gruesa en sentido latero/medial. **(Inferior)** rama isquiopúbica femenina, más angosta o delgada en sentido latero/medial.

Fuente: tomada y modificada de Osorio y Sanabria-Medina (2016), con permiso del Editor.

Sanabria-Medina et al. (2016) mencionan que entre los trabajos que han examinado características morfológicas de huesos coxales, está el de Phenice (1969) quien utiliza las particularidades morfológicas del pubis para estimar el sexo, logrando un acierto de 96%. Sin embargo, este porcentaje ha sido inconsistente en otras investigaciones, como la de Lovell (1989) quien a través de un estudio de validación reportó exactitud de solo 83%, tal inconsistencia se debe, según Bruzek (2002), a que el dimorfismo sexual del coxal debe ser visto en conjunto, y las observaciones no deben ser restringidas solo al pubis. Para comprobar su propuesta y con la intención de aumentar el porcentaje de exactitud en los métodos visuales a partir del hueso coxal, Bruzek (2002) utilizó cinco rasgos del complejo sacro-iliaco e isquiopúbico: superficie auricular del pubis, escotadura ciática mayor, arco compuesto⁶, pelvis inferior —borde inferior del hueso coxal— y la proporción⁷ isquiopúbica (**Figuras 15 a 18**).

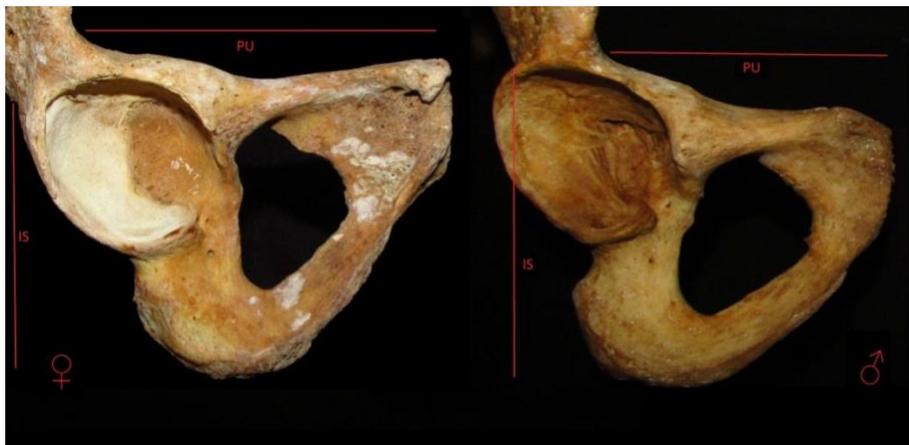


Figura 15. Proporción isquiopúbica.

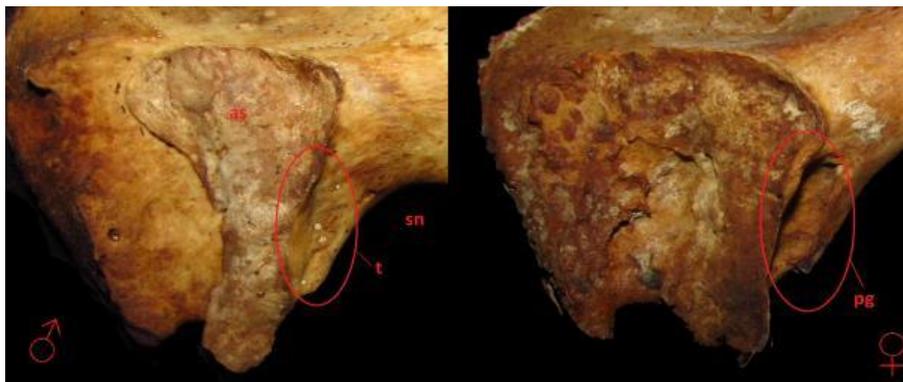


Figura 16. Superficie preauricular.

⁶ Es el nombre que el autor le da a la medición del borde supero-anterior de la escotadura ciática y el borde superior de la cara auricular.

⁷ Con este término, el autor indica la relación existente entre las longitudes del pubis y el isquion.



Figura 17. Escotadura ciática mayor.



Figura 18. Pelvis inferior (rama isquiopúbica)

Figuras 15 a 18. Rasgos para la estimación de sexo en complejo sacro-iliaco e isquiopúbico propuestos por Bruzek (2002).

Fuente: tomadas y modificadas de Osorio y Sanabria-Medina y (2016), con permiso del Editor.

3.4.5 Modificaciones óseas en cintura pélvica por efectos del parto

Durante las labores de parto por vía vaginal —no por cesárea— y por efectos de la presión generada por el feto al momento de descender por el canal, generalmente se producen pequeños traumatismos que se manifiestan en desprendimientos irregulares del periostio en diversos puntos de la cara interna del pubis; conduciendo a hemorragias sub-periosteales en las zonas afectadas (Sanabria-Medina et al., 2016). Dichos traumatismos y como respuesta vital del organismo, darán paso a un proceso de reparación/remodelación/cicatrización que puede ser observable macroscópica y microscópicamente (Stewart, 1970; Suchey et al., 1979; Sanabria, 2008). Estas características han sido utilizadas por Holt (1978), Kalley (1979) y Snosgrass y Galloway (2003), quienes relacionan la formación de grietas y ranuras en los sitios de inserciones ligamentosas de la pelvis ósea femenina con el embarazo y el parto (**Figura 19**).



Figura 19. Ubicación y aspecto de las 1) picaduras dorsales del pubis, 2) surco preauricular (Fuente: Kalley, 1979).
Fuente: tomada y modificada de Osorio y Sanabria-Medina (2008), con permiso del Editor.

Houghton (1974) identificó dos tipos diferentes de surco preauricular, uno poco profundo y corto que puede presentarse tanto en hombres, como en mujeres y otro profundo y amplio, que suele encontrarse solo en mujeres, que resultaría ser un indicador del parto y por tanto, un indicador de sexo (citados por Sanabria-Medina, 2016). No obstante, se debe tener precaución con los resultados arrojados tras utilizar dicho método, debido a que varios autores (Holt, 1978; Kalley, 1979; Snosgrass et al., 2003) demuestran que las cavidades, o ranuras localizadas en la superficie dorsal del pubis, la presencia de surco preauricular, el surco inter-óseo y la tuberosidad púbica, no siempre están presentes en mujeres que han tenido hijos, por lo tanto su ausencia no necesariamente indica que el individuo sea masculino, así mismo, Ashworth et al. (1976) muestran que las cicatrices de parto no son sino una parte del espectro de trastornos inflamatorios de sínfisis púbica, agrupado bajo el término “no específico” u “osteítis del pubis”, que puede catalogarse como de etiología infecciosa, traumática (no fisiológica), traumática (fisiológica), secundaria a la gestación y el parto, y artritis reumatoide (infecciosa o no infecciosa), y que actualmente pueden aparecer después de una cirugía retro-púbica, siendo más comunes en los hombres. A ello podríamos adicionar que, en los partos por cesárea, dichos cambios (mecánicos) no tendrían que comprometer traumáticamente el hueso púbico y áreas óseas de cintura pélvica.

Otro factor a tener en cuenta al momento de utilizar este marcador como indicador de sexo, es la edad del individuo, ya que en mujeres seniles el surco preauricular tiende a desaparecer debido generalmente a procesos articulares degenerativos que causan la formación de

forámenes o labiaciones óseas que sistemáticamente colapsan y rellenan este espacio (Sanabria-Medina, 2008).

En las tablas N° 2 a 5 se muestran resultados de algunos estudios que han examinado diferentes áreas de cintura pélvica; en la Tabla N° 6 se muestran algunas características métricas que orientan el sexo con estructuras óseas de esqueleto postcraneal.

Tabla N° 2. Determinación de sexo en cintura pélvica (Phenice, 1996).

RASGO	MASCULINOS	FEMENINOS
Arco ventral	Ausente	Presente
Concavidad subpúbica	Ausente	Presente
Aspecto medial de rama isquiopúbica	Ancho y aplanado	Estrecho

Tabla N° 3. Longitud del pubis, Washburn, 1948).

POBLACIÓN	N	MEDIA (mm)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	RANGO
Hombres blancos	100	73.8	4.1	65 - 83
Mujeres blancas	100	77.9	4.4	69 - 95
Hombres negros	50	69.2	4.7	60 - 88
Mujeres negras	50	73.5	4.4	63 - 86

Tabla N° 4. Longitud del isquion (Washburn, 1948).

POBLACIÓN	N	MEDIA (mm)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	RANGO
Hombres blancos	100	88.4	4.3	75 - 98
Mujeres blancas	100	78.3	3.8	69 - 93
Hombres negros	50	86.6	3.6	79 - 96
Mujeres negras	50	77.5	4.4	67 - 86

Tabla N° 5. Índice isquiopúbico (Washburn, 1948).

POBLACIÓN	N	MEDIA (mm)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	RANGO
Hombres blancos	100	83.6	4.0	73 - 94
Mujeres blancas	100	99.5	5.1	91 - 115
Hombres negros	50	79.9	4.0	71 - 88
Mujeres negras	50	95.0	4.6	84 - 106

Tabla N° 6. Algunas diferencias métricas sexuales postcraneales citadas por Polo (2003).

HUESO	MEDIDA	SEXO	
		Hombre	Mujer
Clavícula	Longitud máxima	>= 150 mm	<= 138 mm
	Perímetro centro	>= 36 mm	<= 32 mm
Escápula	Altura.	>= 157 mm	<= 149 mm
	Anchura.	>= 29 mm	<= 26 mm
	Longitud.	>= 141 mm	<= 128 mm
Húmero	Longitud máxima.	>= 330 mm	<= 280 mm
Radio	Longitud fisiológica.	>= 235 mm	<= 200 mm
	Longitud máxima.	>= 250 mm	<= 215 mm
Cúbito	Longitud máxima.	>= 265 mm	<= 230 mm
	Longitud fisiológica.	>= 240 mm	<= 205 mm
Coxal	Anchura del ilion.	64-65 mm	57-58 mm
	Long. superficie articular con sacro.	55-60 mm	45-50 mm
	Índice isquio-púbico.	83	<= 99,5
Pelvis	Índice altura.	79	<= 74
Fémur	Longitud.	Desde 460 mm	<= 390 mm
	Diámetro vertical cabeza.	Desde 44,5 mm	<= 43,5 mm
	Anchura epífisis inferior.	Desde 76 mm	<= 74 mm
Tibia	Longitud máxima.	>= 380 mm	<= 320 mm

3.5 Estimación de sexo en individuos subadultos

Según Márquez-Grant et al., citados por Sanabria-Medina et al. (2016), mientras que en el campo de la antropología forense los métodos de identificación están siendo constantemente re-examinados y optimizados, aún existen áreas en que no se ve tal expansión, por ejemplo, la estimación de sexo en subadultos a partir de restos óseos. Por lo que suele estimarse a través de análisis de ADN, preferiblemente de piezas dentales, seguido de huesos craneales o cortes de huesos largos como el fémur (e.g. Daskalaki et al., 2011), la principal razón es que los métodos existentes proporcionan una probabilidad de acierto menor al 70%, lo que resulta poco útil para casos forenses, debido a que resulta inaceptable para los juzgados y un informe pericial.

Contrario, a las investigaciones realizadas para estimar la edad en subadultos, que puede ser determinada con gran precisión utilizando diversas variables (Huxley y Angevine, 1999), por ejemplo, el desarrollo dental, específicamente la erupción dentaria y mineralización (Demirjian, 1986; Demirjian et al., 1973; Garn y Burdi, 1971); seguida del estado de los centros secundarios de osificación y fusión ósea (Noback, 1954; Scheuer y Black, 2000). Sin embargo, las investigaciones que se han realizado para la estimación de sexo a partir del análisis de restos óseos han sido problemáticas (e.g. Scheuer y Black 2000, p. 15-16; Lewis y Flavel, 2006, p. 47; Moore, 2013) y quizá demasiado específicas con respecto a ciertos huesos —mandíbula y pelvis— y que siguen presentando un importante margen de error (e.g. Weaver, 1980; Hunt, 1990; Holcomb y Konigsberg, 1995; Molleson et al., 1998; Schutkowski, 1993; Loth y Henneberg, 2001; Black y Ferguson, 2011).

Lo mismo sucede con los dientes, donde el dimorfismo sexual, especialmente de los caninos puede ser significativo (e.g. Moss y Moss-Salentijn, 1977; Ferembach et al., 1980, p. 525; Molleson et al., 1998; Pattenati-Soubayroux et al., 2002; Cardoso, 2008) aunque no siempre (e.g. İşcan y Kedici, 2003).

Hasta el momento, para la estimación de sexo en subadultos, los métodos cualitativos son quizás los mejores, debido principalmente a que las diferencias de tamaño no suelen resultar útiles, puesto que hombres y mujeres maduran a ritmos diferentes (DiGangi y Moore, 2012,

citados por Sanabria-Medina et al., 2016) y el tamaño de los huesos tiende a incrementar los errores en la medición. De este modo, la estimación de sexo en subadultos, se convierte en el área más problemática para antropólogos forenses y bioarqueólogos (Scheuer y Black, 2004). El problema parece radicar en que las estructuras óseas de los individuos subadultos aún no han madurado, lo que conlleva a que la ausencia de caracteres sexuales secundarios dificulte notoriamente su discriminación sexual. A ello se agregan otras variables de dificultad en el tejido óseo de cadáveres de subadultos procedentes de contextos forenses, tales como su generalmente precario estado de conservación, dada su poca resistencia a la acción de agentes tafonómicos, y a la no recuperación de estructuras que al momento del fallecimiento estaban conformadas por tejido cartilaginoso.

CAPÍTULO IV
DIMORFISMO SEXUAL EN
ESTRUCTURAS DENTALES

4.1 El tamaño dentario y la odontometría en el diagnóstico del sexo

A finales del siglo XIX se clasificaron las poblaciones humanas de acuerdo al tamaño de los dientes en megalodontes, mesodontes y microodontes, dentro de los cuales se ubicaban respectivamente los australianos, andamaneses y tasmanios; chinos, indígenas americanos y malayos; y con los dientes más pequeños estaban los europeos, hindúes y antiguos egipcios (Rodríguez, 2003). A partir de allí y desde el punto de vista poblacional, la investigación en este tópico se centró en la comparación de las dimensiones dentales de diferentes grupos étnicos y la asociación y clasificación dentro de los cuatro grandes complejos dentales (australoides, caucasoides, mongoloides y negroides), evidenciando diferencias en el tamaño de los dientes. Las diferencias son más apreciables en cuanto el diámetro meso-distal, especialmente del incisivo lateral superior, premolares superiores, segundo molar superior, canino inferior, primer premolar inferior, primer y segundo molar inferior. Las diferencias en el diámetro vestibulolingual son casi inexistentes (Bernabé, Lagravére y Flórez, 2005).

La odontometría es un método útil, sobre todo cuando no se conserva completo el esqueleto o cuando el individuo es subadulto. En este punto es necesario entender desde el contexto de la violencia colombiana cómo los dientes pueden representar el principal objeto de estudio para proveer información útil para dilucidar aspectos de trascendental importancia en los procesos de cuerpos esqueléticos en condición de no identificados y de diversa procedencia (Sanabria-Medina, 2011).

La mayoría de métodos descritos y reportados en la literatura que intentan determinar el sexo utilizando las estructuras dentales se basan en mediciones manuales de los distintos diámetros dentales con el uso de calibre (Sanabria-Medina et al., 2015), aunque también se evidencian metodologías que emplean radiografías, mecanismos sistematizados, analizadores de imagen, tomografías computarizadas simples o en 3D con el fin de hacer más específico y exacto el análisis y las mediciones (Ibíd.).

Sin embargo, estudios a nivel nacional proponen medidas de caninos, incluidas las propuestas de Gómez y Sanabria-Medina (2002), basados en otros referentes latinoamericanos y

extranjeros con el fin de aplicarlas al contexto colombiano, identificando áreas dimórficas útiles para discriminar e identificar dental y sexualmente un cuerpo (**Tabla 7**).

La determinación del sexo utilizando características dentales se basa principalmente en la comparación de las dimensiones dentales en hombres y mujeres, o en la comparación de frecuencias de características dentales no métricas, como el tubérculo de carabelli, el desvío de las rugas de los primeros molares inferiores, el borde accesorio distal de la parte superior de caninos inferiores o la cúspide en garra de los incisivos centrales superiores (Teschler-Nicola y Prossinger, 1998).

Hay numerosos estudios en los que las diferencias odontométricas tanto masculina y femenina son claramente identificadas (Teschler-Nicola et al., 1998; Muller, Lupi-Pegurier, Quatrehomme, y Bolla, 2001; Alt et al., 1998; Rao, N.G., Rao, Pai y Kotian, 1989). Considerando el hecho que hay diferencias en características odontométricas en poblaciones específicas (Iscan y Kedici, 2003), incluso dentro de la misma población, es necesario determinar frecuencias poblacionales que permitan conocer los valores de poblaciones específicas. Estos valores puede ser de utilidad para determinar el sexo en casos específicos.

Para fines investigativos, en las diferencias odontométricas sexuales es usual que ingresen al laboratorio de antropología forense cadáveres en los cuales se ha recuperado tan solo una de sus estructuras óseas, un ejemplo de ello podría ser un cráneo. Ante dicha situación surgirá la necesidad de establecer el sexo y demás interrogantes biológicos del individuo solo a partir de dicha estructura. Para evitar sesgos en tal situación, se deben examinar la totalidad de marcadores sexuales que presente dicho cráneo, es decir, se deben realizar las mediciones necesarias para poder aplicar funciones discriminantes, evaluar su morfología y acudir al estudio de sus dientes, tanto métrica, como morfológicamente (Sanabria-Medina et al., 2011).

Ante este panorama, la antropología dental ha venido escalando posición dentro del actuar del odontólogo forense colombiano, a través de su aplicación en el abordaje integral de los casos complejos (Moreno, Moreno y Marín, 2007), que son cadáveres en avanzado estado de

descomposición, desmembración, esqueletización, carbonización y/o partes humanas aisladas del resto del cuerpo.

Los dientes presentan preservabilidad, observabilidad y variabilidad dentaria, lo cual los ha colocado en una posición privilegiada que ha permitido el desarrollo de estos estudios en mención para el alcance de diversos objetivos enfocados a establecer el estudio y control de las variables genéticas de los dientes como su tamaño, morfología y número; determinar el tipo de dieta de los antepasados más antiguos del hombre actual mediante un análisis microscópico; evidenciar que la cultura, reflejo de la sociedad y del hombre mismo, ha influenciado las modificaciones de los dientes; generar sistemas de clasificación basados en la anatomía comparada para suscitar relaciones biológicas y demostrar que los dientes presentan dimorfismo sexual y racial en individuos humanos (Rojas, 2015).

Lo anterior es posible debido a algunos aspectos que se evidencian en el sistema dentario y que hacen parte de estos análisis como es su morfología, las dimensiones métricas, asimetrías, el patrón de desgaste, los tratamientos dentales y la cavidad pulpar que es una cámara de conservación de material genético; lo que se considera una importantísima batería de datos que contribuye a la individualización de personas desaparecidas (Perilla, Sandoval, Rojas y Támara, 2016). Autores como Capitaneau Willems y Thevissen (2017) describen y simplifican métodos odontológicos y antropológicos forenses para la estimación del sexo, para ambos incluye variables métricas y no métricas y análisis bioquímicos (**Figuras 20 y 21**).

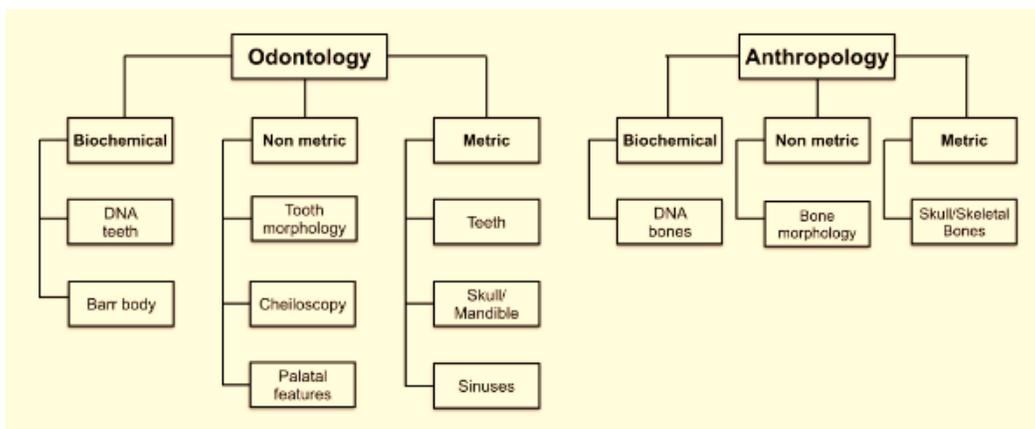


Figura 20. Métodos odontológicos y antropológicos forenses para la estimación del sexo.
Fuente: tomado y modificado de Capitaneau et al. (2017).

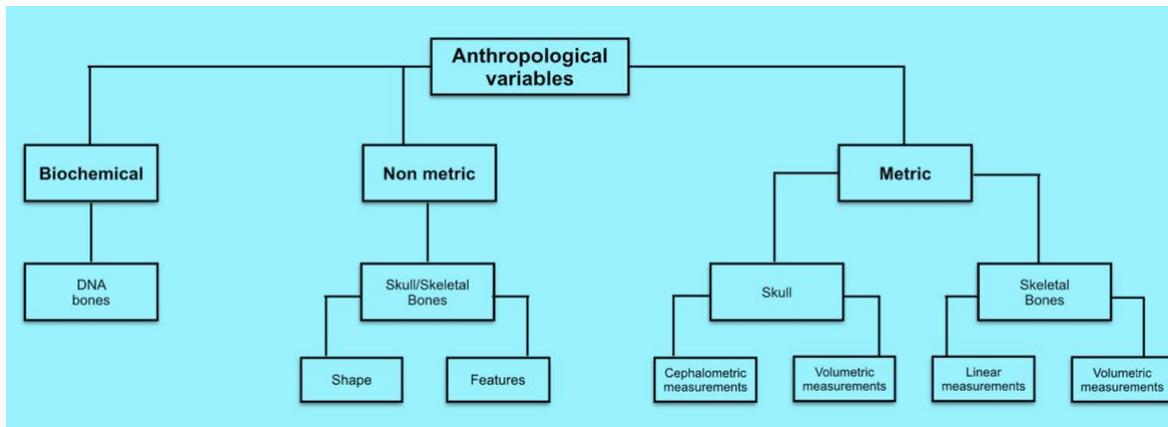


Figura 21. Métodos odontológicos y antropológicos forenses para la estimación del sexo.

Fuente: tomado y modificado de Capitaneanu et al. (2017).

Tanto en estudios sobre cráneos como sobre imágenes médicas 2D o 3D, se han aplicado diferentes métodos morfométricos y aproximaciones estadísticas, sin embargo, con el avance de la tecnología, la cuantificación ha adquirido complejidad y los estudios morfométricos han alcanzado otros contextos utilizando métodos más elaborados, como la morfometría geométrica en tres dimensiones (MG 3D). Actualmente, las imágenes en 3D permiten una visualización en profundidad de un objeto, lo que mejora la comprensión espacial y retira los efectos de coplanaridad típicos de las imágenes 2D y en el caso de la colección a estudiar, es una forma de preservarla (Rojas, 2015).

4.2 Parámetros odontométricos en caninos permanentes

Las coronas de los caninos se miden por diámetros desde la superficie MD y BL, definidos por primera vez hace al menos un siglo. Su definición fue reevaluada varias veces durante varios años (Kieser, 1990), sin embargo, el método más seguido es el de Moorrees y Reed (1954). En esta definición el diámetro de la corona MD es mayor mesial a distal, tomada paralelamente desde la superficie. El diámetro de la corona en sentido BL es entonces la mayor distancia entre el superficies bucales (o labiales) y linguales (o palatinas), perpendicular al diámetro MD. El sistema de medidas, por lo tanto, se centra en el eje del diámetro de la corona MD, pero la línea del el eje en sí no está estrechamente definido. Goose (1963), sugirió que el eje de diámetro MD se debe ejecutar entre los puntos de contacto de la corona del diente con sus vecinos en oclusión normal. En casos de maloclusión, las posiciones en la corona en la que los

puntos de contacto habrían estado en oclusión normal se utilizan en su lugar. En dientes tales como incisivos y caninos, las dos mediciones corales MD serían aplicables, sin embargo, en premolares y molares, en que los puntos de contacto pueden no estar al máximo, no aplicaría esta técnica.

La forma más sencilla de tomar esta medida en incisivos, caninos y premolares, por lo tanto, es encontrar el diámetro máximo desde las superficies bucal/labial a lingual de la corona girando ligeramente la corona del diente y tomar lecturas con odontómetros (Girón, Gómez, Morales, León y Moreno, 2009). En la **Tabla 8** se muestran las dimensiones dentales y sus respectivas definiciones, empleadas por diversos autores para determinar dimorfismo sexual en caninos:

Tabla 8. Fuente propia de unificación teórica de los autores de la presente investigación, a partir de las propuestas metodológicas de Gómez y Sanabria-Medina, 2002, Goose, 1963, Hillson, 2005 y Perilla, 2016).

Diámetros	Definición	Odontometría
Diámetro mesodistal (DMD)	Se define como la longitud de la corona en el plano mesodistal, por vestibular.	El odontómetro se debe ubicar de tal manera que sus puntas queden paralelas al eje vertical de la corona abarcándola en toda su altura. (Kieser, 1990; Moorrees 1954, Hillson, 2005; Girón, 2009 y Perilla, 2016).
Diámetro mesodistal cervical (DMDC)	Se define como la longitud de la corona en el plano mesodistal y cervical, por vestibular.	El odontómetro se debe ubicar en sentido mesodistal, en la región cervical o unión amelocementaria. (Gómez y Sanabria-Medina, 2002, Goose, 1963 y Hillson, 2005)
Diámetro mesodistal radicular (DMDR)	Se define como la longitud de la raíz en el plano mesodistal.	Se obtiene tomando los diámetros con el odontómetro entre la unión del tercio cervical y el tercio medio radicular, ubicando el odontómetro perpendicular al eje axial del diente (Gómez y Sanabria-Medina, 2002).
Diámetro vestíbulo-palatino (DVP)	Se define como la longitud entre las superficies bucales (o labiales) y linguales (o palatinas), perpendicular al diámetro mesiodistal.	El odontómetro se debe ubicar en sentido vestíbulo-palatino de forma vertical, en el tercio medio y la región cervical o unión amelocementaria, abarcando el cingulo. (Goose, 1963, Hillson, 2005 y Perilla, 2016).
Diámetro vestíbulo palatino cervical (DVPC)	Se define como la longitud entre las superficies bucales (o labiales) y linguales (o palatinas), perpendicular al diámetro mesiodistal por cervical.	Se toma la dimensión ubicando el odontómetro en el sitio de mayor constricción que une la corona y la raíz. En sentido vestíbulo-palatino de forma vertical, en el tercio medio y la región cervical o unión amelocementaria, abarcando también el cingulo. (Hillson, 2005 y Gómez y Sanabria-Medina, 2002).
Diámetro vestíbulo palatino radicular (DVPR)	Se define como la longitud entre las superficies bucales (o labiales) y linguales (o palatinas), perpendicular al diámetro mesiodistal en el tercio	Se toma la dimensión ubicando el odontómetro paralela al plano axial del diente a nivel de la unión entre tercio cervical y tercio medio radicular (Gómez, L., 2002).

	medio radicular.	
Altura coronal (HC)	Se define como la longitud entre el borde incisal y la unión amelocementaria del diente sobre la superficie vestibular, siguiendo el plano axial.	Esta medida se obtiene ubicando una de las puntas del odontómetro en el borde incisal o vértice del canino, la otra punta debe ubicarse en la unión amelocementaria del diente sobre la superficie vestibular, siguiendo el plano axial (Gómez y Sanabria-Medina, 2002, Hillson, S., 2005).
Altura radicular (HR)	Se define como la distancia entre la unión amelocementaria hasta el ápice radicular, sobre el plano axial dental.	Se toma la dimensión ubicando el odontómetro sobre la línea media del diente en la superficie vestibular, siguiendo el plano axial del mismo (Gómez y Sanabria-Medina, 2002).

4.3 Dimorfismo sexual dental

El dimorfismo sexual se refiere principalmente a las diferencias de tamaño o volumen existentes entre individuos masculinos y femeninos. Esta definición puede ser aplicada incluso en identificación dental, ya que se dice que “no hay dos bocas iguales” (Acharya y Mainali, 2007). En el campo de la odontología forense han sido reportados para mostrar dimorfismo sexual los caninos permanentes y las distancias entre las cúspides caninas. El estudio de la mandíbula y los caninos maxilares son ventajosos, ya que son los dientes que menos se pierden, son los menos afectados por enfermedad periodontal y son los últimos dientes que se extraerán incluso en proceso de envejecimiento. Los molares maxilares y el diámetro meso-distal de los premolares, combinado con el de los incisivos y los respectivos índices de molares y premolares también han sido reportados estadísticamente con presencia de dimorfismo sexual significativo (Srivastava et al., 2014).

La determinación de sexo es un aspecto de gran relevancia en la investigación en ciencias forenses y antropología forense. Los análisis antropométricos determinan con medidas el esqueleto y su comparación con estándares permite diferenciar entre hombre y mujer. Cuando los huesos están fragmentados o quemados, un órgano de elección son generalmente los dientes (Acharya et al., 2007). Como se ha descrito, los dientes son conocidos como los órganos más duraderos del cuerpo y pueden soportar condiciones ambientales extremas (Srivastava et al., 2014).

En concordancia con lo anterior, en muchas ocasiones la identificación del sexo se tiene que realizar a partir de unos pocos huesos o fragmentos de ellos, lo que hace necesaria la utilización de criterios alternativos que se basen en regiones anatómicas más perdurables como las estructuras dentales (Aleman, 1997).

Una revisión bibliográfica sobre tamaños dentarios en diferentes grupos de población corrobora la variabilidad existente en dimensiones dentales, así como al interior de un mismo grupo poblacional. La reducción del tamaño y la complejidad morfológica en la dentición humana desde el paleolítico ha sido documentada por diversos autores en población europea, (Le Blanc, Black y Black, 1974, Brace, 1978) sin embargo en los últimos años diversos autores indican una tendencia al incremento del tamaño dentario. Ebeling, et al., 1973), en un estudio a una población sueca, sugieren que en los últimos 160 años se ha producido una tendencia al incremento del tamaño mesiodistal de los dientes, asimismo, Garn, Lewis, Walenga y Lavelle (1968), evidenciaron también un incremento en el tamaño de los dientes al estudiar los diámetros mesiodistales en dos generaciones contemporáneas, comprobando que este aumento del tamaño dentario entre padres e hijos se presentó en el 75 % de los dientes permanentes.

La estimación del sexo en individuos adultos se ejecuta basándose en las características morfológicas y morfométricas, fundamentalmente de la pelvis y del cráneo. Sin embargo, aunque estas regiones anatómicas reflejan mayores diferencias entre los grupos masculino y femenino, también son las más sensibles, por lo que no siempre se conservan. No obstante, durante las excavaciones forenses, con frecuencia se da el caso en que no se obtienen todos los huesos de un individuo y los dientes proporcionan el único material para la identificación (Vodanović, Demo, Njemirovskij, Keros y Brkic, 2007).

Los efectos diferenciales de los cromosomas X y Y en el crecimiento pueden explicar la expresión del dimorfismo sexual en diversas características somáticas, tales como el tamaño y la forma de la corona dental, y el número de dientes, por ejemplo, los dientes supernumerarios son aproximadamente el doble de comunes en hombres que en mujeres, y la agenesia dental es más frecuente en las mujeres que en los hombres (Davies, 1968; Brook, 1984). Además, bajo el supuesto de pleiotropía genética, estos efectos también pueden explicar el dimorfismo sexual en

el tamaño de la raíz dental, la expresión del torus mandibular, el tiempo de maduración esquelética, el crecimiento en estatura y la *sex ratio* —la proporción del número de varones y mujeres en el nacimiento— en los primeros estadios del desarrollo (Alvesalo, 2009). De este modo, el dimorfismo sexual dental se manifiesta con un mayor tamaño en la corona dental de los varones, en comparación con el de las mujeres (Moorrees et al., 1954; Garn et al., 1967; Rao et al., 1989; Al-Rifaiy et al., 1997; Teschler-Nicola y Prossinger, 1998; Lund, 1999; Muller et al., 2001; Pettenati-Soubayroux et al., 2002; Işcan y Kedici, 2003; Kaushal et al., 2003, 2004; Hasanreisoglu et al., 2005; Schwartz y Dean, 2005; Yamaguto y Vasconcelos, 2005; Ateş et al., 2006; Karaman, 2006; Acharya y Mainali, 2007), debido al mayor espesor de la capa de dentina en aquellos.

La estimación sexual a partir de las características dentales se basa fundamentalmente en la comparación de las dimensiones de los dientes —odontometría— en varones y mujeres, o en la comparación de las frecuencias de rasgos no métricos dentales, como el tubérculo de Carabelli de los molares superiores, pliegue acodado de los primeros molares inferiores, cresta distal accesoria de los caninos superiores e inferiores, incisivos centrales superiores “en pala” (Teschler-Nicola y Prossinger, 1998; Scott y Turner II, 1997) o menor tamaño del segundo molar mandibular en comparación con el tercer molar maxilar (Lunt, 1967).

La estimación del sexo en restos óseos de individuos subadultos, es uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta en la actualidad la antropología física, y representa una importante limitación tanto en la investigación arqueológica, como en la práctica forense. El problema reside en que estos individuos aún no han madurado sexualmente, lo que motiva que la ausencia de caracteres sexuales secundarios del esqueleto —que no se muestran discernibles antes de la pubertad— dificulte mucho la discriminación entre niños y niñas (Cardoso, 2008).

En el ámbito de la medicina forense el diagnóstico del sexo constituye una cuestión primordial para el proceso de identificación, debido a su relación con la estimación de otros parámetros de vital importancia como son el ancestro, la edad y la estatura. Se han propuesto métodos métricos y no métricos para estimar el sexo de los restos óseos de individuos subadultos. Si bien algunas de las técnicas que se basan en mediciones poscraneales han resultado tener un

uso limitado para la estimación precisa del sexo (Weaver, 1979; Schutkowski, 1993; Holcomb y Konigsberg, 1995), los métodos basados en características descriptivas del esqueleto (Schutkowski, 1993; Molleson et al., 1998; Loth y Henneberg, 2001) y los métodos basados en mediciones dentales (Teschler–Nicola y Prossinger, 1998; Cardoso, 2008) han mostrado grandes ventajas. El hecho de que exista un dimorfismo sexual significativo en ciertas dimensiones de la dentición permanente (Garn et al., 1964, 1967) sugiere que también podría ser significativo en la decidua.

A partir de los estudios realizados por Krogman e Iscan (1986) ha tomado gran auge el uso de análisis multivariantes enfocados en la determinación de sexo en restos esqueléticos. Muchos investigadores han optado por este tipo de estudios que ofrecen fórmulas discriminantes, útiles cuando no se dispone de indicadores mucho más falibles de sexo como lo son el cráneo y la pelvis.

Sawyer, Allison, Pezzia y Mosadomi (1982) encontraron un bajo dimorfismo sexual (1,7%) en los indios Pima (peruanos precolombinos) en dentición permanente, comparado con otros grupos de población que presentaban porcentajes más altos de dimorfismo sexual: norteamericanos de Ohio: 3,9%; aborígenes australianos: 3,6%. La dentición de los indios Pima está caracterizada por ser de dientes grandes pero con sin un marcado dimorfismo sexual.

Para el contexto colombiano, estudios realizados por Perilla et al. (2016), encontraron diferencias entre hombres y mujeres en las medidas de diámetro mesiodistal de caninos derechos e izquierdos. También evidenciaron diferencias en el diámetro vestibulo lingual (VL) de los caninos 33 y 43 y entre sexos, siendo mayor el diámetro VL del canino en sexo masculino.

Las técnicas para la estimación de estas dimensiones que ya han sido descritas y estudiadas mediante técnicas manuales con calibres de los distintos diámetros dentales se han parametrizado según estándares internacionales (Ibíd.).

Mesa et al. (2004) adelantaron un estudio sobre determinación del sexo por odontometría del canino inferior en población de Santander, Colombia, cuyos resultados indicaron que existen

diferencias odontométricas entre los dos sexos, la altura radicular mostró mayor dimorfismo, por tanto, la fórmula de regresión propuesta puede ser empleada como herramienta alterna para la determinación de sexo en restos óseos fragmentados o deteriorados no identificados en la población de Santander.

Por su parte Casas et al. (2009), publicaron los resultados de su estudio para evaluar la asociación entre medidas dentales y sexo, concluyendo que existe una mayor capacidad predictiva para establecer el sexo de los hombres que el de las mujeres, con un error cercano a 25%.

En cuanto a la diferencia entre el dimorfismo sexual entre dientes temporales y permanentes, la forma y el tamaño de las coronas de temporales se establecen nítidamente en edades tempranas, y los cambios debidos al paso del tiempo son escasos, únicamente se producen por el desgaste a causa del uso, por enfermedades o por traumatismos y se ven poco influenciados por la acción ambiental durante el periodo formativo (Bailit, 1968). El tiempo limitado que permanece la dentición temporal en boca hace más complicado el estudio de la dentición temporal intacta en el niño que posee los 20 dientes temporales. Aun así, la dentición temporal es un importante tema de estudio, ya que no se trata de una versión en “miniatura” de sus sucesores permanentes, sino que su morfología y tamaño distintivo varía entre diferentes grupos de población y en el tiempo (Sumikawa., Marshal, Gee y Marshall, 1999).

Se ha considerado que la dentición decidua presenta bajo dimorfismo sexual, siendo este el factor principal por el cual este indicador ha sido poco utilizado. El principal estudio que soportó esta idea fue el desarrollado por Black (1978), quien midió los diámetros mesiodistal y bucolingual en la dentición decidua de 133 niños blancos americanos (69 masculinos y 64 femeninos) obteniendo solo 5 medidas altamente significativas por sexo. Dados los resultados, concluyó que las funciones discriminantes calculadas usando dentición decidua son mucho menos precisas que las calculadas con dentición permanente. Una comparación posterior de varios hallazgos realizada por De Vito, Shelley y Saunders (1990) demostró que el dimorfismo sexual expresa una variación considerable entre poblaciones, mientras que en poblaciones de Canadá, Estados Unidos, Suecia, Oriente de la India y aborígenes australianos, el dimorfismo

sexual es considerable; en cambio, en grupos provenientes de Islandia y Ohio, Norte América, es notablemente bajo.

Una alternativa metodológica que se abre camino en estas situaciones, es la de determinar el sexo del subadulto (0 a 16 años) utilizando dimensiones tomadas de dientes deciduos. Numerosos estudios han generalizado el uso de funciones discriminantes como método para lograr el establecimiento del sexo en individuos esqueletizados. Sin embargo, muy pocos han sido los intentos por establecer funciones discriminantes que faciliten la determinación del sexo a partir del examen de las dimensiones dentales, y menos aun usando dentición decidua (Bailit, 1968, Black, 1978).

Marín, Moreno, Barbería y Sanz (1993) estudiaron diámetros mesodistales en dentición permanente en 235 estudiantes pediátricos en Alcalá de Henares, España (121 masculinos y 114 femeninos). En los resultados resalta la ausencia de asimetrías entre los dientes homónimos de una misma arcada. Los diámetros mesiodistales promedio de todos los dientes permanentes fueron más grandes en el sexo masculino que en el femenino. Esta diferencia era estadísticamente significativa en los incisivos, canino y primer molar de ambas arcadas y el segundo premolar mandibular, no evidenciándose esta significancia en los premolares superiores y en el primer premolar inferior. Los caninos inferior y superior presentaron el mayor grado de dimorfismo sexual (4 % - $p \leq 0,001$).

Autores como Ricalde-Duran et al. (2015) también evidenciaron que los dientes en varones eran por lo general mayores en tamaño que en mujeres, el dimorfismo sexual era mayor en dentición permanente que en dentición temporal y el mayor dimorfismo sexual lo expresaban los caninos en ambas denticiones.

Garn et al. (1967) determinaron que el dimorfismo sexual de los tamaños mesiodistales combinados en dentición permanente era del 4 %, los caninos permanentes expresaban el mayor grado de dimorfismo y los incisivos el menor.

Ditch y Rose (1972) emplearon un análisis discriminante en restos esqueléticos empleando medidas dentales (diametros bucal-lingual y mesial-distal), encontrando que las diferencias multivariadas de sexo ofrecían un 93 % de éxito, siendo los caninos permanentes las estructuras dentales que más contribuían a la determinación del sexo. El dimorfismo sexual es menor en dentición temporal que en permanente, pero es estadísticamente significativo en ambas denticiones (Garn, 1976, Ditch, Rose (1972).

El estudio realizado en una población turca por Akbulut, Celebi, Yardimci y Demir (2017), describe que existe una fuerte co-relacion entre las dos mediciones realizadas a hombres y mujeres, afirman que los hombres tienen dientes más grandes que las mujeres, presentando estadísticas significativas en sus resultados, con excepciones del incisivo lateral superior derecho, en sentido MD y BL. Estos investigadores concluyeron que el dimorfismo fue más marcado en mediciones BL, que en las mediciones MD. El dimorfismo sexual más significativo se encontró en el diámetro MD de caninos inferiores MD y en el diámetro BL de los incisivos y molares superiores.

4.3.1 Odontogénesis

Las interacciones recíprocas entre los tejidos ectodérmicos y ectomesenquimales para la formación dental son reguladas por tres etapas clave en el proceso de odontogénesis, denominadas: iniciación, morfogénesis e histodiferenciación, que aplican para todas las estructuras dentales, con características especiales en los dientes caninos. A continuación se describe cada una de estas etapas (Bohórquez et al., 2014).

4.4 Aproximación morfológica de las estructuras dentales

Para la comprensión fenotípica y anatómica de las estructuras dentales, es indispensable realizar un análisis retrospectivo de como la morfología dental en ambos sexos varía desde el punto de vista genético y embriológico a lo largo de los ciclos evolutivos del ser humano, y como los genes aportados por cada alelo parental juegan un rol importante en la morfología dental.

4.5 Genética e histología de las estructuras dentales

Aproximadamente, más de 300 genes se encuentran implicados en la odontogénesis, los cuales juegan un rol fundamental en la codificación de factores de transcripción, factores de crecimiento, moléculas de la matriz extracelular y en la comunicación entre células, como mecanismos moleculares o de señalización genética que dan lugar a los órganos dentales (Townsend, Brckman, Hughes y Brook, 2012). Algunas de estas vías de señalización genética involucradas en dicha comunicación incluyen el Factor de Crecimiento de Fibroblastos (FGF) y Proteínas Morfo Genéticas (BMP) (Bohórquez, Alfaro, y Torres, 2014).

Autores como Suryadeva y Khan (2015) afirman que el gen MSX1 es el encargado de dar lugar a los eventos presenciados durante la organogénesis dental, cumpliendo esta una función importante en el establecimiento de la relación epitelio-mesénquima, que inciden en la morfología y el tamaño de los dientes (Suryadeva y Khan, 2015), de modo que la función anormal del gen, ya sea por pérdida de la función o ganancia de esta, puede alterar las vías específicas de señalización que intervienen en el desarrollo dental, lo que resulta no solo en un número anormal de los dientes, sino también en el tamaño, cantidad y/o forma anormal de estos (Múnevar, Becerra y Bermúdez, 2008). Por otro lado, estos mismos autores mencionan que la formación dental es un proceso genéticamente complicado en el que inicialmente se especifica el tipo, la posición, el tamaño de cada germen dental, y por último, los procesos de formación del esmalte y la dentina (Bohórquez et al., 2014).

4.6 Etapa de iniciación

El ciclo vital de las estructuras dentales comprende una serie de cambios químicos, morfológicos y funcionales que comienzan en la sexta semana de vida intrauterina y continúan a lo largo de toda la vida dental. El signo morfológico inicial de formación es la aparición de la lámina dental primaria, definida como una banda gruesa de epitelio que marcará los futuros dientes. De Coster, Marks, Martens y Huysseune (2009), mencionan que las placas dentales se forman a lo largo de la lámina dental primaria y se asemejan morfológicamente, así como en su regulación molecular. Su función consiste en ser el primer centro de señalización dental al

secretar varios factores de crecimiento y moléculas de señalización, tales como FGF y BMP, además de genes iniciales como los Sonic Hed Hog (SHH) (Ibíd.).

Autores como Revuelta (2009), Albertí (2007) y De Coster et al. (2009), afirmaron que, en fase de yema, además de observarse el primer crecimiento epitelial dentro del ectomesénquima de los maxilares, el mesénquima dental expresa también los genes PAX9, MSX1 y BMP4, los cuales están involucrados en una cascada de señalización recíproca. A su vez, el epitelio dental responderá expresando varios factores de crecimiento y moléculas de señalización, como las proteínas SHH y BMP2 en una región específica del brote epitelial, que será posteriormente llamada nudo del esmalte (Revuelta, 2009, Alverti, 2007, De Coster et al., 2009).

4.7 Etapa de morfodiferenciación

Este periodo coincide con la etapa de casquete. En él se identifican tres estructuras embrionarias fundamentales para el desarrollo dental, denominadas órgano del esmalte, esbozo de la papila dentaria y el esbozo del saco dentario (Bohórquez et al., 2014). El primero con origen en el ectodermo y los dos últimos con origen en el ectomesénquima. Histológicamente, en el órgano del esmalte se pueden distinguir el epitelio externo, retículo estrellado y el epitelio interno, compuesto por células cilíndricas bajas que se diferenciarán en ameloblastos (**Figura 22**).

Algunos autores manifiestan que durante la morfogénesis, el control del tamaño y la forma de cada diente dependerán del nudo primario del esmalte. Esta estructura es responsable de regular el crecimiento y los sitios de pliegue epitelial que corresponden directamente con el patrón de las cúspides en la maduración dental. En los dientes molares multicuspídeos existen nudos del esmalte secundarios que regulan la morfogénesis de cada región cuspídea. El tamaño y la forma del nudo del esmalte primario es la clave para la producción del grado exacto de curvatura del epitelio oral (Revuelta, 2009, Albertí, 2007, De Coster et al., 2009).



Figura 22. Germen dentario en estadio de casquete.
Fuente: tomado de Gómez de Ferraris, 2009.

4.8 Etapa de histodiferenciación

En este momento se evidencia la fase de campana, en la cual los ameloblastos y odontoblastos se diferencian y comienzan a establecer el esmalte y la dentina. Alvesalo (2009) en su estudio genético concluyó que los cromosomas sexuales X y Y parecen tener efectos directos sobre el crecimiento dental y que el cromosoma Y promueve el crecimiento del esmalte y dentina, mientras que el cromosoma X solo influencia el esmalte. El crecimiento y por lo tanto el espesor final del esmalte refleja la actividad secretora de ameloblastos, en contraste, el grosor de la dentina refleja la actividad proliferativa de células pertenecientes al epitelio interno del esmalte (Theseleft, 2003). Alvesalo (2009) describe que los efectos diferenciales de los cromosomas X y Y en el desarrollo dental, los hombres tienden a tener dientes más grandes, que las mujeres, específicamente en los caninos mandibulares, como característica especial a los demás órganos dentales. Estas diferencias incluyen aparte del tamaño de la corona y la raíz, la forma de la corona y el número de dientes, torus mandibular, la estatura y proporción entre sexos. Es interesante que los estudios moleculares hayan demostrado que los loci génicos (lugares específicos en el genoma humano y enzimas) de la amelogenina humana, el principal componente proteico de la matriz orgánica en el esmalte, se encuentren en los cromosomas X y Y (Alvesalo, 2009) (**Figura 23**).

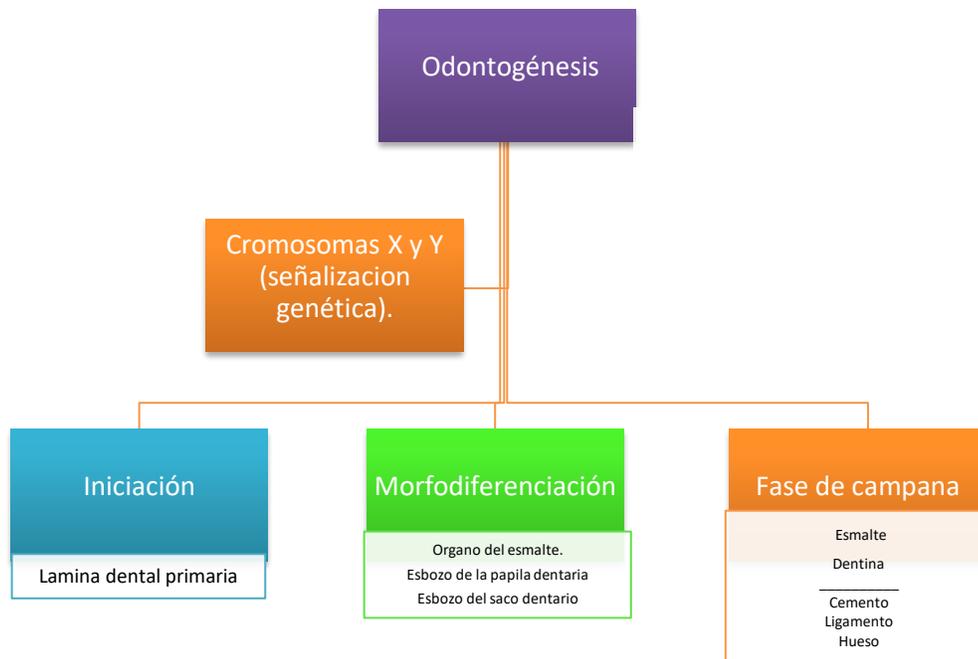


Figura 23. Etapas de odontogénesis.
Fuente: autora de la presente investigación.

De otro lado, el saco dental adopta forma circular y es responsable de la formación de cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar propio. En la etapa de campana avanzada los odontoblastos depositan su primera capa de dentina, para que seguidamente los ameloblastos depositen el esmalte sobre esta. El esmalte inicialmente se deposita en el ápice del diente y luego se extiende hasta el cuello del órgano dental. La formación de la raíz no comienza hasta que la formación del esmalte de la corona ha finalizado (Bohórquez et al, 2014). El asa cervical estará formada por la unión del epitelio externo e interno, se mantiene en continuo crecimiento dental y constituye una parte del epitelio de las células madre adultas. En un continuo crecimiento de los dientes el asa cervical se someterá a una modificación estructural que formará la parte inicial de la raíz. El núcleo central desaparece dejando solo una doble capa de epitelio basal conocida como la vaina epitelial de Hertwig's. Esta direccionará el crecimiento de la raíz y dará lugar a una red

de células epiteliales que cubren la raíz conocida como los restos epiteliales de Mallases. Ambos, tanto la vaina epitelial de Hertwig's y los restos epiteliales de Mallases se cree tienen una capacidad límite de crecimiento (**Figuras 24 y 25**) (Ibíd).

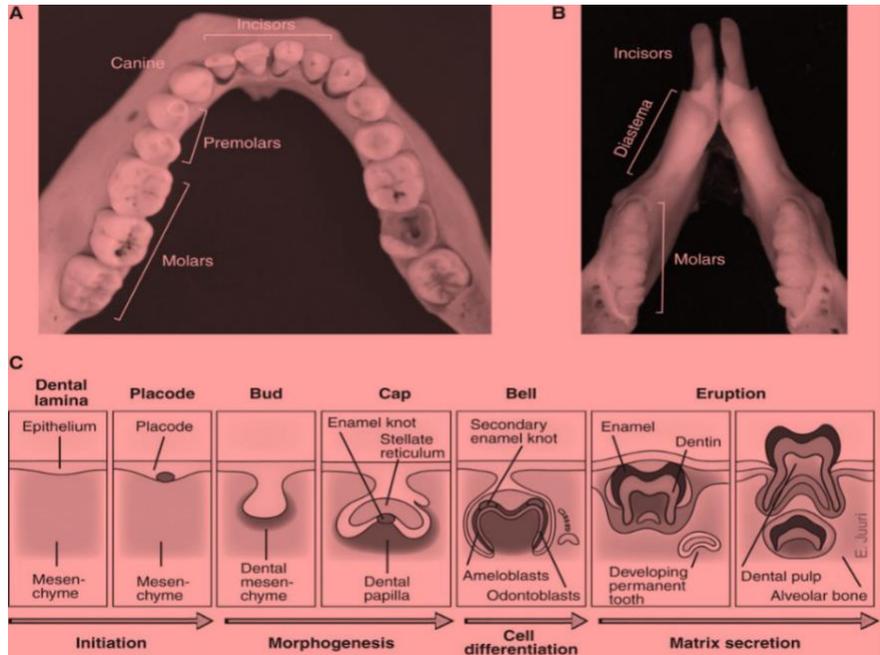


Figura 24. Esquematación del desarrollo dental, humano y animal. A. Mandíbula humana, B. Mandíbula de ratón. **Fuente:** tomado y modificado de Jussila y Thesleff (2012).

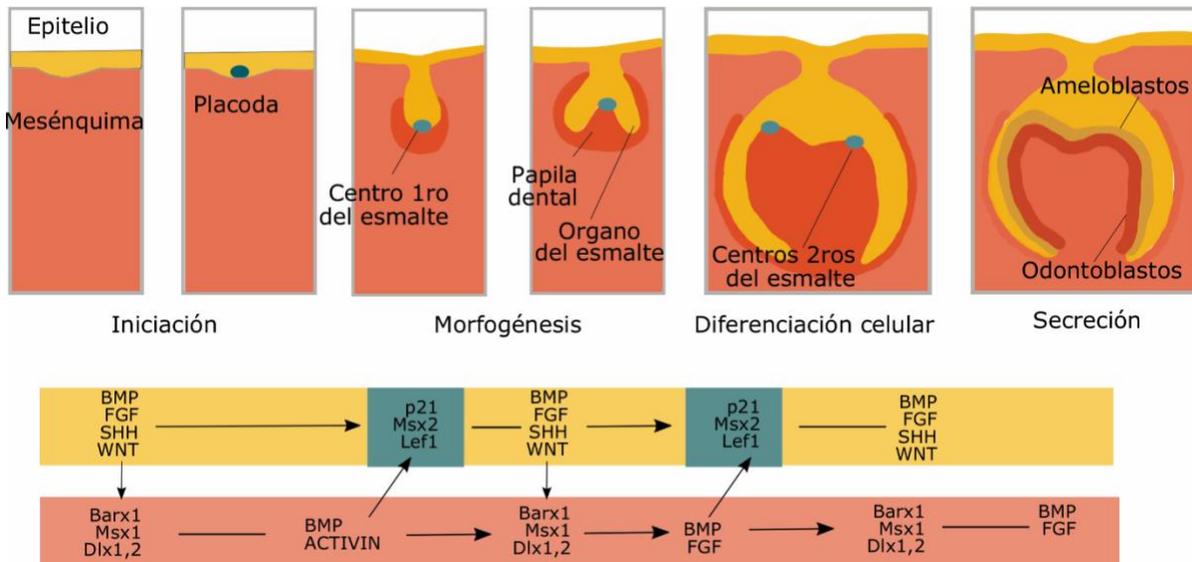


Figura 25. Estadios de formación dental. Se incluyen algunas moléculas de señalamiento involucradas en la regulación del desarrollo dental en el epitelio, el mesénquima y los centros del esmalte.

Fuente: tomado y modificado de Bernal et al., 2018.

Existen otras teorías acerca del desarrollo dental desde el contexto molecular, como lo es la teoría de campo de Butler y la teoría Clonal de Osborn:

4.8.1 Teoría de campo de Butler

Butler (1939) propuso que la dentición de los mamíferos puede dividirse en campos de desarrollo, donde todos los órganos dentales inicialmente son equivalentes y su forma está controlada por diferentes concentraciones moleculares expresadas en el primer arco branquial. Según Butler, tres tipos diferentes de morfógenos serían responsables de la formación de incisivos, caninos y molares, de acuerdo con la posición de los gérmenes dentarios dentro de los campos morfogenéticos, que estarían definidos por la presencia de dichos morfógenos a lo largo del eje mesiodistal de las arcadas dentales. La concentración de estas sustancias en los maxilares tendría una gran importancia para determinar la expresión fenotípica final de los caracteres de los dientes (Bermúdez, 1995).

Una mayor concentración de las sustancias morfogenéticas en la zona central de los campos morfogenéticos estaría en relación con una mayor estabilidad métrica y morfológica de los órganos dentales por ejemplo el primer molar (Ibíd.). Por el contrario, la disminución progresiva en dicha concentración hacia la periferia del campo morfogenético sería responsable de una mayor variabilidad en la forma y tamaño de los últimos órganos dentales formados en cada uno de los grupos. Butler, (1939) también destacó la importancia de la posición de un germen dentario a lo largo del eje mesiodistal de un campo embrionario, para explicar la disimilitud de forma entre premolares y molares que se localizan a la misma distancia del centro del campo en el que se ubican (Ibíd.). Dahlberg, (1976) también sugirió estos campos como los que se describen en la gráfica numero 2; se conforman tres regiones: incisiva, canina y molar; y en cada campo de desarrollo, existe un “diente clave” o *key tooth* que es más estable en su desarrollo. Esta teoría predice que tanto el tercer molar, el segundo premolar, el incisivo lateral en maxilar y el incisivo central en mandibular, son más variables, o menos estables, en forma y tamaño (Bailit, 1975) (**Figura 26**).

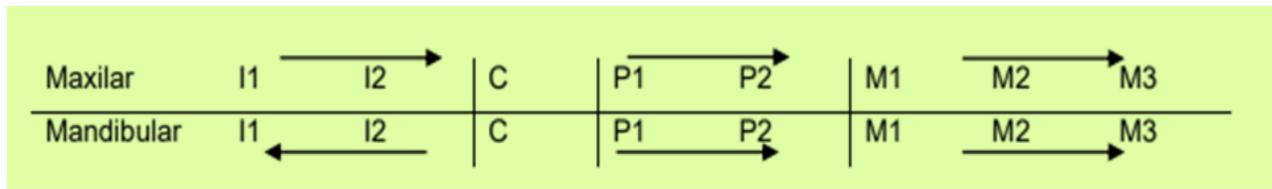


Figura 26. Campo de Butler modificado por Dahlberg. División de los campos de desarrollo de los dientes en mamíferos, donde las flechas indican el gradiente de estabilidad de cada campo, considerando que la dirección de la flecha indica disminución de estabilidad de tamaño y forma.

Fuente: tomado y modificado de Bailit, H., 1975.

4.8.2 Teoría clonal de Osborn

Para Osborn (1973), las diferencias en los dientes de la arcada reflejan las diferencias en el mesénquima. Los dientes humanos derivarían de tres clones idénticos de células ectomesenquimales: los clones incisivo, canino y molar, por lo tanto, existirían dientes primordiales, progenitores de cada clase dentaria, así mismo, existiría un gradiente de antigüedad celular, explicando la mayor variabilidad de los otros dientes formados, debido a las sucesivas divisiones celulares.

4.9 Anomalías del tamaño dental

La mayoría de anomalías en el tamaño dental ocurren entre la sexta y octava semana de vida intrauterina o en la etapa de histodiferenciación (Iglesias-Puig, Arellano-Cabornero y López-Areal, 2005). Distintas causas, pueden dar origen a estas anomalías: herencia (puede ser de acuerdo a los cuatro tipos de herencia mendeliana), multifactorial (interacción de factores genéticos y ambientales), cromosómicos (muy raro que existan condiciones con defectos específicos de este tipo afectando los dientes), factores ambientales (drogas, traumatismos (desgaste, atrición, abrasión entre otros), virus, bacterias, radiaciones, sustancias químicas) entre otros (Ibíd).

Las alteraciones del tamaño dental que más se destacan son: macrodoncia y microdoncia. La macrodoncia es el término que se aplica solamente cuando el diente es más grande de lo usual y no debe usarse para describir dientes que están alterados por fusión (unión de dos órganos dentales) o geminación. En cambio la llamada *macrodoncia relativa* corresponde a dientes de tamaño normal apiñados dentro de un maxilar pequeño (**Figura 27 A y 27 B**). Es una anomalía poco frecuente en la población mundial, la cual presenta prevalencia menor al 1%. Varios autores

refieren asociación entre macrodoncia e hiperodoncia; y microdoncia (dientes más pequeños de lo normal) con hipodoncia (Regezi, 1999).



Figura 27. A. Microdoncia. B. Macrodoncia.

Fuente: tomado de García y Fernández, 2016, y Llanos, 2010.

Las hipodoncias tienen un marcado patrón genético, y suele repetirse con el mismo patrón en diferentes individuos del mismo grupo familiar. En ocasiones, la agenesia (ausencia genética de un órgano dental) no se manifiesta totalmente debido a la diferente expresividad del gen causal, y en unos individuos del mismo grupo familiar pueden existir agenesias de un determinado diente, mientras en otros familiares pueden encontrarse microdoncias o dientes conoides. La asociación de hipodoncia y microdoncia es común. El ejemplo típico es la agenesia congénita del incisivo lateral superior asociada a un contralateral microdóntico (Roig y Morelló, 2007), según estos últimos autores existe asociación entre hipodoncia y taurodontismo con incisivos laterales cónicos. Varios autores refieren asociación entre macrodoncia e hiperodoncia; y microdoncia con hipodoncia. La macrodoncia además de poder ir asociada a la hiperodoncia puede presentarse junto a anomalías morfológicas como tubérculos y cúspides accesorias, *dens evaginatus*, *dens in dente*, fusión y geminación. La coexistencia de agenesias y supernumerarios es compatible, por eso es importante determinar el número de dientes por grupo además del total de la fórmula dentaria. La anomalía morfológica más frecuente asociada a los dientes supernumerarios es el conoidismo, sobre todo en los *mesiodens*, que son supernumerarios que aparecen en la línea media dental (Roig, 2006 y Hu, 2007).

4.10 Anatomía dental y tipos de dentición

Posterior a las tres fases genético-embrionarias, se da lugar a la consolidación de los tejidos dentales propiamente dichos; el esmalte dental, que corresponde al tejido más duro del cuerpo humano y además cuenta con una alta capacidad de preservación, aún en condiciones extremas de pH, humedad, salinidad y altas temperaturas, es decir, posee una alta resistencia tafonómica. Además, la morfología dental está comandada por genes específicos ya mencionados con anterioridad, siendo única e irrepetible, y con características únicas.

Rathmann et al. (2017) manifiestan que los dientes como fuente importante de información, involucran características en la forma que son considerados altamente heredables y selectivamente neutrales (una fuerza evolutiva que actúa junto con la selección natural cambiando las frecuencias alélicas de las especies en el tiempo); por lo tanto, se supone que los dientes son un proxy excelente para los datos genéticos neutros cuando no hay ninguno disponible. Estos autores afirman que ningún estudio hasta la fecha ha probado sistemáticamente la suposición de la neutralidad genética de las características morfológicas dentales a escala global, por lo que su estudio cuantifica la correlación de afinidades biológicas entre poblaciones humanas modernas en todo el mundo, derivadas independientemente de fenotipos dentales y marcadores genéticos neutros. Por esta razón, la comparación geográfica puede darnos información relevante sobre el origen y procesos de distribución de población humana en áreas específicas a partir de los rasgos fenotípicos de los órganos dentales (Major y Stanley, 2006, Figún y Gariño, 2001).

Las estructuras dentales, a excepción de las variaciones por desgaste mecánico o atrición y por aposición de dentina secundaria no cambian de forma o tamaño por acción propia durante el crecimiento del individuo, a diferencia de lo que sucede, por ejemplo, con el proceso de remodelación ósea (Ibíd.). La morfología dental puede avocarse diferentes variables que se discutirán en el capítulo de antropología dental. Después de la finalización de las etapas genético-embrionarias inicialmente citadas, se forman finalmente los tejidos que forman los órganos dentales: esmalte, cemento, dentina, tejido pulpar y ligamento periodontal (Kraus, Jordan y Abrams, 1981, Zeisz y Nuckolls, 1949) (**Figura 28**).

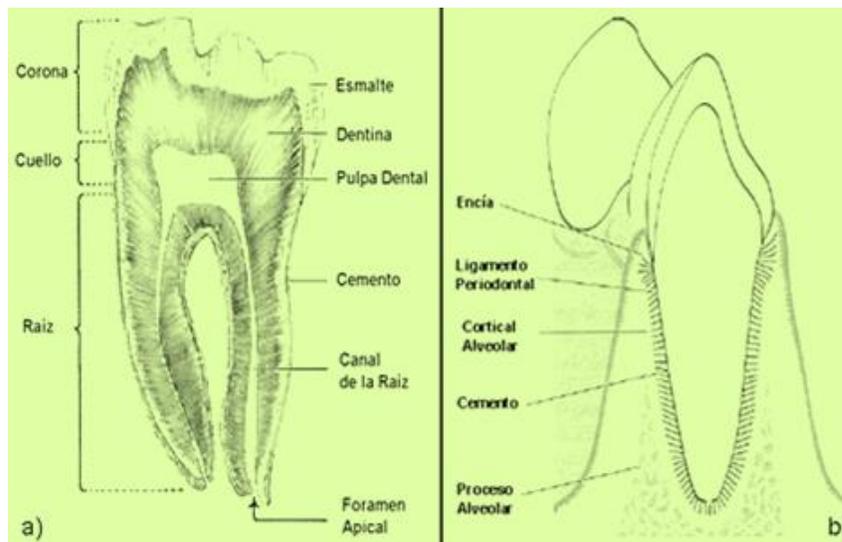


Figura 28. Características histológicas de las estructuras dentales.

Fuente: tomado y modificado de Geng, Tan y Liu, 2001 y de Ellinsen, Thomsen y Lyngstadaas, 2006.

4.11 Superficies dentales

La morfología dental es variable en los seres humanos, indistintamente de su origen genético, sin embargo, las superficies dentales son todas redondeadas, convexas o cóncavas; pero se les puede enmarcar en un cuerpo de 6 caras, orientadas en 6 direcciones, tanto en la corona como en la raíz (Stanley, 2015) (**Figuras 29 31**):

- *Cara vestibular:* se orienta hacia el vestíbulo bucal, por lo que es una cara libre.
- *Cara palatina:* presente en las organos dentales superiores, miran hacia el paladar; es una cara libre.
- *Cara lingual:* corresponde a la palatina, pero ahora referida a los inferiores; cara libre.
- *Caras proximales:* son aquellas que están en relación o mirando hacia las piezas vecinas. Son 2: mesial y distal.
- *Cara mesial:* si se acercan a la línea media.
- *Cara distal:* si se aleja de la línea media. Las siguientes superficies no son libres.
- *Cara cervical:* es la que está orientada hacia el cuello del organo dental. Así, la cara cervical de la corona corresponde a la cervical de la raíz.
- *Cara incisal:* presente solo en las piezas dentarias anteriores, tanto superiores como inferiores, a nivel coronario; más bien son bordes continuos.

- *Cara oclusal*: es la superficie triturante de premolares y molares. Tanto la cara incisal como la oclusal toman contacto con el diente antagonista.
- Zona apical: corresponde al vértice de la raíz el cual se divide a su vez en tres tercios: cervical, medio y apical.
- Línea amelocementaria: es el límite entre la corona y la raíz, es variable y pronunciada en los caninos

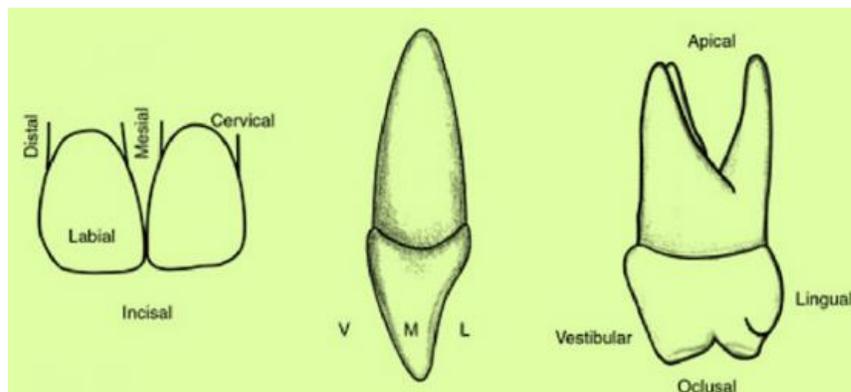


Figura 29. Superficies dentales, Mesial (M), distal (D), Vestibular (V), Lingual (L), incisal, cervical, apical y oclusal.

Fuente: tomado y modificado de Stanley, 2015.

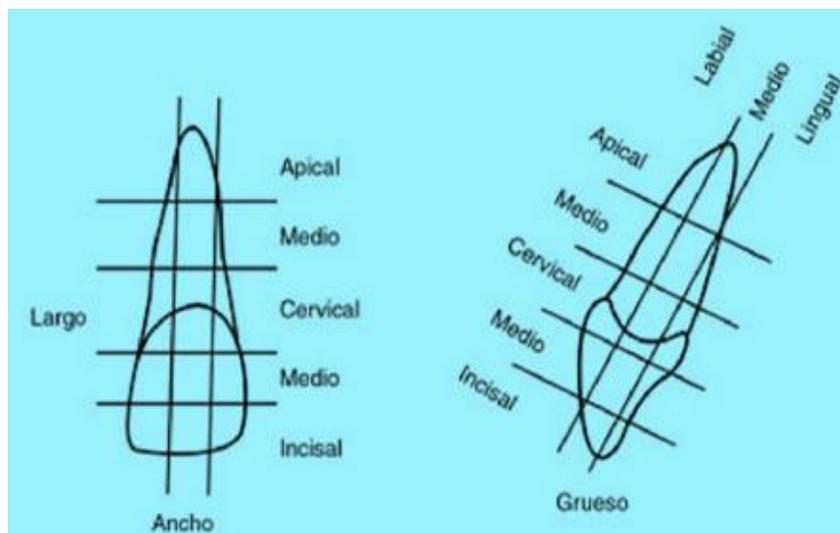


Figura 30. Superficies y tercios dentales (coronal y radicular): incisal, medio, cervical, medio, apical.

Fuente: tomado y modificado de Stanley, N., 2015.



Figura 31. Línea amelocementaria.
Fuente: autora de la presente investigación.

Tanto en la corona dental como en la raíz, los rasgos morfológicos son observados, registrados y analizados bajo la evidencia científica de su alto valor taxonómico, frecuencia, variabilidad, bilateralidad, dimorfismo sexual y correspondencia, condiciones que les permiten ser empleados en la estimación de relaciones biológicas o distancias biológicas entre poblaciones (Zeisz y Nuckolls, 1949).

Entre las estructuras dentales cuya morfología es de gran interés evolutivo y dimórfico, se puede destacar a los dientes caninos con rasgos anatómicos especiales como:

- Son los únicos dientes que poseen una sola cúspide cónica.
- Sus raíces son únicas y anchas en sentido vestíbulo-palatino y son más largas que todos los demás dientes.
- Su superficie palatina o lingual se compara en funcionalidad con las caras oclusales de los posteriores.

Al igual que los incisivos, están formados por 4 lóbulos, donde 3 conforman la cara vestibular y parte de la porción lingual o palatina, y el cuarto lóbulo conforma el cingulo. Los tres lóbulos vestibulares evocan a los de los incisivos, excepto en que el lóbulo central se extiende más hacia incisal y termina en la formación de una única cúspide, la cual está formada por 4

crestas, una se extiende sobre el lóbulo central de la cara vestibular, otra lo hace a lo largo de la porción palatina, las dos restantes se extienden desde la punta de la cúspide a los ángulos mesio-incisal (MI) y disto-incisal (DI), y al converger todas forman la cúspide. El lóbulo palatino es mucho mayor y más grueso que el de un incisivo, haciendo que el canino sea más ancho en sentido Vestibulo-Palatino (VP) que un incisivo. El cingulo muestra también mayor desarrollo, siendo más grande y voluminoso que el de cualquiera de los dientes anteriores, así como una línea amelocementaria más pronunciada que en los demás órganos dentales (Zeisz et al., 1949) (Figuras 32 y 33).

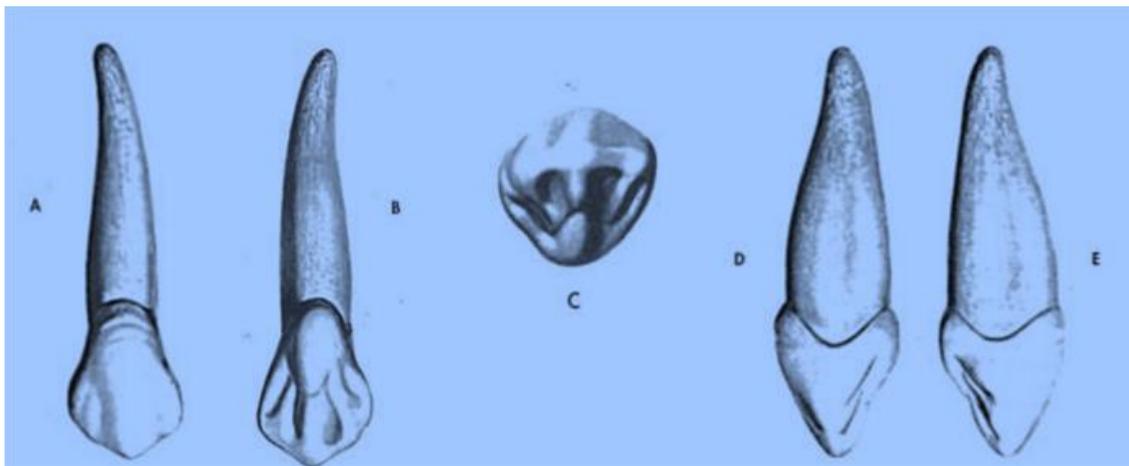


Figura 32. Canino superior permanente.

Fuente: tomado y modificado de Tomado de Zeisz y Nuckolls, 1949.

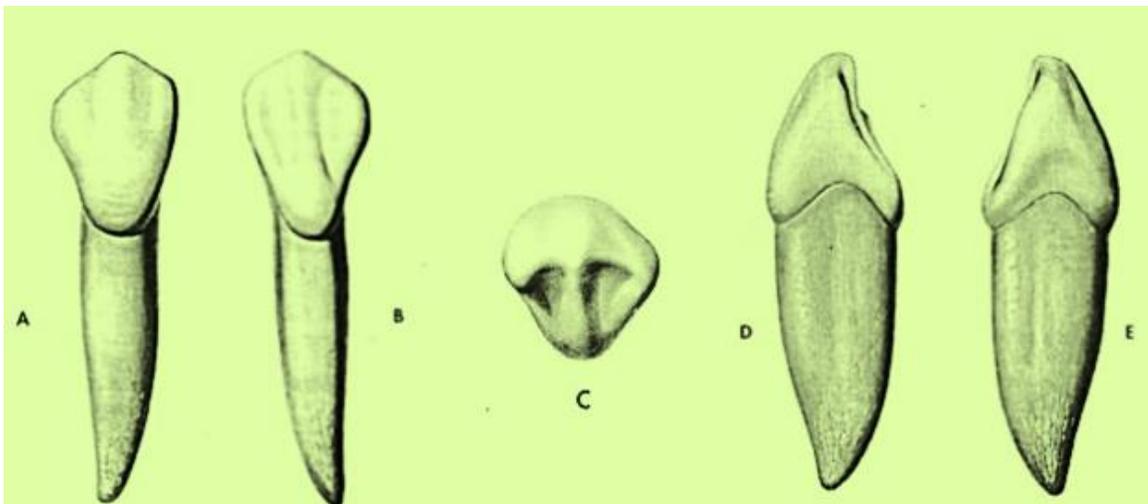


Figura 33. Canino inferior permanente.

Fuente: tomado y modificado de Zeisz y Nuckolls (1949).

4.12 Formación y erupción dental

La formación dental corresponde a indicadores clave del desarrollo físico, en odontología forense abarca grandes utilidades como la estimación de la edad cronológica o también llamada “edad real”, la cual, se puede definir como la edad medida por el calendario sin tener en cuenta el periodo intrauterino. La edad dental está basada en la existencia de estadios del desarrollo de la dentición y los fenómenos que suceden después de la madurez. Puede determinarse por los cambios que ocurren a través de toda la vida (Mendoza, 2005).

La formación de los órganos dentales, desde el punto de vista de la calcificación coronaria y radicular se puede determinar mediante radiografías, indica a qué edades tienen lugar las sucesivas fases del desarrollo de cada uno de los dientes, permitiendo construir tablas y gráficos predictores donde se muestra la media del desarrollo de los dientes en su conjunto, que ayudarán al odontólogo a evaluar si el desarrollo de la dentición de un individuo en crecimiento estaría incluido dentro del concepto de normalidad o no, o como se había mencionado, la estimación de la edad cronológica (Perea y Sanchez, 1999).

Durante los primeros 20 años de la vida la dentición de los individuos se encuentra sujeta a un periodo de formación, desarrollo y erupción. Este lapso posibilita, por tanto, conocer la edad cronológica de estos sujetos al estudiar el estadio de erupción y mineralización dentaria.

Cada diente temporal o permanente comienza su calcificación en un momento determinado. Los dientes temporales comienzan su calcificación entre las catorce y dieciocho semanas de vida intrauterina, iniciándose en los incisivos centrales y terminando por los segundos molares (Major y Stanley, 2006). Los ápices se cierran aproximadamente un año después de su aparición en boca. Los dientes permanentes inician su calcificación varios años después del nacimiento, a excepción de los primeros molares permanentes, que ya han iniciado su calcificación en el momento del nacimiento. Le siguen los incisivos centrales superiores e inferiores, laterales mandibulares y caninos (Canut, 1998).

Hacia los tres años de vida se inicia la calcificación de los segundos molares permanentes, una vez que se ha completado la calcificación total de la corona de los primeros molares

permanentes. Tanto los segundos bicúspides como los segundos y terceros molares sufren gran margen de variabilidad, pudiendo iniciar la calcificación algo más tarde, por lo que desde el punto de vista diagnóstico es oportuno esperar sobre todo con los segundos premolares por lo menos hasta los cinco años para poder explorarlos radiográficamente (INMLCF, 2011).

Para establecer la edad dental de una manera fiable, se deben evaluar los estadios de mineralización y no solo observar el momento de la emergencia, por los problemas que plantea la identificación de la edad dental exclusivamente por este método (Ibíd.). En base a estudios anteriores se han propuesto diferentes métodos, sin embargo, hay dos técnicas cuya difusión ha sido especialmente relevante a lo largo de las últimas décadas, la de Nolla (1960), Demirjian y Goldstein (1976) y Moorres, Fanning y Hunt, (1963) para fines forenses, este ultimo es mas eficiente, modificado por Smith (1991), el cual describe 14 estadios para incisivos superiores y dientes mandibulares, discriminando entre hombres y mujeres, registrando edades desde los 4.7 años hasta los 20.7 años (Nolla, 1960, Demirjian, Goldstein, 1976, Moorres, Fanning, Hunt, 1963) (Figuras 34 y 35).

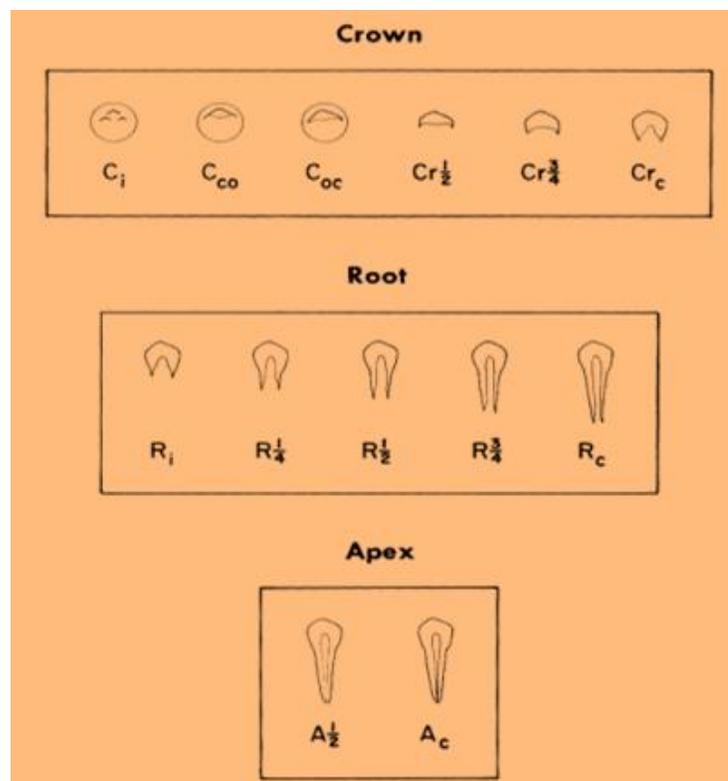


Figura 34. Etapas de formación de los dientes anteriores permanentes y premolares según Moorrees, Fanning y Hunt (1963).

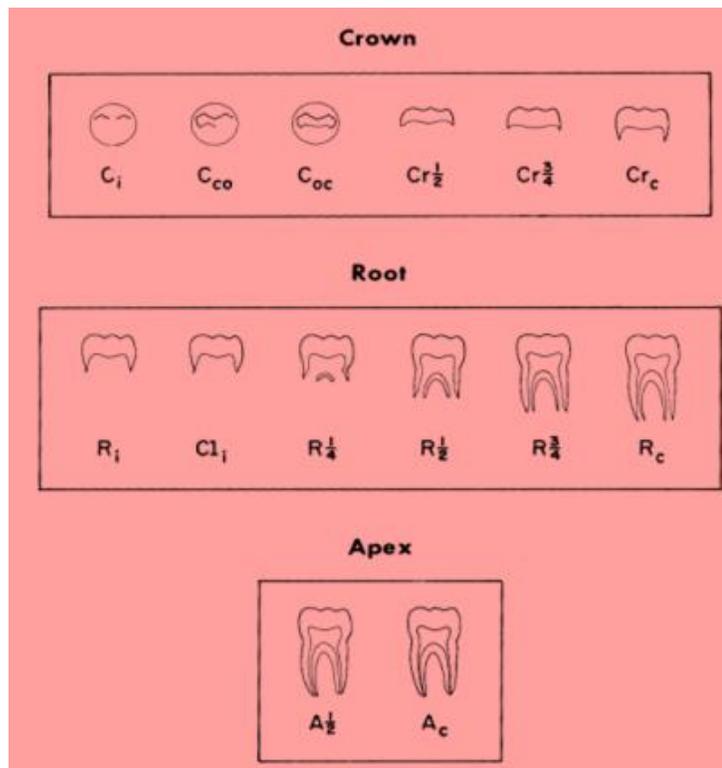


Figura 35. Etapas de formación de los molares permanentes según Moorrees, Fanning y Hunt (1963).

4.13 Cronología de erupción

Las denticiones humanas están conformadas por el mismo número de dientes:

- 20 estructuras dentales temporales (decidua)
- 32 estructuras dentales permanentes
- Dentición mixta (presencia simultánea de estructuras dentales temporales y permanentes, o en etapa de recambio dental).

Las denticiones, al igual que en los mamíferos, se caracterizan por ser heterodontos, es decir, poseen distintos grupos dentarios (incisivos, caninos, premolares y molares). No obstante, la diferencia entre individuos, y por ende, entre poblaciones, radica en la presencia, extensión y número organos dentales dentro de cada grupo de dientes, los cuales comprenden expresiones morfológicas o dimensiones específicas de la corona o raíz. El otro tipo de dentición es la mixta, la cual corresponde a la presencia de dientes permanentes y temporales en una edad aproximada

de 6 años (Morgado y Garcia, 2011). Las características particulares de cada una de estas denticiones se describen la **Tabla 9**.

Tabla 9. Características de las denticiones temporal, mixta y permanente.

Fuente: consolidación teórica propia de la autora de la presente investigación, a partir de las propuestas de Morgado y Garcia, A., 2011 y D' Escrivan, 2007)

Denticion	Características	Edades de erupcion
Temporal	Consta de 20 dientes distribuidos en ambos arcos. En cada arco se encuentran cuatro incisivos, dos caninos y cuatro molares.	6 meses de edad y terminan de erupcionar en promedio a los 2 años (Morgado, D., Garcia, A., 2011).
Permanente	Consta de 32 estructuras dentales.	<i>Estadio 1:</i> 3 años: se completa la dentición primaria. <i>Estadio 2:</i> 6 años: erupción de los 4 primeros molares permanentes. <i>Estadio 3:</i> 7 años: erupción de los 8 incisivos y caninos. <i>Estadio 4:</i> 9 a 11 años erupción de los dientes laterales. <i>Estadio 5:</i> 12 años: erupción de los 4 segundos molares permanentes. <i>Estadio 6:</i> 16 a 25 años: erupción de los terceros molares (Morgado, D., Garcia, A., 2011)
Mixta	La transición de la dentición primaria a la permanente, en donde se comienza a observar un recambio en la dentición, iniciado por la erupción de los primeros molares permanentes o la pérdida de los incisivos deciduos y seguida de la erupción de los incisivos permanentes (Romo et al., 1989).	Tiene su inicio aproximadamente a la edad de seis años. Con la erupción del primer diente permanente entre los cinco y medio y los seis años de edad, se inicia la dentición mixta, etapa en que encontramos, presentes en boca: dientes deciduos y permanentes, tanto sucesionales como accesionales los que no lo tienen (primero, segundo y tercer molar); tiempo durante el cual la dentición se verá intensamente sometida a la acción de agentes ambientales. Aproximadamente a los 10 años de edad, después de un período de receso, se entra en el segundo período activo, la dentición mixta segunda fase, con la erupción de los dientes del área media: caninos y premolares permanentes, que debe ser el último de éste grupo en tomar posición en el arco, el cual ya debería haber experimentado el crecimiento suficiente para proporcionarle el espacio adecuado (D' Escrivan de Saturno, L., 2007).

El patrón normal de erupción dental es variable tanto en la dentición temporal como en la permanente, observando mayores modificaciones en la cronología que en la secuencia, la cual sigue un orden más estricto de erupción (Nolla, 1960).

La cronología no se produce de una manera exacta puesto que es modificada por factores diversos, tales como la herencia, el sexo, el desarrollo esquelético, la edad radicular, la edad cronológica, los factores ambientales, las extracciones prematuras de dientes primarios, la raza, el sexo, los condicionantes socioeconómicos, enfermedades y/o síndromes, condiciones hormonales y otros. La erupción dental supone el movimiento del diente en dirección axial desde su posición

original en el maxilar hasta su posición funcional en la cavidad oral. La erupción normal ocurre en un tiempo determinado correspondiente a una edad cronológica de la persona, sin embargo, es habitual encontrar en la práctica clínica y forense variaciones de la norma en cuanto al tiempo de erupción, anatomía y tamaño de los órganos dentales (Obregón, Sosa, Matos y Díaz, 2013).

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN HUMANA

5.1 Identificación humana

Desde sus orígenes el hombre ha necesitado ser individualizado e identificado, pues es un ser social cuya vida se desenvuelve en una comunidad. Esta necesidad ha ido en aumento con el desarrollo de las sociedades, tanto en sus aspectos positivos como negativos (Ciocca y Teke, 2004).

La importancia de identificar a las personas cuya identidad se desconoce responde asimismo al derecho fundamental de todos los seres humanos a tener una identidad jurídica y a las innumerables razones de tipo social que envuelve el desarrollo de los procedimientos de identificación de cadáveres (Téllez, 2002). Puesto que cada individuo se distingue de los demás por un conjunto de rasgos faciales, morfológicos, talla, afinidad racial, sexo, edad, constitución, antecedentes clínicos, patologías, etc., que permiten reconocerlo (Işcan, 2001, Solla e Işcan, 2001). Por lo tanto, la identificación consiste en el proceso de detectar y constatar aquellos elementos, datos y características que tiene una persona y que la diferencia de las demás. De alguna forma podemos decir que es el estudio de la identificación o el estudio de las diferencias interpersonales; también se define como la individualización mediante la atribución de un nombre de nacimiento u otro nombre apropiado a los restos humanos (Barraza y Rebolledo, 2016).

Dentro del lenguaje forense existen dos términos que parecen significar lo mismo, pero que realmente tienen su propio significado, estos son el *reconocimiento* y la *identificación*.

El reconocimiento: desde el punto de vista forense se define como el acto de observar características de una persona conocida, haciendo un recordatorio de sus características físicas, anatomía y morfología, sus señales particulares y prendas de vestir. Por esta razón, es requisito para efectuar un reconocimiento, que éste lo realice un familiar o persona cercana a la víctima que se va a reconocer, de lo contrario no podríamos hablar de reconocimiento sin un conocimiento previo (Correa, 1990).

La identificación: se define como el proceso mediante el cual se llevan a cabo pruebas periciales o documentales para demostrar de manera inequívoca que una persona o cadáver es verdaderamente quien se cree que es. Para lograr una identificación es necesario que existan archivos, ya sea de huellas dactilares de personas desaparecidas, de sindicados de algún delito que hayan sido reseñados, lo mismo que cartas dentales, las cuales se puedan cotejar y de esta manera lograr puntos de concordancia que prueben científica y técnicamente la identidad de una persona (Ibíd.).

Actualmente, el tópic de la identidad es objeto de estudio de la ciencias medicolegales, bien cuando se trata de restos humanos o cuando hay que identificar a individuos vivos (Cattaneo, 2007). Cuando se trata de cadáveres, a las necesidades legales de establecer esa identidad por cuestiones de herencias y sucesiones , se suman, además, razones humanitarias, motivos religiosos y culturales que inducen a todas las personas a honrar a los familiares fallecidos (Işcan, 2005).

Cuando se encuentran unos restos humanos, ya sea en un contexto arqueológico o forense, el análisis morfológico y las adecuadas estimaciones métricas nos permiten efectuar valoraciones sobre el aspecto físico original de ese individuo (De Lucca, 2011). El objetivo principal es generar su osteobiografía (Cattaneo, 2007). Es decir, acercarnos a ese conjunto de rasgos personales y características individuales que lo hacen diferente de los demás, estableciendo así su individualidad (Prieto, 2002), para lo cual se clasifican en las siguientes:

5.1.1 Clases de identificación: son aspectos importantes dentro de las ciencias forenses, debido a la certeza que debe tenerse en los procesos propios en el ámbito judicial, siendo un reto el darla fehacientemente a los individuos que buscan establecerla, se establecen dos clases: *comparativas* y *reconstructivas*.

5.1.1.1 Comparativas: hacen referencia a la comparación de los antecedentes, reseñas y registros previos con los hallazgos encontrados en el cadáver a identificación (Barraza y Rebolledo, 2016).

5.1.1.2 Reconstructivas: son aquellas en las que en virtud del estado del cadáver no es posible utilizar otras formas de identificación (Ibíd.), es decir, no se cuentan con reseñas ni registros previos, únicamente se tienen los hallazgos encontrados en el cadáver a identificar.

En Colombia, el estudio de los cuerpos en condición de no identificados, se realiza en el INMLCF. De acuerdo al nivel de certeza, la identificación obtenida puede ser de dos tipos, indiciaria y fehaciente (Correa, 1990, Estupiñán., 2005).

5.1.2 Tipos de identificación

5.1.2.1 Identificación fehaciente: es aquella que da certeza de la identidad. Se considera positiva cuando se encuentra coincidencia de los datos de una persona desaparecida con los de un cadáver que se presume corresponde a dicha identidad mediante cotejos técnicos objetivos y reproducibles por cualquier experto en el campo. Las técnicas más empleadas son:

- Análisis dactiloscópico o comparación de huellas digitales.
- Análisis y comparación de perfiles genéticos, mediante el estudio de muestras biológicas *antemortem* con muestras *postmortem* del mismo individuo o de muestras *postmortem* con muestras de familiares primer grado de consanguinidad (INMLCF, 2009).
- Análisis odontológico o comparación de rasgos correspondientes a tratamientos odontológicos o patologías específicas establecidos a través de carta dental y/o radiografías o moldes.

En este caso el grado de certeza aumenta en la medida que se conjuguen varios elementos, una identificación fehaciente puede ser requerida por la autoridad, particularmente en casos de homicidio, pero no siempre es posible procesarla, por limitaciones financieras o de los elementos disponibles para cotejo (INMLCF, 2009).

5.1.2.2 Identificación indiciaria: da una alta probabilidad de la identidad. Es la coincidencia de características específicas altamente individualizantes entre los elementos o datos del desaparecido y aquellos, también específicos e individualizantes, documentados en el cadáver, a saber:

- Aspectos morfocromáticos y características bioantropológicas (talla, peso, edad, color de ojos, piel y cabello).
- Señales particulares (características únicas altamente distintivas como amputaciones, deformidades, tatuajes, cicatrices de cirugías u otras, etc.).
- Descripción dental (cuando no existe una historia odontológica *premortem* que permita hacer un cotejo fehaciente, pero sí una descripción referida por el entrevistado con particularidades como cambios de coloración en incisivos anteriores, malposiciones o diastemas, ausencias, entre otros).
- Descripción de prendas de vestir y pertenencias.

La identificación indiciaria puede ser adecuada y suficiente para los fines legales cuando se trata de cadáveres frescos con rasgos preservados y se dispone de información y documentos confiables. Está apoyada en la concordancia de características físicas, prendas y pertenencias y circunstancias de la muerte entre el cuerpo sometido a necropsia medicolegal y la persona cuya identidad se presume y, en muchos lugares del país, especialmente en pequeñas poblaciones, es avalada por la autoridad y por la comunidad que conoce a todos sus integrantes. Eventualmente, los elementos de identificación indiciaria pueden ser utilizados como fehacientes en una población cerrada, —p.e. viajeros registrados en los listados de pasajeros al abordar un avión— o cuando tienen un alto grado de correspondencia con los datos de la persona buscada y son específicos hasta el punto de lo inconfundible (INMLCF, 2009).

Cabe destacar que para la identificación de una persona, ya sea fehaciente o indiciariamente, se debe tener en cuenta que siempre debe hacerse con base en los soportes previos de las personas a identificar, ya sean huellas dactilares, documentos notariales o de registros de reseña (registros civiles); lo mismo que cartas dentales remitidas por odontólogos tratantes y formatos de personas desaparecidas (INMLCF, 2009 y 2011).

5.1.2.3 Cotejos dentales con fines de identificación

El cotejo es un proceso técnico científico mediante el cual se comparan y correlacionan los hallazgos (variables) *antemortem* y *postmortem*, permitiendo establecer si las manifestaciones de las diferentes líneas de evidencia analizada corresponden al individuo a identificar, cuya

metodología dependerá si se trata de un universo o población de víctimas abierto (número e identidades de víctimas desconocido), o un universo de víctimas o población cerrada (número e identidades de víctimas conocido, parcial o totalmente), en esta última población, las características dentales y óseas individualizantes tendrán un valor altamente significativo (Buitrago, González-Colmenares, Rojas-Sánchez, 2018).

El cotejo dental esta categóricamente expuesto y sustentado por la *American Board of Forensic Dentistry* (2016) y sustentado por las leyes de algunos países, permitiendo establecer una identificación según las categorías (inequívoca, probable, posible, descartada o imposible). La historia clínica médica y el registro odontológico *postmortem* constituyen elementos relevantes en el proceso de identificación. Para la identificación de personas se podrán utilizar los diferentes métodos que el estado de la ciencia aporte y que la criminalística establezca en sus manuales, tales como las características morfológicas de las huellas digitales, la carta dental y el perfil genético presente en el ADN (Buitrago et al., 2018).

La descripción de las características del sistema estomatognático debe hacerse de forma ordenada, detallada, sistemática, documentando hallazgos como señales particulares, características individualizantes, características morfológicas, lesiones traumáticas, patologías, entre otros, descritos con detalle en el apartado de registros *postmortem*; durante este proceso se debe documentar gráfica, fotográfica y radiológicamente según protocolos y técnicas vigentes. De la misma forma, recolectar y describir los EMP-EF, pertinentes y de valor potencialmente probatorio, embalando y rotulando acorde al manual de cadena de custodia y a las recomendaciones de protocolos internacionales. En caso de requerir ayudas diagnósticas complementarias *postmortem* como toma de imágenes radiográficas digitales, impresiones dentales, modelos de estudio, se hará la respectiva solicitud y anotación en el informe pericial (Ibíd.).

Buitrago et al. (2018) indican que un aspecto a tener en cuenta en el diligenciamiento de la carta dental, se refiere a las particularidades y alteraciones dentarias que deben ser registradas. Debido al gran número de anomalías, patologías, lesiones y tratamientos que se pueden presentar en boca, es difícil una codificación que abarque todas las características (Blesa, 2011). El formato

de INTERPOL (2014) solo contempla caries, dientes ausentes y restauraciones. Mientras que (Manica, 2014) describió 32 alteraciones dentales que deben ser descritas en una carta dental, algunas relacionadas directamente con el diente y otras relacionadas con trabajos de laboratorio dental. En una lista más completa (Adams, Carabott and Evans, 2013) mencionan una adaptación de la lista propuesta Pretty and Sweet (2001), en donde se dividen la característica de los dientes, de los tejidos periodontales y de las características anatómicas de los maxilares (**Tabla 9 A**).

Tabla 9 A. Características dentales utilizadas en el establecimiento de la identidad,

Fuente: tomado y modificado de Adams et al., 2013.

DIENTES	TEJIDOS PERIODONTALES	CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS
<p>Presencia de dientes a. erupcionados b. no erupcionados c. impactados</p> <p>Diente perdido a. congénito b. perdido <i>antemortem</i> c. perdido <i>postmortem</i></p> <p>Tipo de dentición a. temporal b. permanente c. mixta d. retenido e. supernumerario</p> <p>Posición de los dientes a. malposiciones</p> <p>Morfología coronal a. diferencias en tamaño y forma b. grosor del esmalte c. puntos de contacto d. variación poblacional</p> <p>Patología de la corona a. caries b. atrición, abrasión, erosión c. variaciones atípicas</p> <p>Morfología de la raíz a. tamaño b. forma c. número d. divergencia radicular e. dilaceración f. fractura radicular g. hipercementosis h. reabsorción radicular</p>	<p>Morfología gingival a. contorno, recesión, defectos interproximales b. color. cambios inflamatorios, pigmentaciones c. depósitos de placa blanda o dura</p> <p>Ligamento periodontal, morfología o patología a. grosor b. amplitud c. quistes laterales</p> <p>Alveolo y lamina dura a. altura, contorno, densidad de la cresta ósea b. grosor del espacio intra-radicular c. torus d. patrones de lámina dura e. pérdidas Oseas f. patrones de hueso trabecular g. fragmentos radiculares</p>	<p>Seno maxilar a. tamaño, forma, quistes b. cuerpos extraños, fistulas c. relación con los dientes</p> <p>Espina nasal anterior a. forma y tamaño del canal incisivo b. sutura palatina</p> <p>Canal mandibular a. foramen mental b. diámetro, anomalías c. relación con estructural adyacentes</p> <p>Cóndilos y coronoides a. tamaño y forma b. patología</p> <p>Articulación temporomandibular a. tamaño y forma b. artrosis c. anquilosis, fracturas d. cambios atróficos</p> <p>Otras patologías a. quistes b. patologías de las glándulas salivares c. tumores d. enfermedad metabólica del hueso e. opacidades focales f. evidencia de surgia</p>

<p>g. hemisección radicular</p> <p>Morfología de la cámara pulpar o del conducto radicular</p> <p>a. tamaño, forma y número</p> <p>b. dentina secundaria</p> <p>Patología de la cámara pulpar o conducto radicular</p> <p>a. perlas pulpares, calcificaciones</p> <p>b. tratamiento de conductos</p> <p>c. cirugías apicales</p> <p>Patología periapical</p> <p>a. absesos, granuloma</p> <p>b. cementoma</p> <p>c. osteítis condensante</p> <p>Restauraciones dentales</p> <p>1. metálicas</p> <p>a. extensión de la restauración</p> <p>2. no metálicas</p> <p>a. extensión de las restauraciones</p> <p>3. restauraciones con lesiones cariosas asociadas</p> <p>4. implantes</p> <p>5. puentes</p> <p>6. prótesis parciales</p> <p>7. prótesis total</p>		<p>g. trauma, pines, alambres</p>
---	--	-----------------------------------

5.1.2.4 Etapa de comparación o cotejo dental

El éxito de esta etapa dependerá de forma relevante de la disponibilidad, calidad y confiabilidad de los datos a cotejar. Posterior al análisis odontológico forense, la información *antemortem* y la obtenida durante y posterior al abordaje *postmortem*, organizada de forma relevante (se debe ingresar en los sistemas informáticos y registros manuales, para alimentar las bases de datos que permitan hacer futuros cruces y cotejos odontoscópicos con el fin de orientar e identificar.

La comparación de los datos *antemortem* y *postmortem* buscará discrepancias y puntos concordantes; no hay un número mínimo de puntos concordantes requeridos para una identificación positiva (Carabott, 2013); pueden presentarse características odontológicas que tienen mayor peso que otras, en la identificación. Por ejemplo, la presencia de implantes dentales

o tratamientos endodónticos son características más dicientes y de mayor visualización que otras como pequeñas restauraciones.

5.1.2.5 Etapa de conclusión de la identificación mediante cotejo odontológico

En cuanto a la comparación de los hallazgos dentales *antemortem* y *postmortem*, la Guía Práctica para el Examen Odontológico Forense del INMLCF (2011) clasifica las diferentes posibilidades:

Discrepancias relativas: los hallazgos no coinciden, sin embargo, tienen una explicación lógica.

Discrepancias absolutas: se observan hallazgos no coincidentes sin explicación lógica.

Concordancias individualizantes: se encuentran hallazgos coincidentes y poco frecuentes en la población general que permiten individualizar a la persona.

Concordancias análogas: los hallazgos son coincidentes y poco frecuentes, pero no alcanzan a ser individualizantes.

Concordancias relativas: los hallazgos coinciden, pero son muy frecuentes en la población general.

Como resultado de la comparación y de acuerdo al número y valor de las discrepancias, concordancias y contexto del caso, se podría concluir:

Identificación positiva fehaciente: hay certeza de la identidad, debe existir al menos una característica o más totalmente idéntica en la comparación *ante mortem* y *post mortem* con el fin de individualizar.

Identificación positiva de alta probabilidad: se observan concordancias morfológicas, anatómicas, topográficas y de tratamiento coincidentes.

Identificación positiva de baja probabilidad: evidencia de concordancias simples sin ser absolutas morfológicas, anatómicas, topográficas y de tratamiento.

Identificación negativa fehaciente o excluyente: evidencia de varias discrepancias relativas y/o absolutas morfológicas, anatómicas, topográficas, de tratamiento que exceden cualquier concordancia relativa.

5.1.2.6 Elementos de juicio insuficientes que permiten confirmar o descartar una identificación

Consiste en la información y elementos de estudio insuficientes para fundamentar una identificación.

Según el análisis e interpretación de los hallazgos del cotejo odontológico, considerando las líneas de evidencia con respecto al número y valor de las discrepancias y coincidencias, se puede emitir una conclusión respecto a la identificación odontológica forense, según American Board of Forensic Odontology (2016):

Identificación positiva: certeza absoluta que los registros *postmortem* y *antemortem* son de la misma persona.

Identificación probable: las características específicas *antemortem* y *postmortem* son correspondientes, pero los datos son mínimos.

Identificación posible: los datos *antemortem* y *postmortem* tienen características consistentes, pero debido a la calidad de las evidencias *postmortem* analizadas o de la evidencia *antemortem* disponible; no es posible establecer la identificación positiva. Esta información debe ser valorada con las otras líneas de evidencia para la identificación.

Evidencia insuficiente: cuando la información disponible es insuficiente para llegar a una conclusión.

Exclusión de identificación: cuando los datos *antemortem* y *postmortem* son claramente inconsistentes.

Otra manera de concluir, es la establecida en la guía de la INTERPOL (2014) para la identificación de víctimas de catástrofes posterior al cotejo de los hallazgos *antemortem* y *postmortem*, donde se establece:

Identificación: certeza absoluta de que los registros *postmortem* y *antemortem* son de la misma persona.

Identificación probable: las características específicas son correspondientes, pero los datos *postmortem* o *ante mortem* o ambos son mínimos.

Identificación posible: no hay nada que excluya la identidad, pero los datos de *postmortem* o *antemortem* o ambos son mínimos.

Identidad excluida: los registros *postmortem* y *antemortem* son de personas diferentes.

Evidencia insuficiente: no se pueden hacer comparaciones *postmortem* ni *antemortem*.

5.2 Reconstrucción de las líneas de evidencia: recuperando identidades

La reconstrucción de las líneas de evidencia o elementos biológicos (**Figura 36**) de un cadáver se realiza a partir de la valoración cualitativa y/o cuantitativa de diferentes áreas del cuerpo, en el caso de cadáveres con cambios de origen tafonómico (avanzada descomposición, carbonización, desmembración, momificación o esqueletización), se acude a la evaluación de estructuras óseas y dentales para establecerlas.



Figura 36. Elementos biológicos o líneas de evidencia que se utilizan en la búsqueda de una identidad biológica.
Fuente: José Pablo Baraybar, tomada de Sanabria-Medina, Rincón y Baraybar (2018), con permiso del Editor.

En este contexto de la búsqueda de una identidad biológica, en el que la conclusión será utilizada para decidir si corresponde o no a la identidad que se presume, prevalecen tres valores fundamentales que permean el resultado final: incertidumbre, certeza y probabilidad.

- **Incetidumbre:** la evaluación de un acontecimiento por un individuo, sin poder garantizar la verdad ni la falsedad de las cosas.
- **Certeza:** cuando un conocimiento ha sido demostrado y podemos afirmar que es verdadero. También podemos considerar como cierto todo aquello que no requiere ser demostrado, pues por su simplicidad “sabemos” que es cierto, por ejemplo, al hallar un cadáver en estado de putrefacción, no hay que demostrar que la persona ha muerto, se sabe que ha muerto (Sanabria-Medina et al., 2018).
- **Probabilidad:** puede entenderse en general como la medida de la incertidumbre o de la certeza en la ocurrencia de un evento o suceso, e indica las posibilidades de ocurrir cuando se realiza un experimento aleatorio, es decir, aquel donde el resultado es al azar, como el lanzar una moneda al aire. Una definición clásica de probabilidad: el número de eventos que se in-

vestigan sobre el número total de eventos posibles e igualmente verosímiles. Esta definición requiere que exista un número finito de eventos y todos igualmente probables (Paredes, 2016).

La incertidumbre, la certeza y la probabilidad cobran gran relevancia en el proceso de identificación forense, aunque particularmente la probabilidad, pues otorga un valor que se puede expresar en cifras y que podría llamarse el “argumento matemático” de la identificación, positiva o negativa, obtenida. La argumentación matemática es un elemento muy importante que sin excepción debe plasmarse en el informe de final identificación, ya que, por ejemplo, resultaría impropio entregar un cadáver a un grupo de familiares manifestándoles que “el cuerpo quizás o posiblemente” corresponde a la persona que están buscando (Sanabria-Medina et al., 2018).

El ejercicio de integrar la información proveniente de varias disciplinas forenses ha sido no solo una experiencia valiosa porque permite el análisis de contexto alrededor de un cadáver y una comprensión de conjunto de los hallazgos forenses, sino también porque obliga al equipo forense a integrar hallazgos de diferentes fuentes y a valorar la probabilidad de error que estos puedan tener, al asignar una identidad a un cuerpo o, dicho de otra manera, la probabilidad de identificar correctamente un cuerpo. Todas las áreas forenses involucradas en el proceso de identificación como la antropología, la patología y la odontología deberían por lo tanto, no solo involucrar en su informe la evidencia genética con el peso probabilístico que la acompaña, sino también realizar la valoración bioestadística de sus propios hallazgos y consolidar un valor combinado de probabilidad sobre la identidad de un cuerpo, evitando que la decisión final dependa solo de la opinión personal y la experiencia del forense (Ibíd.).

En palabras de Ángel Carracedo, la valoración estadística de la prueba es un cambio disruptivo de la ciencia forense que da al traste con: “Una medicina forense artesanal basada en la intuición y la experiencia que aplica modelos heurísticos y da un valor absoluto a la opinión del perito, a una medicina forense basada en la evidencia en la que la opinión se basa en datos y razonamiento y en el que la incertidumbre de la opinión se cuantifica en forma probabilística” (Carracedo, 2014, citado por Paredes, 2016).

La prueba científica, entendida como la aplicación del método científico, es por excelencia el argumento que marca la diferencia entre la explicación consuetudinaria de un hecho y la proporcionada desde la ciencia por un experto, como es el caso del medio forense, e.g. para el testigo ocular de un homicidio en el que fallece una persona por impacto de proyectil de arma de fuego en la cabeza, es claro que la víctima falleció por un disparo en la cabeza, lo cual es ajustado a la verdad, sin embargo y a pesar que en el contexto forense seguramente se concluirá algo similar, la muerte de la persona en medio de un homicidio, en este último contexto se aplicarán diversidad de estudios científicos/técnicos que demostrarán a partir del conocimiento del conocimiento de la anatomía humana, la balística, la física y la fisiopatología del trauma, entre otros, cuál fue la causa de la muerte de la persona y las circunstancias en que esta se dio, por ejemplo homicidio, suicidio, accidente, es decir, la conclusión en este último contexto brindará certeza científica sobre el evento, lo que sin duda aumentará la confianza y credibilidad de los sujetos procesales (Sanabria-Medina et al., 2018).

Los exámenes científicos suelen ser de tipo inductivo, se basan en la experimentación y, por consiguiente, en protocolos y técnicas específicas que los hacen reproducibles. En base a ello, ya no solo los exámenes, sino también los resultados, son reproducibles, pues se supone que, si otra persona o laboratorio repite la prueba en las mismas condiciones, obtendrá similares resultados. Los resultados tienen un grado de confiabilidad o certeza, esto implica la probabilidad que el parámetro a estimar se encuentre en el **intervalo de confianza**. En estadística, se llama intervalo de confianza a un par de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Formalmente, estos números determinan un **intervalo** y se calcula a partir de datos de una **muestra** con un **parámetro poblacional** (Ibíd.).

Lo anterior significa que un examen no es más científico que otro por el hecho que se exprese en valores numéricos o proporciones, más bien, esos valores reflejan estimaciones en base a valores de referencia, también llamados estándares, pertenecientes a una población determinada (Ibíd.).

Los **exámenes científicos** son específicos, es decir, **solo proveen respuestas puntuales a preguntas puntuales**. Por ejemplo, se puede enviar una muestra a que sea sometida al análisis de ADN, pero mientras se puede extraer ADN, este no tendrá gran valor en la medida en que no se pueda comparar con una muestra de referencia. Por lo tanto, la certeza no se basa en el análisis sino en el contexto en el que el análisis es usado y en el grado de fiabilidad que este tenga para demostrar o excluir la hipótesis que se está tratando de probar (Ibíd.).

Por lo tanto, en el contexto de los cotejos *antemortem vs. postmortem* que son utilizados en el proceso de identificación forense de personas, para alcanzar la certeza deseada se requiere combinar múltiples líneas de evidencia (**Figura 36**) con un peso individual específico y, que combinadas proporcionen el nivel de certeza deseado. De esta manera se deben considerar cuales son los elementos que juegan un rol determinante en la elaboración de un perfil biológico que permita confirmar o descartar una hipótesis de identidad (Ibíd.).

5.3 Dactiloscopia forense

La dactiloscopia es el estudio de la forma, disposición, registro y clasificación de las crestas papilares que se encuentran en los pulpejos de los dedos de las manos, las cuales son diferentes y propias de cada individuo, son inmutables a lo largo de la vida desde el momento de su formación en el sexto mes de vida intrauterina. No se modifican por traumatismos superficiales y son clasificables, es decir, se pueden catalogar y ordenar en archivos (Lee, 1991).

Para los cotejos dactiloscópicos, se utilizan principalmente las huellas registradas en documentos avalados por instancias gubernamentales, cuando se dispone de ellas. La dactiloscopia surge como método de identificación hacia el año 1890 con la aparición de los sistemas Henry, 1900 y Vucetich, 1954, y escuelas latina y canadiense, respectivamente, ambos sometidos inicialmente a varias precisiones y mejoras por los distintos servicios de identificación. Como los dos sistemas y sus derivados están arraigados en colecciones dactiloscópicas operantes que cuentan con millones de registros, es improbable que uno de ellos sea abandonado en beneficio del otro, en orden a una posible y loable unificación mundial (INMLCF, 2009).

Puede decirse que la evolución histórica de la dactiloscopia comprende tres periodos: el prehistórico, el empírico y el científico. En cuanto a la búsqueda de los verdaderos orígenes y aplicación de los dibujos digitales o ciencia de la dactiloscopia en la identificación de las personas, tal vez se haya ido demasiado lejos, tomando como base algunos hallazgos históricos. Algunos investigadores afirman que el conocimiento de las rugosidades epidérmicas es un saber tan antiguo como el hombre mismo. Su fiabilidad es proverbial y a menudo se utilizan como un criterio y un modelo de referencia con respecto a otras nuevas técnicas forenses, principalmente para aprovechar la difusión de su imagen. La identificación por huellas dactilares ha permitido el reconocimiento de muchos individuos por la policía y las autoridades civiles durante décadas y a menudo funciona como la piedra angular de sus registros (INMLCF, 2009).

Las características de las huellas dactilares garantizan la facilidad de tomar, transmitir, codificar y archivar dactilogramas en sistemas informáticos, ha facilitado el acceso a inmensos archivos en todo el mundo. En Colombia la Registraduría Nacional dispone de archivos de las impresiones dactilares de todos los individuos que han tramitado cédula de ciudadanía, lo que permite que el INMLCF, con el aval de la autoridad, solicite permanentemente a dicha entidad impresiones dactilares para cotejarlas con necrodactilias (**Figuras 37 y 37A**) de cadáveres CNI (INMLCF, 2011).



Figura 37. Huella digital correspondiente a un dactilograma.
Tomado de Casillas (2016).

MANO DERECHA				
1 Pulgar	2 Indice	3 Medio	4 Anular	5 Meñique
16	8	4	2	1+1
α	U		α	α
MANO IZQUIERDA				
6 Pulgar	7 Indice	8 Medio	9 Anular	10 Meñique
16	8	4	2	1+1
α	U	t	α	

Figura 37A. Necrodactilia o huellas tomadas a un cadáver durante necropsia medicolegal.

Modificado de MIB Investigadores <http://mibinvestigadores.blogspot.com/2012/08/dactiloscopia.html>

5.3.1 Genética Forense

La posibilidad de identificar personas a través de su material genético se basa en dos propiedades biológicas fundamentales del ADN: se transmite de padres a hijos siguiendo reglas sencillas de la herencia mendeliana (**Figuras 38 y 39**) y posee un alto nivel de variación entre individuos. Estas características de la molécula hacen posible responder a las dos principales preguntas que surgen ante un cadáver en condición de no identificado (Paredes, 2016):

- ¿El cuerpo encontrado puede corresponder a Juan, el hijo desaparecido de María y Pedro y no a otra persona de la misma fosa?
- ¿Las partes corporales encontradas fragmentadas, pueden corresponder todas al mismo cuerpo?

En el primer caso, es necesario verificar que los componentes genéticos (alelos) detectados en el cadáver son compartidos con el padre y la madre del desaparecido ya que siguen los principios de la herencia mendeliana: la mitad de la información genética del hijo ha sido heredada de su padre, la otra mitad de su madre biológica (Ibíd.) (**Figura 39**).

La segunda pregunta obliga a verificar que las parejas alélicas en su totalidad coinciden entre las diferentes partes corporales estudiadas, como debe suceder en todos los huesos del cuerpo de un mismo individuo ya que una vez reunidos los dos componentes paterno y materno de una persona durante la fecundación, estos genotipos permanecen invariables en todas las células del cuerpo, exceptuando raras situaciones. Gracias a la gran diversidad acumulada en el genoma humano, la probabilidad de que las partes coincidentes provengan de otra persona es prácticamente nula si se analiza un número amplio de sitios del ADN (**Figuras 38 y 39**).

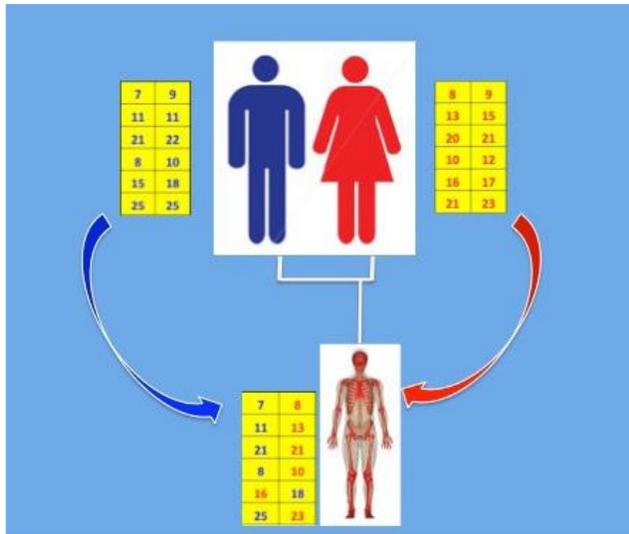


Figura 38.

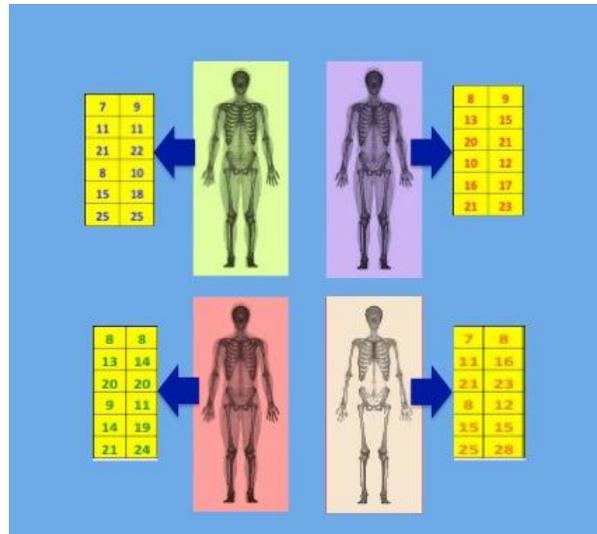


Figura 39.

Figura 38. Perfiles genéticos compatibles entre los padres de una persona reportada como desaparecida y un cuerpo no identificado: En cada pareja de alelos del ADN del esqueleto, uno es compartido con el padre y el otro con la madre de la persona reportada como desaparecida.

Figura 39. Los perfiles genéticos de las piezas óseas de un mismo individuo son idénticos y diferentes a los de los otros cuerpos. Las coincidencias de genotipos entre partes corporales y la compartición de alelos entre individuos presuntamente emparentados, son hallazgos que deben ser objeto de valoración bioestadística.

Fuente figuras 38 y 39: Manuel H. Paredes López, tomadas de Sanabria-Medina (2018), con permiso del Editor.

Ratificando lo anterior, los cotejos de ADN con fines de identificación se fundamentan en el mismo principio biológico que soporta a otras disciplinas forenses que laboran en el campo de la identificación de personas, *la diversidad humana*.

Del mismo modo como el dactiloscopista, el patólogo, el odontólogo o el antropólogo buscan en el cadáver rasgos anatómicos que puedan constituirse en indicios de identidad, las pruebas genéticas detectan variantes de ADN en las personas, que constituyen códigos de identidad individuales (INMLCF, 2011).

Hasta hace poco más de dos décadas, en la gran mayoría de los casos se utilizaban los métodos tradicionales para lograr una identificación (cotejos dactiloscópicos, dentales, entre otros), mientras que la tipificación de ADN desempeñaba un papel de apoyo o era el último recurso cuando fallaban otros métodos. Actualmente, se basa principalmente en la metodología

molecular, que se considera el enfoque más efectivo en la identificación de víctimas, tanto en desastres de pequeña escala como en eventos masivos.

Los primeros procedimientos de biología molecular utilizados para identificación genética, se basaron en el análisis de polimorfismos de proteínas o grupos sanguíneos (Ziętkiewicz, Witt, Daca, Żebracka-Gala, Goniewicz y Jarząb, 2012). La mayoría de estos sistemas, con la excepción del antígeno leucocitario humano [HLA], sufrieron un bajo grado de discriminación y, además, su uso fue limitado debido a una cantidad insuficiente de información genética en muchos tejidos y baja estabilidad en forense degradado biológicamente muestras (Budowle y van Daal, 2008).

En 1985, hace más de un cuarto de siglo, se publicó el primer documento que describía la identificación genética de individuos humanos mediante el análisis de huellas dactilares de ADN (Jeffreys, Wilson y Thein, 1985). Este enfoque original, basado en la hibridación minisatelital se conoce como análisis de huella digital de ADN. Desde entonces, el análisis de ADN ha experimentado una evolución rápida (Decorte, 2010). Los desarrollos fueron instigados por la necesidad de métodos más específicos y más sensibles que permitan la identificación basada en menos material de menor calidad.

La introducción de técnicas basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) permitió dirigir una variedad de marcadores genéticos, desde polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) hasta un número variable de repeticiones en tándem (STR); los STR incluyen minisatélites y microsátélites, a menudo denominados repeticiones cortas en tándem (STR) o repeticiones de secuencias simples (SSR). La metodología actual en identificación genética se basa en el uso del análisis directo de la secuencia de ADN y la disponibilidad de numerosas bases de datos genéticos (Butler, 2006).

Los estudios de identidad humana pueden considerarse en una variedad de contextos: casos forenses, análisis de relación, pruebas de paternidad, investigación de personas desaparecidas e identificación de víctimas en masa. Aunque el objetivo final es obtener una coincidencia entre dos personas o entre un material biológico y una persona, el contexto

específico de cada una de estas aplicaciones de pruebas de identidad humana tiene sus problemas específicos, que van desde el enfoque técnico, pasando por la interpretación estadística, hasta cuestiones éticas (Ibíd.).

5.4 Odontología forense

5.4.1 Odontología forense: definición y competencias

La odontología a lo largo de su historia ha sido delimitada por distintos autores, entre los que se encuentra Pederson (1969) quien la define como "...la rama de la Odontología que trata del manejo y el examen adecuado de la evidencia dental y de la valoración y la presentación apropiada de los hallazgos dentales, en interés de la justicia".

Posteriormente Keiser-Nielsen (1980) destaca el desarrollo del concepto de la odontología forense como "...la rama de la odontología que, en interés de la justicia, se ocupa del manejo y examen adecuados de la evidencia dental, la evaluación y presentación adecuada de los hallazgos dentales".

También fue detallada como "...la parte de la Medicina Legal que analiza la cavidad bucal, los dientes, sus características y formas, para la identificación de personas vivas o muertas; descubrir lesiones producidas en el sistema estomatogático, su duración, recuperación, secuelas, el ejercicio de la profesión del odontólogo, en su concepto ético y penal, el informe pericial que ellos pueden evacuar y su responsabilidad profesional" (Silva, 1991). Es así como la odontología forense se ha convertido en una parte integral de la medicina forense en los últimos 100 años (Goharbabar, Iqbal, y Jan, 2007).

En lo que respecta a Colombia en las últimas dos décadas, sus competencias periciales han impulsado a la odontología forense a alcanzar un progreso científico y técnico que le ha permitido hacer parte de los grupos forenses constituidos con la finalidad de efectuar el abordaje forense de un sinnúmero de casos que exigen la interdisciplinariedad para dar respuesta a los diversos interrogantes que implica una necropsia medicolegal.

Lo anteriormente planteado se refiere especialmente a aquellas situaciones en las cuales el cuerpo corresponda a un CNI y se considere que pertenece a los denominados *casos complejos* (Sanabria-Medina, 2008), que generalmente son cadáveres en avanzado estado de descomposición, desmembración, esqueletización, carbonización y partes humanas aisladas del resto del cuerpo.

La investigación forense presenta desafíos que deben ser abordados con un enfoque interdisciplinario, siendo las principales especialidades forenses que pueden aplicarse en dicho proceso la: arqueología, antropología biológica/física, antropología social o cultural, sociología, historia, medicina legal, odontología, radiología y genética. También participan en este proceso y de acuerdo a las necesidades del caso, en especial con referencia a los elementos asociados a los restos humanos, otras áreas de la criminalística u otras disciplinas que puedan cumplir un rol fundamental en el análisis más específico: balística, geología, entomología y química, entre otras. Asimismo, es relevante el rol de quienes se dedican a la investigación judicial de estos casos (Comité Internacional de la Cruz Roja, 2017).

Cada una de las citadas disciplinas forenses ha contribuido desde su perspectiva al análisis y resolución de cuantiosa casuística forense, la que ha venido experimentando un incremento exponencial debido a más de medio siglo de violencia. Lo anterior, debido a la necesidad de la intervención de diferentes disciplinas científicas, con la participación de actores que, desde su especificidad, aportan al proceso de identificación de los restos humanos y determinación de la causa de la muerte (Comité Internacional de la Cruz Roja, 2017).

En lo que respecta al área de actuación de la odontología forense, su rol está circunscrito a su área de actuación u objeto de estudio, el sistema estomatognático, dentro del que se encuentran los dientes, considerados elementos de especial valor para la identificación con fines forenses; los dientes se usan para este fin en casos de cuerpos difícilmente reconocibles por su estado de descomposición, esqueletización, desmembración, carbonización o calcinación, entre otros (Krenzer, 2005).

En dichos casos, a través del sistema dentario se puede determinar la especie, el sexo y la edad e identificación del tipo de diente; lo que posiciona al sistema dentario como una herramienta medicolegal que genera información útil en el contexto forense (Palomino, 2004). El abordaje y análisis odontológico de cuerpos esqueletizados y en avanzado estado de descomposición es un proceso que hace parte del trabajo multidisciplinario de un equipo forense, en el cual el odontólogo forense realiza un completo estudio del sistema estomatognático, cuyo objetivo es complementar y enriquecer las observaciones de las demás disciplinas intervinientes para construir un informe pericial integral.

Sanabria-Medina et al. (2015) anotan que las labores periciales de dicho abordaje multidisciplinario se adelantan para aportar elementos al proceso de búsqueda e identificación en casos de desaparición forzada, teniendo como objetivos:

- Apoyar el proceso de identificación de cadáveres en condición de no identificados mediante la determinación del perfil biológico del cadáver (sexo, ancestro, edad biológica y talla).
- Confirmar o descartar la presencia de traumatismos para apoyar la necropsia medicolegal y contribuir a establecer la manera, causa y mecanismo de muerte.
- Confirmar o descartar la presencia de signos asociados a tortura u otros tratos crueles e inhumanos, lo cual constituye información de gran impacto para los investigadores judiciales y de hecho para el proceso penal en que esté enmarcado cada caso
- Aportar elementos que permitan la reconstrucción de los hechos que llevaron a la muerte de cada persona, con el fin de entregar una versión de los hechos aproximada de la verdad, ayudar a escribir la memoria histórica de la violencia en Colombia y, entre otras más, procurar a las familias de las víctimas la certeza que los restos encontrados son o no, los de la persona que ellos buscan.

En retrospectiva, la función del odontólogo forense en la necropsia medicolegal ha estado circunscrita al registro de la información obtenida durante el examen odontológico forense *postmortem* del cuerpo con fines de identificación (INMLCF, 2011), aunque su actuación pericial

amplía su campo de acción hacia el examen de lesiones, signos de tortura, análisis de huellas de mordedura, entre otros.

La odontología forense brinda uno de los métodos fehacientes de identificación; se basa en la valoración de las características clínicas y radiológicas del sistema estomatognático teniendo en cuenta la evolución natural de los tejidos que lo conforman, los cambios producidos por el trauma y la enfermedad, los desgastes funcionales y la realización y evolución de tratamientos odontológicos (Casas, 1998, Cely, 2004). Para reconocer, individualizar e identificar plenamente a una persona al igual que para cualquier otra disciplina forense sus hallazgos deben ser contextualizados con la información investigativa del caso y con los resultados obtenidos a partir de otros métodos comparativos y reconstructivos (Casas, 1998).

El conocimiento del odontólogo forense requiere que abarque el número de disciplinas, ya que los registros dentales obtenidos pueden identificar a un individuo o proporcionar la información que necesitan las autoridades para establecer la identificación del caso (Adams, 2014).

Los procedimientos de odontología forense pueden ser utilizados de manera similar a como se aplican en personas vivas para diversos fines los cuales corresponden a (Adams, 2014; Casas, 1998):

- Estimación de edad.
- Estudio de huellas de mordedura.
- Estudio de huellas queiloscópicas.
- Estudio de las características de las rugas palatinas.
- Estudio de la línea de sonrisa.
- Evaluación del desarrollo dental (formación/erupción), de estructuras temporales o permanentes.
- Atrición funcional y esclerosis de la cámara y el conducto radicular.
- Estudio radiológico con técnicas intraorales o extraorales.
- Estudio de modelos en yeso.
- Estudio de fotografías clínicas de filiación, conjunto, semiconjunto y detalle.

- Estudio de antecedentes traumáticos, patológicos y quirúrgicos del macizo cráneo facial.
- Estudio de prótesis odontológicas fijas o removibles que pueden ser dentosoportadas, mucosoportadas, dentomucosoportadas y óseosoportadas para el caso de los implantes.

5.5 Antropología biológica o bioantropología

La antropología es la disciplina de las ciencias humanas que estudia la variabilidad de la especie humana desde dos diferentes perspectivas: sociocultural y biológica. La primera analiza el comportamiento y variabilidad socio-cultural de poblaciones humanas contemporáneas, poblaciones indígenas, poblaciones campesinas, etc., y la segunda, sus aspectos biológicos a partir, ya sea, en poblaciones vivas o a partir del análisis de cadáveres y restos humanos esqueletizados, incluso fosilizados, tanto pretéritos como actuales. Dentro de los estudios que adelanta la antropología biológica se pueden mencionar: origen, evolución y variabilidad física de la especie humana, entendiendo que esta última se da entre los integrantes de una población, así como entre poblaciones diferentes. La Antropología Biológica también realiza amplios estudios propios de su disciplina en poblacionales vivas o actuales (Tomás Cardoso, 2013).

En 1953, Lasker promueve la creación de una sociedad para los investigadores dedicados a la Biología Humana, fundada en Londres bajo el nombre de *Society for the Study of Human Biology*, orientada al estudio de la Biología de poblaciones humanas en sus distintos aspectos como especie: variabilidad, genética y evolución (aplicada a áreas forenses), adaptabilidad y ecología (Ibíd.).

La *Society for the Study of Human Biology* asume en la década de los 60s la publicación de la revista *Human Biology*, ahora bajo la nueva denominación de *Annals of Human Biology*. Posteriormente, en el año 1974 se crea en los Estados Unidos la *Human Biology Association*, con una similar concepción amplia y claramente antropológica de la Biología Humana (variación en poblaciones humanas, fisiología, nutrición, crecimiento, demografía, evolución y ecología humana) a la que cabe asignar un objeto de estudio que adopta un enfoque integrador de carácter biocultural en línea con la Nueva Antropología Física en boga en el contexto norteamericano de estos años. La Asociación tendrá el *American Journal of Human Biology* como su órgano de

difusión, y celebrará encuentros en colaboración con la *Society for the Study of Human Biology* que trabajaba al otro lado del Atlántico, desde el Reino Unido, estableciendo vías de colaboración y convergencias en el ámbito antropológico anglosajón (Tomás Cardoso, 2013, Little y James, 2005).

En Colombia la antropología biológica tiene varias especialidades académicas que permiten a las dos vertientes ya mencionadas adelantar estudios que pretenden explicar la variabilidad humana en sus diferentes campos y que en conjunto dan cuenta del primordial aporte de esta disciplina a la identificación humana, a la investigación de las muertes y al conocimiento de aspectos de trascendencia social como el lazo cultural del ser humano con sus muertos (Sanabria-Medina et al., 2015).

5.6 Antropología forense

La antropología forense es una disciplina que se desarrolla cada vez más y que nació hace menos de un siglo en los Estados Unidos, con el objetivo de contribuir con el conocimiento de la biología ósea y la antropología física a las necesidades emergentes de la Ley y la Justicia de un país (Sanabria-Medina et al., 2015).

El desarrollo de la investigación en antropología biológica y forense ha progresado rápidamente en todo el mundo en los últimos años, sin embargo, en la mayoría de los países, a excepción de los Estados Unidos, el trabajo de antropología forense aún se considera dentro de los deberes del patólogo forense (Sanabria y Osorio, 2015, Traithepchanapai, Mahakkanukrauh y Kranioti, 2016).

El ámbito biológico de la antropología legal, judicial, policial, criminal o forense se puede dividir en tres grandes áreas según los tres grandes componentes del cuerpo humano: osteológica, somatológica y genética. La primera habitualmente se conoce como antropología forense en los países anglosajones y latinoamericanos, y es practicada por antropólogos en América, médicos y biólogos en Europa (Sanabria-Medina et al., 2015, Traithepchanapai et al., 2016). La genética corresponde más al campo de los médicos, biólogos y bacteriólogos, y la somatológica al de los peritos criminalísticos, artistas judiciales, ilustradores médicos, aplica, en contextos medico

legales, métodos y técnicas de la antropología biológica, la arqueología y la tafonomía aceptadas a nivel internacional, además de los resultados de investigaciones de esta clase disponibles en población colombiana (Sanabria-Medina et al., 2015). En principio el antropólogo forense debe tener una formación holística e integral, desempeñarse bien en los tres campos, o en caso contrario, integrar equipos interdisciplinarios que brinden la posibilidad de introducir las aportaciones de cada rama del saber; su integración con médicos, odontólogos y otros peritos permite tener una idea más amplia de la situación a atender (Sanabria-Medina, 2008).

La antropología física o biológica es una disciplina que permite realizar el proceso de identificación humana en contextos arqueológicos o forenses. En el caso forense esta disciplina ha adquirido fuerza a raíz de los procesos de violencia y el conflicto armado en el país. La antropología, en especial la biológica, tiene un enfoque multidisciplinario que apoya a la identificación de los restos óseos. Esta identificación es realizada estableciendo el perfil biológico, conformado por el sexo, ancestro, edad biológica y estatura. Es importante acotar que establecer el perfil biológico no es suficiente para lograr la identificación de los restos óseos humanos, es necesario aplicar métodos y técnicas que conlleven a una identificación fehaciente.

Un perfil biológico idóneo o pertinente presume adicionalmente el análisis del trauma óseo y dental, así como patologías, marcas de actividad ocupacional y características individualizantes. El trabajo realizado por el antropólogo forense es muy importante, especialmente en el contexto de países permeados por conflictos armados, pues ayuda a las familias de las víctimas a encontrar a sus familiares para que puedan realizar el proceso de duelo (Rodríguez, 2004).

Las patologías óseas son analizadas puntualmente por la antropología física y por la arqueología para entender el comportamiento de las sociedades del pasado y las sociedades contemporáneas. Es por ello que mediante los análisis patológicos es posible, además, individualizar los restos óseos, en estos análisis se pueden observar fracturas producidas por alguna enfermedad que haga que el hueso se vuelva más frágil y menos denso como es el caso de la osteoporosis. Muchas de las patologías del pasado perduran en los seres humanos, es por esto que los estudios realizados en arqueología son importantes y ayudan a comprender los

indicadores patológicos al momento de analizarlos en poblaciones actuales, ya sea desde la antropología o desde otras disciplinas como la medicina. No se puede pasar por alto que el antropólogo debe tener una estrecha relación con otro tipo de disciplinas como la medicina o la radiología, incluso también la estadística, esto permite un análisis más amplio en el diagnóstico de enfermedades (Ibíd.).

5.7 Antropología dental

De acuerdo a lo referenciado en la literatura especializada, la antropología dental se define como un área interdisciplinaria del conocimiento que integra a la antropología, la odontología, la biología, la paleontología y la paleopatología a través de la información que proporciona la dentición humana, como es el caso de las variaciones anatómicas, evolutivas, patológicas, culturales y terapéuticas en consideración con las condiciones de vida, la cultura, la alimentación y los procesos de adaptación de las poblaciones humanas presentes y pasadas, mediante el estudio de la morfología, las dimensiones, las enfermedades y las modificaciones de los dientes (Rodríguez, 1989; Scott y Turner II, 1998; Rodríguez y Delgado, 2000).

Asimismo, la antropología dental estudia temporal y espacialmente las poblaciones humanas a través de las estructuras dentales, las que aportan evidencias sobre la taxonomía de la especie humana, la descripción biológica de comunidades antiguas, la descripción del proceso evolutivo de las especies, asimismo, en el contexto forense, la antropología dental es de alto impacto como recurso de identificación de CNI. Corresponde a una útil herramienta con fines socio- históricos en la determinación de la edad, ancestro, dieta, nivel nutricional, estado de salud e impacto del ambiente en un individuo o población (Hillson, 2000, Morano y Bucarey, 2009, Rodríguez, 1999).

Su definición como ciencia antropológica aún es un tema que genera polémica, algunos consideran que no es una especialidad, sino el interés de un conjunto de antropólogos físicos por conocer las variaciones que presenta la dentición humana, mientras que la mayoría de antropólogos biológicos la definen como toda una ciencia con técnicas, métodos y teorías propias que permite resolver problemas de tipo histórico y social. Ignorando un poco esta discusión, la

antropología dental es concebida en términos generales como la ciencia que estudia los dientes para conocer aspectos sociales e históricos en los individuos y sus grupos (Rodríguez, 2003).

Para Zoubov (1998), odontología étnica o etno-odontología es ante todo una ciencia morfológica, que en principio enriquece la ciencia del hombre con nuevas clasificaciones de rasgos marcadores para el análisis comparativo. Constituyéndose para este autor, en una ciencia taxonómica que dispone de un conjunto especial de rasgos marcadores que sirven para el análisis comparativo entre las poblaciones modernas y entre las formas fósiles de homínidos.

La antropología dental basa sus estudios en el hecho de que no hay dos cavidades orales iguales y que los dientes son únicos para cada individuo, de aquí, la importancia de la antropología y odontología forense (Krishan, Kanchan y Garg, 2015).

Los dientes representan un trascendental rol en la práctica forense debido a ciertas condiciones que son consideradas por diversos autores:

1. Las estructuras dentarias se localizan estratégicamente en los arcos dentales, lo que les permite mantener un cierto contacto con el medio exterior y una íntima relación anatómico funcional y patológica con el propio organismo (Krishan et al., 2015).

2. Presentan una extraordinaria resistencia a la acción de agentes físicos, químicos, biológicos y al paso del tiempo (resistencia tafonómica), debido a que están compuestos por tejidos sumamente mineralizados (Ibíd.).

3. Se constituyen en lugar de asiento de diversas alteraciones cromáticas, entre las que se destaca el llamado fenómeno de los dientes rosados (Moreno, 2013).

4. Pueden mostrar estigmas resultantes de patologías, traumas, desgastes funcionales y/o parafuncionales, profesiones y hábitos personales.

5. Son elementos de fácil observación y registro, en sujetos vivos o fallecidos, pasibles de evaluaciones cualitativas (odontoscópicas), cuantitativas (odontométricas) o cuali-

cuantitativas, efectivizadas intraoralmente y/o sobre sus respectivas reproducciones – modelos de yeso o imágenes digitalizadas de estos, fotografías, radiografías, cortes histológicos, etc. (Aragón, Bastidas y Bedón, 2008).

6. En condiciones normales, no sufren modificaciones morfológicas ni volumétricas, después de concluir su fase de calcificación (Barraza, 2016).

7. Por poseer una cavidad, de paredes inextensibles, alberga y protege una de las más inalterables y ricas fuentes de ADN, el tejido pulpar, el cual puede ser objeto de un confiable y fidedigno análisis genético-molecular (Ibíd.).

8. Presentan una morfología y volumen únicos e irrepetibles que son consecuencia de una expresión fenotípica heredable, regulada más por factores genéticos que por ambientales (Ibíd.).

9. Exhiben un grado de dimorfismo sexual que varía entre hombres y mujeres, según algunos autores (Gambhir, Singh, Talwar, Gambhir y Munjal, 2016).

Todo lo anterior representa el contexto de la actuación de la antropología dental y la odontología forense, disciplinas científicas que han logrado integrarse mediante un mismo objeto de estudio, los dientes (Ruiz-Garzón, 2013).

Los antropólogos dedicados al estudio y conocimiento de la dentición humana coinciden en definir la antropología dental como una ciencia que ayuda a conocer la historia evolutiva de los seres humanos (Ferrándiz, 2014). En este amplio contexto de investigación, con el tiempo la academia ha privilegiado algunos aspectos importantes de la morfología dental para su observación, ellos son:

- ✓ Rasgos fenotípicos especiales.
- ✓ Tamaño dental (dimensiones dentales u odontometría).
- ✓ Patologías.
- ✓ Procesos de crecimiento y degeneración.
- ✓ Modificaciones intencionales (Cabrera, Albornoz, Peña y Calderón, 1999).

Los dientes son una fuente importante de datos porque generalmente están bien conservados en el registro arqueológico y fósil, incluso cuando la preservación del esqueleto y el ADN es pobre. Además, la forma del diente se considera altamente heredable y selectivamente neutral; por lo tanto, se supone que los dientes órganos claves para datos genéticos neutros cuando no hay ninguno disponible. Sin embargo, hasta se conoce, ningún estudio hasta la fecha ha probado sistemáticamente la suposición de la neutralidad genética de las características morfológicas dentales a escala global (Rubio, Sioli, Santos, Fonseca y Martin-de-las-Heras, 2016).

A nivel global se establece que los Rasgos Morfológicos Dentales Coronales (RMDC) consisten en variaciones fenotípicas del esmalte expresadas y reguladas por el genoma de un individuo y de una población durante la odontogénesis. Pueden ser estructuras positivas (tuberculares) o negativas (intertuberculares y fosomorfas) que tienen el potencial de estar o no presentes en un sitio específico (frecuencia) de diferente manera (variabilidad) en uno o más miembros de un grupo poblacional de donde proceda (Rodríguez, 2005, Aguirre, Castillo, Solarte y Moreno, 2006).

Estudios realizados en Colombia por Díaz et al. (2014), evidencian una alta afinidad con grupos étnicos pertenecientes al complejo dental mongoloide debido a la frecuencia (expresión) y variabilidad (gradación) de los RMDC, incisivos en pala, la cúspide carabelli, el protostílido, la cúspide 6 y la cúspide 7; sin embargo, no se puede descartar influencia del complejo dental caucasoide asociado con procesos etno-históricos y tampoco se identifican estudios genéticos que perfilen un tamaño y morfología dental específicos para la trietnia colombiana (Díaz, García, Hernández, Palacio, Ruiz, Velandia, Villavicencio y Moreno, 2014).

CAPÍTULO VI

OBJETIVOS

6.1 Objetivos

6.1.1 Objetivo general

Analizar el dimorfismo sexual de caninos permanentes, maxilares y mandibulares, en una muestra de población colombiana contemporánea.

6.1.2 Objetivos específicos

Determinar el grado de dimorfismo sexual en caninos permanentes maxilares y mandibulares de la muestra estudiada.

Establecer las diferencias estadísticas de las variables seleccionadas entre los sexos.

Obtener funciones discriminantes que permitan estimar el sexo de un cadáver a partir de diferentes variables de caninos maxilares y mandibulares.

CAPÍTULO VII

MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Aspectos éticos

El proyecto de investigación fue avalado por el Comité de Ética del INMLCF, entidad que custodia la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana con la cual se realizó el estudio.

La presente investigación tuvo en cuenta la normatividad manifiesta en la Resolución N° 008430 de 1993, en particular su Título III, en el que se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud de la investigación en seres humanos, Capítulo 1, de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos. Asimismo, la fase ejecutoria se desarrolló acorde a los principios éticos para las investigaciones médicas indicados por la Asociación Médica Mundial en la Declaración de Helsinki (1964).

La Colección Ósea Humana de donde se tomó la muestra para el presente estudio fue creada en el marco del proyecto de investigación N° 615 DICDT-INMLCF, que permitió la recolección de cadáveres de cuerpos humanos esqueletizados, masculinos y femeninos identificados/no reclamados, de los cementerios distritales de Bogotá D.C., Colombia, mediante la firma de un convenio interadministrativo entre el INMLCF y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos del Distrito (UAESP).

Los aspectos éticos de la recolección, procesamiento (esqueletización y almacenamiento) de cadáveres que conforman la colección ósea, fueron abordados en 2009 por el comité de bioética del INMLCF, quienes finalmente consideraron que dicho proyecto se enmarcaba dentro de las consideraciones éticas de investigación científica con cadáveres humanos. Finalmente, dicho comité aprobó y dio el visto bueno para que se iniciara la recolección de dichos cuerpos y se posibilitaran las investigaciones que a futuro se darían con los especímenes que la conformarían. Hasta el momento se han desarrollado aproximadamente veinticinco investigaciones que han sido utilizadas para obtener títulos de doctorado, maestría y pregrado, tanto de universidades colombianas, como norteamericanas y europeas.

La presente investigación no generó ningún riesgo de tipo ambiental, particularmente porque los cuerpos se encuentran esqueletizados y no se realizará con ellos ningún procedimiento

intrusivo que genere exposición a remanentes o residuos biológicos de ninguna clase; de igual forma, los investigadores cumplieron permanentemente con los protocolos de bioseguridad del INMLCF, lo que evitó potenciales riesgos de accidentes con instrumental quirúrgico o contaminación con agentes patógenos.

7.2 Universo

El material de estudio consistió en 162 esqueletos (100 hombres y 62 mujeres) de la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana Contemporánea, perteneciente al INMLCF en Bogotá D. C., Colombia, cuyo sexo, edad, lugar de nacimiento y causa de muerte estuvieron plenamente documentados (Sanabria-Medina et al., 2016). Los esqueletos pertenecen a individuos fallecidos entre 2004 y 2008; la edad media de los individuos del estudio fue de 33,2 a 28,67 años (ver tabla 10). Los criterios de inclusión fueron: dientes caninos sin alteraciones de tipo patológico o traumático, sin desgaste oclusal ostensible, sin reabsorción de la raíz y sin restauraciones dentales.

Tabla 10. Descripción de la muestra según la edad

		Femenino (N=62)	Masculino (N=100)	Total (N=162)
Edad media		33.2	28.67	31.41
DS		13.43	9.39	11.77
Edad mínima		19	18	18
Edad máxima		86	55	86
Grupos de edad (años)	n	Femenino Edad media	n	Masculinos Edad media
18-25	8	21.87(DS 1.88)	48	21.62 (DS 2.17)
26-35	37	30.20 (DS 1.87)	34	30.17 (DS 3.02)
36-45	9	40.66 (DS 2.5)	10	41 (DS 2.5)
46-55	3	48.66 (DS 1.52)	8	50.12 (3.44)
>56	5	75.86 (DS10.38)	-	

Un total de 506 dientes permanentes fueron revisados (107 caninos superiores derechos, 160 caninos superiores izquierdos, 124 caninos inferiores derechos, 115 caninos inferiores izquierdos). Canino superior derecho (13) de cada cuerpo fue extraído de su respectivo alveolo

para ser medido y posteriormente colocados en su lugar, el procedimiento fue repetido para el canino superior izquierdo (23), inferior derecho (33) e inferior izquierdo (43) (**Tabla 11**).

Tabla 11. Distribucion de los sujetos estudiados por sexo en la muestra final de estudio.

Estructura dental	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
13	65	42	107
23	89	71	160
33	68	47	115
43	72	52	124
Total	294	212	506

7.3 Diseño y tipo de investigación

Se realizó un estudio de tipo observacional analítico, basado en la observación y análisis estadístico de ocho variables (**Figura 40**) en dientes caninos superiores e inferiores, con el objetivo de confirmar o descartar su aplicación en la discriminación sexual a partir de dichas estructuras.

7.4 Definición y medición de las variables

Las mediciones fueron tomadas por dos operadores con un calibrador digital (Mitutoyo-Kawasaki-Kanakawa, Japón) resolución 0.0005 "/0.01mm y error instrumental de + - 0.01" /0.02mm.

Se midieron las ocho variables de referencia en los caninos disponibles de cada individuo, de las cuales: Diametro mesodistal coronal (MD), diametro mesodistal cervical (CMD), Diametro buco lingual (BL) y Buccolingual Cervical (CBL), fueron propuestas por Hillson et al. 2005; altura radicular (HR) basados en Zorba et al. 2014; altura coronal (HC) según M. Vodanovic et

al., 2007 y finalmente, dos corresponden a la propuesta de Gómez y Sanabria-Medina (2002), que son el diámetro mesodistal radicular (MDR) y el diámetro buco lingual radicular (BLR).

- **Diámetro mesodistal (MD):** se tomó la máxima longitud de la corona en el plano mesodistal, por vestibular. Por la ubicación indistinta de los costados, se debe sostener el odontómetro de tal manera que sus puntas queden paralelas al eje vertical de la corona abarcándola en toda su altura (**Figura 40**).
- **Diámetro mesodistal cervical (CMD):** se tomó en sentido mesodistal en la región cervical o unión amelocementaria (**Figura 40**).
- **Diámetro mesodistal radicular (MDR):** fue tomado en la unión entre el tercio cervical y el tercio medio radicular, ubicando el odontómetro perpendicular al eje axial del diente (**Figura 40**).
- **Diámetro vestíbulo-palatino (BL):** se tomó perpendicular al plano mesodistal, buscando que el plano axial del diente, no de la corona, esté paralelo al plano axial de la medida. El calibrador se ubicó en posición vertical en la unión entre el tercio medio y el tercio cervical de la corona, abarcando los puntos más sobresalientes de las superficies vestibular y palatina, en especial del cingulum palatino (**Figura 40**).
- **Diámetro vestíbulo palatino cervical (CBL):** esta medida se obtuvo de igual forma que el anterior pero ubicando el odontómetro en el sitio de mayor constricción que une la corona y la raíz (**Figura 40**).
- **Diámetro vestíbulo palatino radicular (BLR):** esta medida se tomó paralela al plano axial del diente a nivel de la unión entre tercio cervical y tercio medio radicular (**Figura 40**).
- **Altura coronal (HC):** para obtener esta medida se ubicó una de las puntas del odontómetro en el borde incisal o vértice del canino, la otra punta en la unión amelocementaria del diente sobre la superficie vestibular, siguiendo el plano axial del diente (**Figura 40**).

- **Altura radicular (HR):** esta se tomó desde la unión amelocementaria hasta el ápice radicular, ubicando el calibrador sobre la línea media del diente sobre la cara vestibular, siguiendo el plano axial del mismo (**Figura 40**).

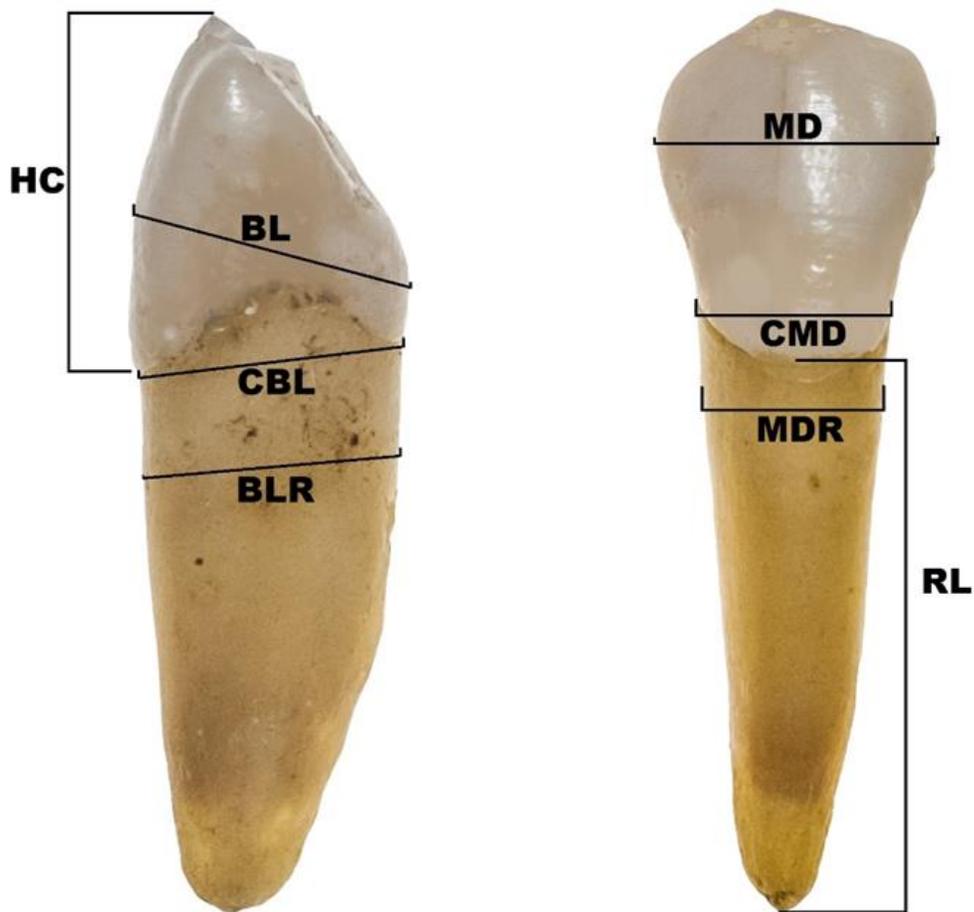


Figura 40. Dimensiones dentales para diámetros odontométricos utilizadas en el presente estudio.
Fuente: Autora.

7.5 Estandarización en la evaluación métrica de los caninos

Consistió en un proceso donde dos observadores abordaron los sistemas odontométricos bajo protocolo de estandarización y doble enmascaramiento para controlar sesgos y lograr la unificación de los criterios de observación/medición. El investigador principal con la ayuda de un

operador con experiencia en mediciones antropométricas realizaron las mediciones de las 8 variables a examinar: MD, CMD, MDR, BL, CBL, BLR, HC y HR (**Figura 40**), en 128 dientes seleccionados al azar de la muestra total, en dos momentos diferentes; los valores fueron consignados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Para evaluar el error interoperador e intraobservador, se calcularon tres estimaciones de precisión ampliamente utilizadas: el error técnico absoluto de medición (TEM), el error técnico relativo de medición (rTEM) y el coeficiente de confiabilidad (R) para determinar las diferencias entre dos conjuntos de mediciones (Ulijaszek SJ, Kerr DA, 1999; Harris EF, Smith RN, 2009), además de los gráficos de Bland-Altman (Bland JM, Altman DG, 2007) para el error intra observador.

7.6 Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software SPSS Statistics (IBM Inc., Armonk, EE. UU., Versión 20 para Windows). La prueba de Kolmogorov-Smirnov (prueba K-S) fue utilizada para probar la normalidad de las variables y prueba de Levene para verificar la homogeneidad de las varianzas. Las diferencias entre los valores de hombres y mujeres se analizaron aplicando la prueba t de Student y prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Se empleó la prueba t de Student para las variables donde la homogeneidad de varianza se cumplió; en los otros casos, la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney fue aplicada. Los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Posteriormente, análisis de regresión logística paso a paso fue utilizada para generar fórmulas de regresión logística por cada diente, que fueran capaces de discriminar sexualmente la muestra.

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

8.1 Analisis de reproducibilidad de los datos

En las Tablas 12, 13, 14 y 15 se proporcionan el TEM, el rTEM y el coeficiente de confiabilidad (R) intra e inter observador, para las mediciones de los cuatro caninos. La media de rTEM para el error intra observador es de 0,10% con un coeficiente de variación >0,98 para todas las medidas en los cuatro caninos. El error interoperador fue un poco más alto, con una media de rTEM de 1,35%, con un coeficiente de variación > 0,97 para todas las mediciones.

Tabla 12. Análisis de error intra observador en mediciones de caninos maxilares.

Medidas	Canino superior Derecho (13)				Canino superior izquierdo (23)			
	N	TEM	rTEM	R	N	TEM	rTEM	R
DM	29	0.009	0.113	0.999	31	0.012	0.149	0.999
CMD	29	0.022	0.384	0.997	31	0.008	0.139	0.999
MDR	29	0.009	0.167	0.999	31	0.008	0.148	0.999
BL	29	0.007	0.084	0.999	31	0.010	0.118	0.999
CBL	29	0.007	0.008	0.999	31	0.007	0.087	0.999
BLR	29	0.009	0.115	0.999	31	0.003	0.038	0.999
HC	29	0.006	0.005	0.999	31	0.014	0.133	0.985
HR	29	0.015	0.008	0.999	31	0.032	0.183	0.999

Tabla 13. Análisis de error intra observador en mediciones de caninos mandibulares.

Medidas	Canino inferior derecho (43)				Canino inferior izquierdo (33)			
	N	TEM	rTEM	R	N	TEM	rTEM	R
DM	34	0.004	0.057	0.999	34	0.005	0.072	0.999
CMD	34	0.013	0.119	0.999	34	0.010	0.188	0.999
MDR	34	0.010	0.200	0.999	34	0.010	0.199	0.999
BL	34	0.001	0.001	0.999	34	0.025	0.328	0.998
CBL	34	0.001	0.013	0.999	34	0.003	0.039	0.999
BLR	34	0.008	0.103	0.999	34	0.003	0.039	0.999
HC	34	0.015	0.136	0.999	34	0.063	0.005	0.999
HR	34	0.006	0.038	0.999	34	0.001	0.000	0.999

Tabla 14. Análisis de error inter observador en mediciones de caninos maxilares.

Medidas	Canino superior Derecho (13)				Canino superior izquierdo (23)			
	N	TEM	rTEM	R	N	TEM	rTEM	R
DM	29	0.011	0.123	0.998	31	0.072	0.183	0.997
CMD	29	0.042	0.436	0.997	31	0.048	0.198	0.997
MDR	29	0.011	0.197	0.998	31	0.016	0.187	0.998
BL	29	0.014	0.134	0.998	31	0.064	0.188	0.998
CBL	29	0.026	0.098	0.999	31	0.057	0.127	0.997
BLR	29	0.089	0.175	0.998	31	0.056	0.098	0.998
HC	29	0.036	0.057	0.996	31	0.143	0.193	0.988
HR	29	0.074	0.078	0.996	31	0.065	0.193	0.997

Tabla 15. Análisis de error inter observador en mediciones de caninos maxilares.

Medidas	Canino inferior derecho (43)				Canino inferior izquierdo (33)			
	N	TEM	rTEM	R	N	TEM	rTEM	R
DM	34	0.074	0.187	0.997	34	0.095	0.173	0.997
CMD	34	0.057	0.148	0.998	34	0.065	0.198	0.997
MDR	34	0.085	0.268	0.987	34	0.087	0.239	0.996
BL	34	0.048	0.084	0.998	34	0.086	0.359	0.997
CBL	34	0.061	0.057	0.999	34	0.096	0.129	0.998
BLR	34	0.058	0.193	0.989	34	0.073	0.096	0.996
HC	34	0.075	0.166	0.996	34	0.136	0.186	0.987
HR	34	0.086	0.126	0.997	34	0.054	0.088	0.996

En las **figuras 41 a 48** y tabla 16 se muestran los resultados del error intraobservador mediante Bland–Altman, correspondientes a la concordancia de las diferentes medidas tomadas por el observador para cada variable. El eje–y corresponde a la medida del observador, y el eje–x corresponde al promedio de las medidas obtenidas en mm. Puesto que la escala del eje–y es la misma para todos los gráficos, es sencillo apreciar que todas las dimensiones de las variables se encuentran en un intervalo de acuerdo del 95%; las variables DMD, DVPC, DVPR y DVP muestran una mayor concordancia, pues presentan una menor diferencia y un intervalo de acuerdo al 95% más estrecho, en comparación con las mediciones DMDC, DMDR, HC Y HR .

Tabla 16. Análisis de concordancia mediante el método Bland–Altman. Valores de la distribución de las diferencias entre las mediciones tomadas por un observador, en dos tiempos diferentes, así como de los límites de acuerdo al 95% para esta distribución.

Medida	N	Difmin	Difmáx	Difmedia	DE	LAinf	LASup	CDC
DM	127	-0.0131	0.0020	-0.0036	0.018	-0.37	0.44	0.20
CMD	127	-0.0015	0.0715	0.0349	0.019	-0.38	0.45	0.21
MDR	127	-0.0683	0.0186	-0.0248	0.021	-0.51	0.46	0.24
BL	127	-0.0355	-0.0121	-0.0117	0.012	-0.27	0.25	0.13

CBL	127	0.0118	0.0411	0.0256	0.007	-0.14	0.19	0.08
BLR	127	-0.0444	-0.0013	-0.0215	0.011	-0.27	0.23	0.13
HC	127	-0.1001	-0.0071	-0.0536	0.023	-0.57	0.46	0.26
HR	127	-0.0273	0.0525	0.0125	0.020	-0.43	0.45	0.22

N: número de mediciones; **Difmín:** valor mínimo de las diferencias; **Difmáx:** valor máximo de las diferencias; **Difmedia:** valor promedio de las diferencias; **DE:** desviación estándar; **LAinf:** límite de acuerdo inferior; **LAsup:** límite de acuerdo superior; **CDC:** coeficiente de concordancia.

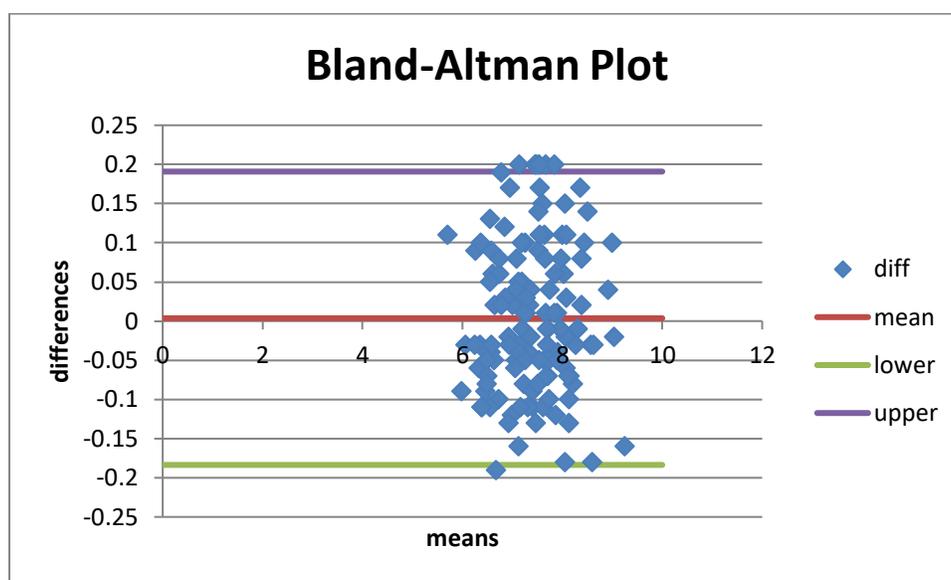


Figura 41. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones DMD tomadas por el mismo observador.

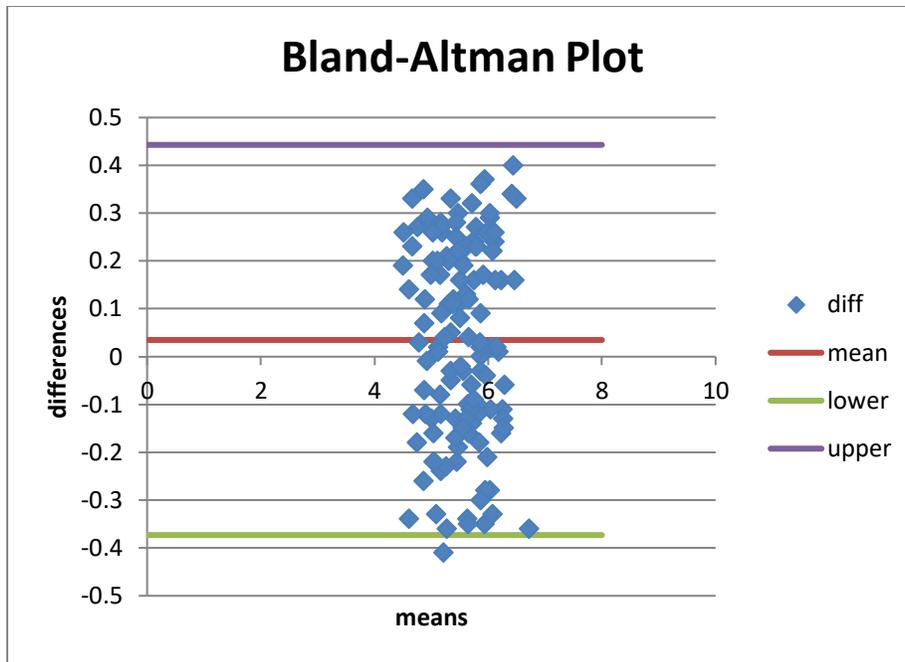


Figura 42. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones DMDC tomadas por el mismo observador.

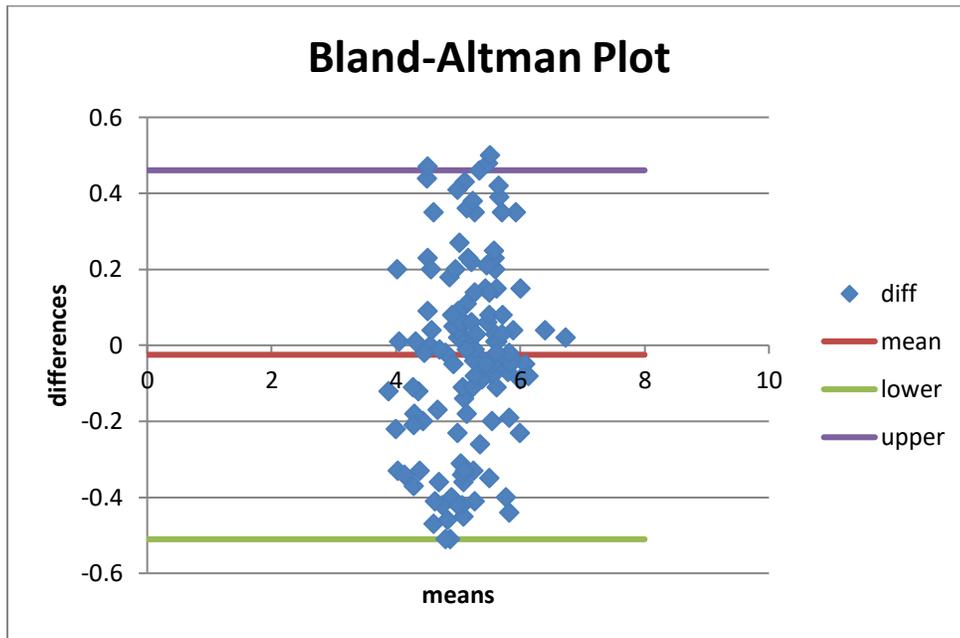


Figura 43. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones DMDR tomadas por el mismo observador.



Figura 44. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones DVP tomadas por el mismo observador.

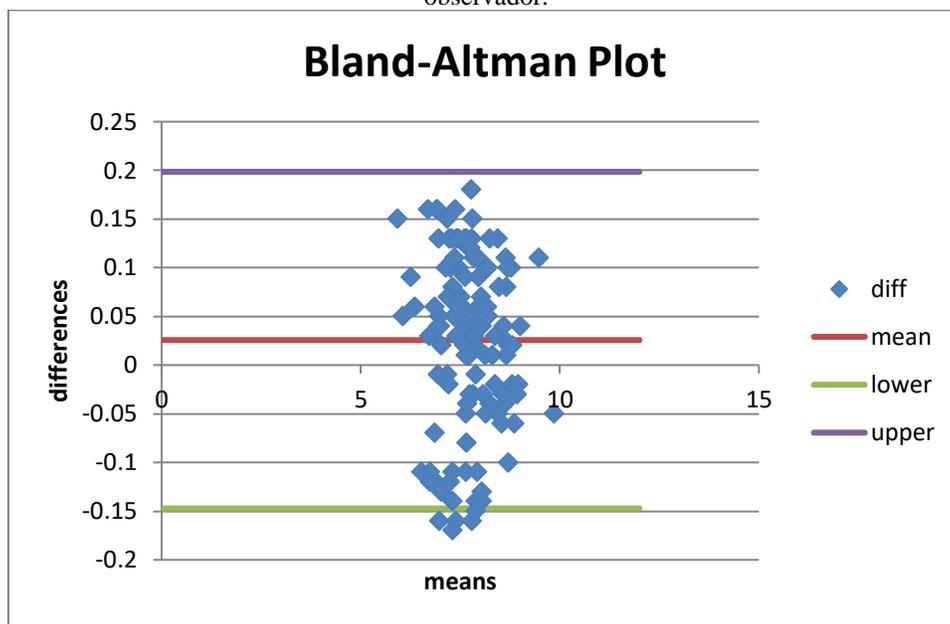


Figura 45. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones DVPC tomadas por el mismo observador.



Figura 46. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones DVPR tomadas por el mismo observador.

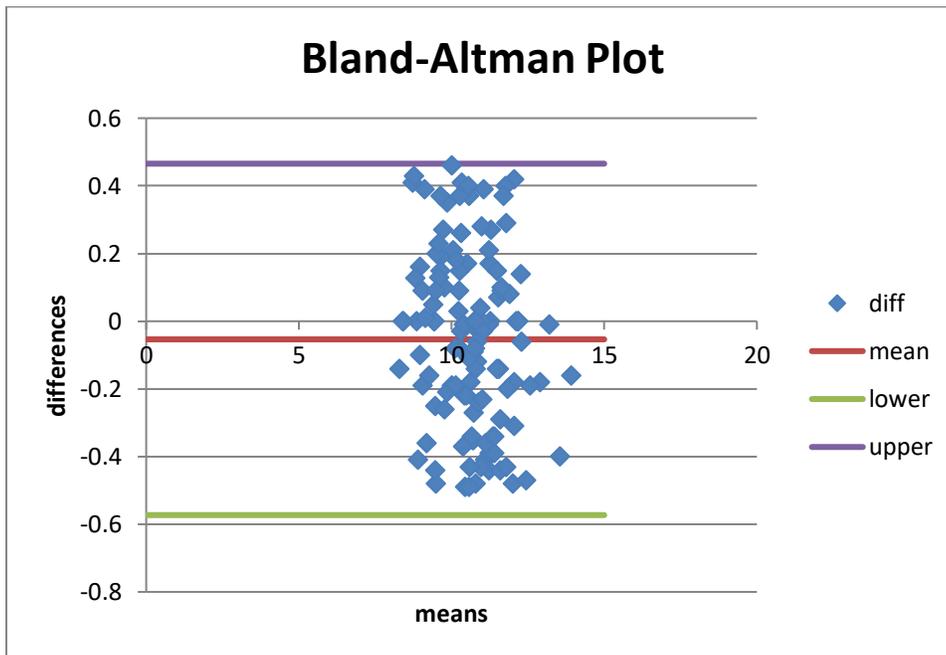


Figura 47. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones HC tomadas por el mismo observador.

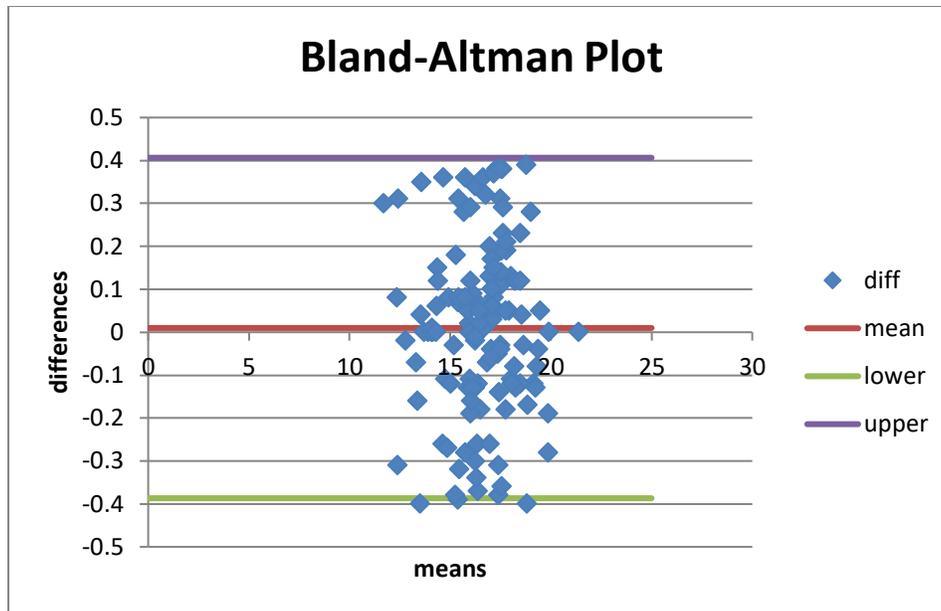


Figura 48. Método de Bland–Altman. Análisis de reproducibilidad de las mediciones HR tomadas por el mismo observador.

8.2 Analisis descriptivo

Como paso preliminar para cualquier trabajo de investigación, es fundamental conocer y describir las características de la muestra estudiada, para ello, se realizó un análisis descriptivo en el que se obtuvo el tamaño de la muestra, la media, la desviación estándar (DE) y los valores máximo y mínimo para cada diámetro dental (**Tabla 17,18,19 y 20**).

Para cada estructura dental se obtuvieron 8 mediciones, para un total de la muestra de 4.048 dimensiones dentales. En las **tablas 17, 18, 19 y 20** se muestran la n, la media y la desviación estándar para cada medida por sexo y por diente de forma individual.

Tabla 17. Estadísticos descriptivos para cada medida por sexo de canino superior derecho (13).

Variable	n	Masculino			Femenino		
		N	Media	DS	n	Media	DS
DM	107	65	8.003	0.55	42	7.756	0.53
CMD	107	65	6.002	0.44	42	5.473	0.44
MDR	107	65	5.211	0.66	42	4.895	0.47
BL	107	65	8.636	0.61	42	8.025	0.51
CBL	107	65	8.209	0.65	42	7.563	0.63
BLR	107	65	7.892	0.76	42	7.281	0.61
HC	107	65	11.10	1.17	42	10.19	0.95
HR	107	65	18.23	1.73	42	16.63	1.88

Tabla 18. Descripción por dimension, n y media de canino superior izquierdo (23).

Variable	n	Masculino			Femenino		
		n	Media	DS	n	Media	DS
DMD	160	89	7.973	0.42	71	7.651	0.51
DCMD	160	89	5.917	0.51	71	5.385	0.44
DMDR	160	89	5.212	0.53	71	4.749	0.48
DVP	160	89	8.511	0.53	71	8.018	0.49
DVPC	160	89	8.103	0.57	71	7.453	0.49
DVPR	160	89	7.809	0.73	71	7.295	0.60
HC	160	89	10.74	1.05	71	10.31	0.93
HR	160	89	18.07	1.80	71	16.95	1.76

Tabla 19. Descripción por dimension, n y media de canino inferior derecho (33).

Variable	n	Masculino			Femenino		
		n	Media	DS	n	Media	DS
DMD	115	68	7.075	0.42	47	6.771	0.46
DCMD	115	68	5.552	0.45	47	5.052	0.42
DMDR	115	68	4.896	0.51	47	4.540	0.45
DVP	115	68	7.975	0.60	47	7.333	0.64
DVPC	115	68	7.933	0.56	47	7.263	0.56
DVPR	115	68	7.877	0.65	47	7.330	0.55
HC	115	68	11.615	1.17	47	12.007	0.80
HR	115	68	16.692	1.50	47	15.194	1.69

Tabla 20. Descripción por dimension, n y media de canino inferior izquierdo (43).

Variable	n	Masculino			Femenino		
		n	Media	DS	n	Media	DS
DMD	124	72	7.100	0.45	52	6.689	0.63
DCMD	124	72	5.626	0.55	52	4.948	0.78
DMDR	124	72	5.021	0.74	52	4.542	0.43
DVP	124	72	7.819	1.38	52	7.334	0.68
DVPC	124	72	7.900	0.60	52	7.196	0.83
DVPR	124	72	7.826	0.60	52	7.310	0.61
HC	124	72	11.38	2.78	52	10.51	0.94
HR	124	72	16.55	1.54	52	15.28	1.31

8.4 Índice de dimorfismo

En el presente estudio se determinó el porcentaje de dimorfismo sexual como indicador para describir el grado de diferencia entre el sexo femenino y masculino, calculado para cada medida por diente, empleando la fórmula de Garn et al. (1967):

$$\frac{\text{Media masculina} - \text{Media femenina}}{\text{Media femenina}} \times 100$$

El porcentaje de dimorfismo sexual representa la diferencia entre los valores de media masculina y femenina. Un valor positivo indica dimensiones más grandes de los órganos dentales caninos masculinos, mientras que un valor negativo indica dimensiones más grandes de órganos dentales caninos femeninos. Si el valor es cercano a 0 (cero), la magnitud del dimorfismo sexual será inferior (**Tablas 21 y 22**).

Tabla 21. Medias de cada medida y porcentaje de dimorfismo para el diente 13.

Variable	Media Masculinos	Media Femeninos	% Dimorfismo sexual
MD	8,0032	7,7564	3,18
CMD	6,0026	5,4731	9,67
MDR	5,2114	4,8657	7,10
BL	8,6366	8,025	7,62
CBL	8,2098	7,5638	8,54
BLR	7,8929	7,281	8,40
HC	11,1046	10,1945	8,93
HR	18,2368	16,6348	9,63

Tabla 22. Medias de cada medida y porcentaje de dimorfismo para el diente 23.

Medidas	Media Masculinos	Media Femeninos	% Dimorfismo sexual
MD	7,9731	7,651	4,21
CMD	5,9171	5,3855	9,87
MDR	5,2125	4,7494	9,75
BL	8,5119	8,0189	6,15
CBL	8,1033	7,4537	8,72
BLR	7,8099	7,2955	7,05
HC	10,7454	10,3108	4,21
HR	18,0753	16,957	6,59

El mayor porcentaje de dimorfismo en los caninos maxilares (13 y 23) lo presenta la variable CMD, con un porcentaje de 9.87 % para el canino superior izquierdo (diente 23) y 9,67 % para el canino superior derecho (diente 13); seguido por la variable MDR con 9,75 % para el canino superior izquierdo (diente 23) y HR con 9,63 % para el canino superior derecho (diente 13). Así mismo el menor porcentaje de dimorfismo lo presentó la variable MD para ambos dientes (**Figura 49 y Tablas 23 y 24**).

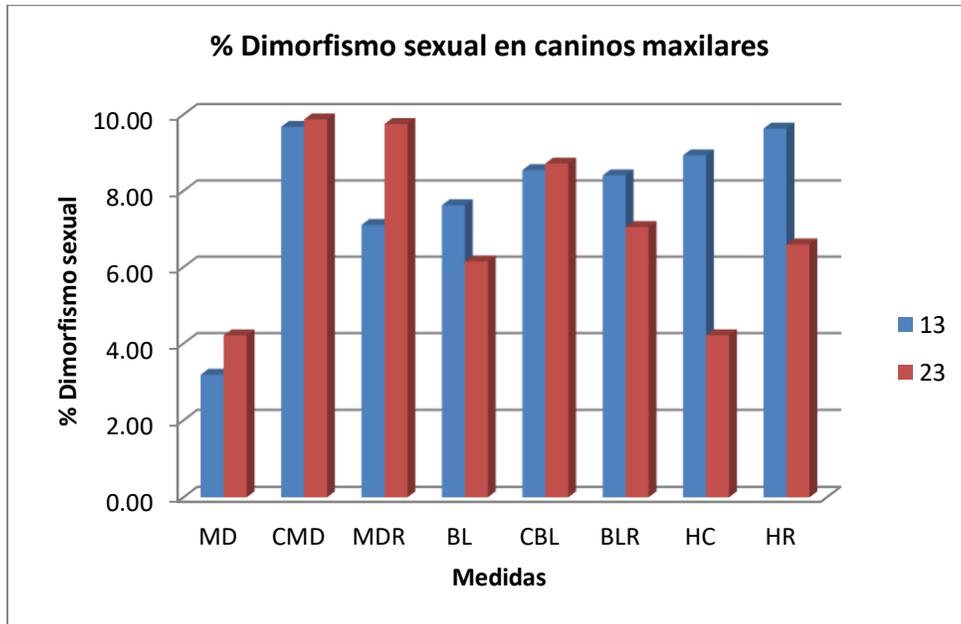


Figura 49. Porcentaje de dimorfismo sexual de los dientes caninos maxilares de población colombiana, de acuerdo a cada medida.

Tabla 23. Medias de cada medida y porcentaje de dimorfismo para el diente 33.

Medidas	Media Masculinos	Media Femeninos	% Dimorfismo sexual
MD	7,075	6,771	4,48
CMD	5,552	5,052	9,89
MDR	4,896	4,540	7,83
BL	7,975	7,333	8,76
CBL	7,933	7,263	9,23
BLR	7,877	7,330	7,47
HC	11,615	12,007	3,27
HR	16,692	15,194	9,87

Tabla 24. Medias de cada medida y porcentaje de dimorfismo para el diente 43.

Medidas	Media Masculinos	Media Femeninos	% Dimorfismo sexual
MD	7,1001	6,6892	6,14
CMD	5,6261	4,9485	13,69
MDR	5,0219	4,5421	10,56
BL	7,8192	7,334	6,62
CBL	7,9007	7,1962	9,79
BLR	7,8262	7,3104	7,06
HC	11,389	10,512	8,34
HR	16,558	15,283	8,35

El mayor porcentaje de dimorfismo en los caninos maxilares (33 y 43) lo presenta la variable CMD con un porcentaje de 13,69 % para el canino inferior derecho (diente 43) y la variable MDR con un 10,56 % para el mismo órgano dental (diente 43); seguido por la variable CMD con 9,89% para el canino inferior izquierdo (diente 33) y HR con 9,87 % para el canino inferior izquierdo (diente 33). Asimismo, el menor porcentaje de dimorfismo lo presentó la variable MD para ambos dientes (**Figura 50**).

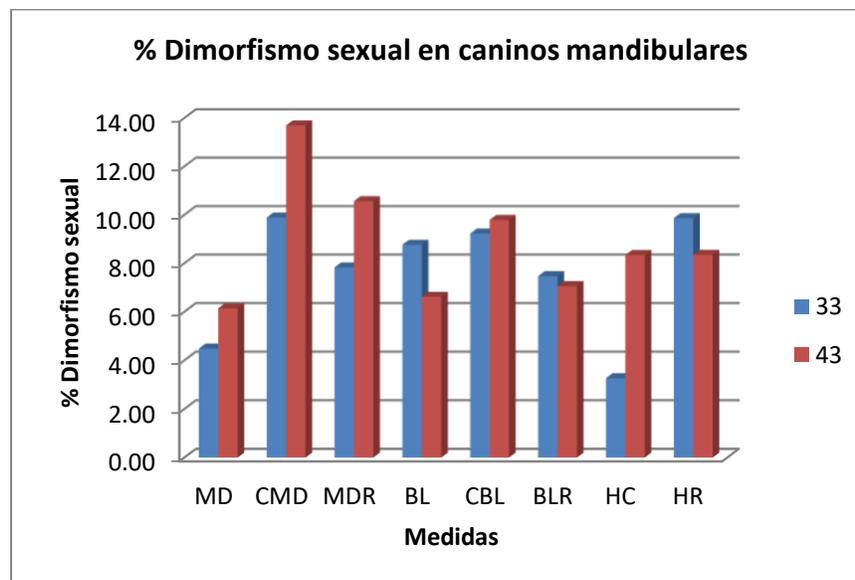


Figura 50. Porcentaje de dimorfismo sexual de los dientes caninos mandibulares de población colombiana, de acuerdo a cada medida.

8.5 Pruebas de Normalidad de los datos

La prueba de Kolmogorov-Smirnov fue utilizada para determinar la normalidad de los datos (determina la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad); se utilizó esta prueba ya que se contaba con más de 50 datos). La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que no todas las mediciones fueron distribuidas normalmente. La prueba de Levene mostró que tres de las ocho mediciones no presentaron homogeneidad de las varianzas, correspondientes a: MDR, BL y BLR (Tablas 25 y 26).

Tabla 25. Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov para caninos superiores.

*Límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors.

Sexo		Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	G1	Sig.
MD	Masculino	,086	154	,008
	Femenino	,092	113	,019
CMD	Masculino	,073	154	,045
	Femenino	,075	113	,151
MDR	Masculino	,073	154	,045
	Femenino	,083	113	,055
BL	Masculino	,050	154	,200
	Femenino	,092	113	,020
CBL	Masculino	,057	154	,200*
	Femenino	,077	113	,098
BLR	Masculino	,067	154	,086
	Femenino	,114	113	,001
HC	Masculino	,049	154	,200*
	Femenino	,070	113	,200*
HR	Masculino	,068	154	,076
	Femenino	,089	113	,028

Tabla 26. Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov para caninos inferiores.

*Límite inferior de la significación verdadera.

^aCorrección de significación de Lilliefors.

Variable	Sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	G1	Sig.
MD	Masculino	,079	140	,031
	Femenino	,120	99	,001
CMD	Masculino	,088	140	,010
	Femenino	,171	99	,000
MDR	Masculino	,084	140	,018
	Femenino	,046	99	,200*
BL	Masculino	,211	140	,000
	Femenino	,121	99	,001
CBL	Masculino	,095	140	,004
	Femenino	,114	99	,003
BLR	Masculino	,074	140	,056

	Femenino	,098	99	,021
HC	Masculino	,179	140	,000
	Femenino	,388	99	,000
HR	Masculino	,048	140	,200*
	Femenino	,107	99	,007

Se tuvo en cuenta la prueba de Levene como prueba estadística inferencial empleándola para evaluar igualdad de las varianzas para una variable calculada, o para dos o más grupos, en este caso; organos dentales caninos superiores e inferiores (**Tablas 27 y 28**).

Tabla 27. Prueba de homogeneidad de varianza para caninos superiores.

Variable	Estadístico de Levene	Sig.
MD	1,382	0,241
CMD	,002	0,969
MDR	6,162	0,014*
BL	3,999	0,047*
CBL	1,271	0,261
BLR	5,706	0,018*
HC	3,531	0,061
HR	,055	0,814

Tabla 28. Prueba de homogeneidad de varianza para caninos inferiores.

Variable	Estadístico de Levene	Sig.
MD	,116	,734
CMD	,202	,653
MDR	8,333	,004*
BL	,984	,322
CBL	,020	,888
BLR	2,206	,139
HC	,553	,458
HR	,279	,598

8.6 Análisis de Dimorfismo sexual

Las diferencias entre los valores medios masculinos y femeninos fueron significativas ($p < 0.05$) para todas las variables de los caninos maxilares y mandibulares, a excepción de la altura coronal (HC) del canino mandibular izquierdo (33). Las **Tablas 29 y 30** muestran estadísticas descriptivas y el nivel de significancia; los valores medios de las mediciones masculinas fueron significativamente más altos que en el sexo femenino.

Tabla 29. Estadística descriptiva para las mediciones de caninos maxilares y resultados de la prueba t para las diferencias de medias entre los sexos.

Medida	Masculinis			Femeninis			Dif	p-value
	n	Media	DS	n	Media	DS		
MD13	65	8.00	0.55	42	7.75	0.53	0.24	0.024*
CMD13	65	6.00	0.40	42	5.47	0.43	0.52	0.000*
MDR13	65	5.21	0.66	42	4.89	0.47	0.31	0.000*
BL13	65	8.63	0.61	42	8.02	0.51	0.61	0.000*
CBL13	65	8.20	0.65	42	7.56	0.63	0.64	0.000*
BLR13	65	7.89	0.76	42	7.28	0.61	0.61	0.000*
HC13	65	11.10	1.17	42	10.19	0.95	0.91	0.000*
HR13	65	18.23	1.73	42	16.63	1.88	1.60	0.000*
MD23	89	7.97	0.42	71	7.65	0.51	0.32	0.000*
CMD23	89	5.91	0.51	71	5.38	0.44	0.53	0.000*
MDR23	89	5.21	0.53	71	4.74	0.48	0.46	0.000*
BL23	89	8.51	0.53	71	8.01	0.49	0.49	0.000*
CBL23	89	8.10	0.57	71	7.45	0.49	0.64	0.000*
BLR23	89	7.80	0.73	71	7.29	0.60	0.51	0.000*
HC23	89	10.74	1.05	71	10.31	0.93	0.43	0.007*
HR23	89	18.07	1.80	71	16.95	1.76	1.11	0.000*

*Diferencia significativa $p < 0.05$

Tabla 30. Estadística descriptiva para las mediciones de caninos mandibulares y resultados de la prueba t para las diferencias de medias entre los sexos.

Medida	Masculinis			Femeninis			Dif	p-value
	n	Media	DS	n	Media	DS		
MD33	68	7.07	0.42	47	6.77	0.46	0.30	0.000*
CMD33	68	5.55	0.45	47	5.05	0.42	0.49	0.000*
MDR33	68	4.89	0.51	47	4.54	0.45	0.35	0.000*
BL33	68	7.97	0.60	47	7.33	0.64	0.64	0.000*
CBL33	68	7.93	0.56	47	7.26	0.56	0.67	0.000*
BLR33	68	7.87	0.65	47	7.33	0.55	0.54	0.000*
HC33	68	11.61	1.17	47	12.00	8.80	-0.39	0.717
HR33	68	16.69	1.50	47	15.19	1.69	1.49	0.000*
MD43	72	7.10	0.45	52	6.68	0.63	0.41	0.000*
CMD43	72	5.62	0.55	52	4.94	0.78	0.67	0.000*
MDR43	72	5.02	0.74	52	4.54	0.43	0.47	0.000*
BL43	72	7.81	1.38	52	7.33	0.68	0.48	0.000*
CBL43	72	7.90	0.60	52	7.19	0.83	0.70	0.000*
BLR43	72	7.82	0.60	52	7.31	0.61	0.51	0.000*
HC43	72	11.38	2.78	52	10.51	0.94	0.87	0.015*
HR43	72	16.55	1.54	52	15.28	1.31	1.27	0.000*

* Diferencia significativa $p < 0.05$

8.7 Análisis de regresión logística

Se seleccionó el análisis de regresión logística debido a que se han violado algunos supuestos (por ejemplo, la heterogeneidad de la varianza en algunas mediciones). La regresión logística por pasos para cada canino maxilar y mandibular, derecho e izquierdo, permitió conocer con cuales variables se presentaba una mejor estima en la evaluación del sexo (**Tablas 31 y 32**). La longitud radicular mandibular se excluyó del análisis, ya que no presentó una diferencia estadísticamente significativa entre mujeres y hombres ($P > 0.05$).

Los resultados de la clasificación muestran que el porcentaje de grupo general correctamente especificado varió de 60.6 % a 87.7%. Para el canino superior derecho, las ecuaciones con la variable CMD fueron las de mayor precisión para la evaluación del sexo, con una precisión que alcanzó 79.4 %; para el canino superior izquierdo, las variables del diametro mesodistal cervical (CMD) y Buccolingual Cervical (CBL) mostraron la mayor precisión con un 71.9% (**Tabla 33**).

Para el canino inferior derecho, la ecuación más confiable se obtuvo mediante la combinación de las siguientes variables: diametro mesodistal cervical (CMD) + Buccolingual Cervical (CBL)+ altura radicular (HR), con la que se obtuvo una precisión de 80% y para el canino inferior izquierdo el mejor modelo está representado por las variables diametro mesodistal cervical (CMD) y altura radicular (HR) con un porcentaje de precisión del 76.6%.

Tabla 31. Análisis de regresión logística “paso a paso” de los caninos superiores.

Medidas	B	S.E.	Wald statistic	Sig.	Exp(B)
Función 1					
CMD13	-2.994	0.658	20.682	0.000	0.050
Constant	16.751	3.766	19.784	0.000	0.000
Función 2					
CMD13	-2.182	0.725	9.060	0.000	0.113
BL13	-1.068	0.532	4.031	0.000	0.344

Constant	20.989	4.538	21.394	0.000	0.000
Función 3					
MD13	1.652	0.754	4.804	0.028	5.216
CMD13	-2.878	0.847	11.533	0.001	0.056
BL13	-1.765	0.635	7.722	0.005	0.171
Constant	17.783	4.808	13.681	0.000	0.000
Función 4					
CBL23	-2.369	0.415	32.526	0.000	0.094
Constant	18.201	3.228	31.792	0.000	0.000
Function 5					
CMD23	-1.757	0.548	10.274	0.001	0.173
CBL23	-1.678	0.468	12.868	0.000	0.187
Constant	22.717	3.851	34.791	0.000	0.000

Tabla 32. Análisis de regresión logística “paso a paso” de caninos inferiores.

Medidas	B	S.E.	Wald statistic	Sig.	Exp(B)
Función 6					
CBL33	-2.004	0.420	22.809	0.000	0.135
Constant	14.867	3.181	21.837	0.000	0.000
Función 7					
CBL33	-1.677	0.441	14.434	0.000	0.187
HR33	-0.425	0.161	6.935	0.008	0.564
Constant	19.147	3.896	24.156	0.000	0.000
Función 8					
CMD33	-1.540	0.712	4.680	0.031	0.214
CBL33	-0.961	0.525	3.353	0.067	0.382
HR33	-0.412	0.167	9.070	0.014	0.662

Constant	21.690	4.270	25.800	0.000	0.000
Función 9					
CMD43	-3.888	0.752	26.743	0.000	0.020
Constant	20.245	3.954	26.211	0.000	0.000
Función 10					
CMD43	-3.359	0.759	19.574	0.000	0.035
HR43	-0.398	0.180	4.921	0.027	0.671
Constant	23.784	4.430	28.824	0.000	0.000

Tabla 33. Ecuaciones de regresión logística para predecir el sexo a partir de varias combinaciones.

Fórmulas de regresión logística para la población específica	Precisión (%)			Sex bias (%)
	Masc.	Femen.	Combine d (CV)	
Canino superior derecho (13)				
$Y=(CMD \times -2.994)+16.751$	87.7	66.7	79.4	21.0
$Y=(CMD \times -2.182)+(BL \times -1.068)+20.989$	84.6	64.3	76.6	20.3
$Y=(MD \times 1.652)+(CMD \times -2.878)+(BL \times -1.765)+17.783$	84.6	64.3	76.6	20.3
Canino superior izquierdo (23)				
$Y=(CBL \times -2.369)+18.201$	78.7	60.6	70.6	18.1
$Y=(CMD \times -1.757)+(CBL \times -1.678)+22.717$	75.3	67.6	71.9	7.7
Canino inferior izquierdo (33)				
$Y=(CBL \times -2.004)+14.867$	80.9	63.8	73.9	17.1
$Y=(CBL \times -1.677)+(RL \times -0.425)+19.147$	80.9	70.2	76.5	10.7
$Y=(CMD \times -1.540)+(CBL \times -0.961)+(RL \times -0.412)+21.690$	86.8	70.2	80.0	16.6
Canino inferior derecho (43)				

$Y=(CMD \times -3.888)+20.245$	79.2	71.2	75.8	8
$Y=(CMD \times -3.359)+(RL \times -0.398)+23.784$	80.6	71.2	76.6	9.4

Los valores resultantes menores que cero (0) se refieren a un individuo masculino y mayores de cero (0) indican un individuo femenino. El sesgo sexual se determinó restando la precisión de la clasificación de las mujeres de la precisión de la clasificación de los hombres. Los números en negrita indican la constante para cada una de las ecuaciones.

Lo fundamental en estas ecuaciones es que la significancia se mantuvo tanto para caninos superiores e inferiores, y explican a la vez que hubo diferencias entre el sexo masculino y el femenino. Se emplearon solo aquellas que presentaron mayor robustez y que fueron significativas para el sexo.

En el canino superior derecho teniendo en cuenta la medición CMD para el modelo 1, correspondió a la ecuación $Y=(CMD \times -2,994)+16.751$, con un porcentaje para el sexo masculino de 87.7% y 66.7% para el femenino. La ecuación para el modelo 2 del canino superior derecho correspondió a $Y=(CMD \times -2.182)+(BL \times -1.068)+20.989$, con un valor de 84.6 % para el sexo masculino y 64.3 % para el femenino. Igualmente para la ecuación del modelo 3, $Y=(MD \times -1.652)+(CMD \times -2.878)+(BL \times -1.765)+17.783$ con 84.6% para el sexo masculino y 64.3% para el femenino.

Para el canino superior izquierdo se crearon dos modelos, el primero $Y=(CBL \times -2.369)+18.201$ con un 78.7% de precisión para los hombres y un 60.6% para las mujeres. El segundo modelo $Y=(CMD \times -1.757)+(CBL \times -1.678)+22.717$ clasificó a los hombres con un porcentaje de 75.3% y a las mujeres de 67.6%.

Para el canino inferior izquierdo se crearon tres modelos, el primero $Y=(CBL \times -2.004)+14.867$, clasificó en un 80.9 % al sexo masculino y 63,8 % al sexo femenino, el modelo 2 $Y=(CBL \times -1.677)+(RL \times -0.425)+19.147$ clasificó al 80.9% de los hombres y al 70.2% de las mujeres. El último modelo para este diente $Y=(CMD \times -1.540)+(CBL \times -0.961)+(RL \times -0.412)+21.690$, correspondió con un 86.8% para el sexo masculino y 70.2% para el femenino.

Finalmente, para el canino inferior derecho se crearon dos modelos, el primero $Y=(CMD \times -3.888)+20.245$, clasificó en un 79.2% a los hombres y en un 71.2% a las mujeres. El segundo

modelo $Y = (\text{CMD} \times -3.359) + (\text{RL} \times -0.398) + 23.784$, clasificó al 80.6% de los hombres y al 71.2% de las mujeres.

CAPÍTULO IX

DISCUSIÓN

9.1 Discusión

La evolución humana ha demostrado una reducción no sólo en el tamaño de los dientes, sino también en el dimorfismo sexual de los mismos por factores genéticos, ambientales y por razones adaptativas como la dieta, que han llevado a la reducción de las dimensiones dentales o a una homogeneidad en el tamaño dental (Iscan et al. 2003). Asimismo, la mayoría de estudios en poblaciones contemporáneas sobre los valores odontométricos han encontrado que estadísticamente las dimensiones de los dientes son significativamente mayores en hombres que en mujeres (Hillson, 1996, Hassett, 2011, Reddy, Saxena y Bansal, 2008, Acharya et al., 2007), siendo el canino uno de los dientes más dimórficos, junto con el primer molar maxilar.

Dichas diferencias también dependen del grado de mestizaje de las poblaciones, de ahí que sea necesario estudiar el dimorfismo específico en cada población. En este estudio los caninos fueron elegidos para el desarrollo de ecuaciones capaces de discriminar el sexo, ya que la mayoría de investigaciones en diferentes poblaciones han demostrado que los caninos son los dientes más dimórficos (Martins et al., 2016, Hillson, 1996, Schwartz y Dean, 2005) además, por ser uno de los dientes más robustos y resistentes que permanecen en boca a pesar de las condiciones tafonómicas o antrópicas que puedan afectar al cadáver.

En el presente estudio los valores medios de todas las dimensiones MD y BL y la longitud radicular de los caninos maxilares y mandibulares fueron estadísticamente mayores en hombres que en mujeres, excepto para la altura coronal mandibular; los presentes resultados coinciden con los de la mayoría de estudios mundiales que han encontrado valores odontométricos superiores en hombres (Davoudmanesh et al., 2017); a pesar que algunos estudios han demostrado tamaños dentales mayores en mujeres con valores estadísticamente significativos frente a los hombres (Prabhu, Acharya, 2009).

La mayoría de variables utilizadas en el presente estudio han sido ya probadas en otras investigaciones, como los diámetros MD y BL de la corona y de la región cervical del diente. Los diámetros BL coronales son más recomendados por estar menos afectados que los diámetros MD, los cuales suelen afectarse por el desgaste interproximal (Viciano, 2015); además los diámetros BL son más dimórficos que los MD (Ates et al., 2006). Los diámetros cervicales podrían ser una

alternativa cuando hay desgaste coronal (Hillson. 1996), hipótesis que fue corroborada en nuestro estudio, donde las medidas MD y BL de la zona cervical fueron las variables que presentaron mayor precisión en la estimación del sexo.

De otro lado, en los estudios que fueron consultados para adelantar la presente investigación, resalta que los diámetros MD y BL de la zona radicular han sido poco explorados, a pesar de que las raíces pueden verse menos afectadas por cambios patológicos, por lo que pueden ser mucho más estables y confiables para estimar el sexo; en este estudio se incluyeron los diámetros MD y BL de la raíz, medidos desde la zona de mayor diámetro de la misma; estas medidas fueron superiores en hombres que en mujeres, además la diferencia fue estadísticamente significativa. Sin embargo, no fueron seleccionadas en los modelos de predicción de la regresión logística, por lo que no mejoraron la estimación frente a las demás variables.

En cuanto a la altura coronal y radicular, los estudios reportan que la mayor limitante cuando se utiliza la altura coronal es el desgaste incisal, por lo que las ecuaciones a partir de esta variable deben ser tomadas con precaución; lo que no sucede con la longitud radicular que es mucho más estable y poco frecuente que se afecte por procesos patológicos y fisiológicos, ya que está protegida por el hueso alveolar. En el presente estudio se realizaron mediciones de la longitud máxima de la raíz en la cara bucal, encontrando que esta medida es superior en hombres que en mujeres y hallándose diferencias estadísticamente significativas, lo cual es coincidente con los hallazgos de Zorba (2014).

El objetivo del presente estudio fue proporcionar ecuaciones de regresión logística multivariada a partir de la evaluación cuantitativa de un set de ocho variables en dientes caninos mandibulares y maxilares, tanto izquierdos, como derechos. Como resultado del paso a paso en el análisis de la función discriminante, la combinación de cuatro variables (CMD, CBL, MD y BRL) arrojó tres ecuaciones para los caninos maxilares y tres para los mandibulares, con precisión de 66.4 % a 80.06 % en promedio con los caninos maxilares y 67.8 % y 81.16 % con los caninos mandibulares, encontrando mayor la precisión en los individuos masculinos que en los femeninos y coincidente con otros estudios (Hillson, 1996, Angadi et al., 2013, Zorba et al., 2014).

Viciano et al. (2015) realizaron estudios en los que reportaron precisión del 83.7 y 95.9 % con ecuaciones de regresión logística desarrolladas para caninos y segundos molares, con precisiones mayores para los hombres 95.65 y 73.2 % para mujeres con medidas MD y BL coronales. Zorba et al. (2014), reportaron una precisión del 58.6 % a 90.0 % con ecuaciones desarrolladas a partir de la longitud radicular (BRL), sin embargo, en estudios como los de Peckmann et al., (2016) se encontraron bajas tasas de precisión (66.0 %) para la determinación del sexo utilizando el diámetro MD de los caninos. Kazzazi y Kranioti (2018), mostraron que con mediciones cervicales de los caninos permanentes la precisión alcanzada fue de 84.8 %, porcentaje que aumentaba a 92 % cuando se combinaba con primeros molares y segundos molares.

En el presente estudio se utilizó la regresión logística como modelo estadístico para la predicción a un grupo con una muestra superior a 10 dientes por el número de variables en cada ecuación, para garantizar la confiabilidad de los modelos de regresión como lo recomiendan Peduzzi et al. (1996). Los modelos establecidos en estos estudios parten de una hasta tres variables.

El dimorfismo sexual presente en la dentición de los individuos adultos y en menor grado de subadultos, constituye la base para realizar estimaciones de sexo (Kondo y Townsend, 2004). Aunque la reducción del grado de dimorfismo en tamaño ha sido una tendencia sostenida en la evolución del linaje homínido, las poblaciones humanas modernas se caracterizan por presentar dimorfismo en tamaño a nivel de la corona, las cúspides y la raíz, mostrando un patrón compartido en el que los individuos masculinos presentan dientes de mayor tamaño que los femeninos. En particular, ha sido postulado que el canino inferior es el más dimórfico, seguido por el canino maxilar, y por tanto, el que presenta mejor performance para distinguir entre ambos sexos (Garn et al., 1967; Anderson y Thompson, 1973 y Pettenati et al., 2002, citados por Bernal et al., 2018).

Los estudios orientados a estimar el sexo a partir de la dentición emplean los diámetros bucolingual y mesiodistal de la corona en funciones discriminantes que generalmente obtienen estimaciones de alrededor de 80% de asignación correcta —coincidencia entre el sexo conocido

por indicadores independientes y el estimado—. Esto es especialmente significativo en aquellos casos en que los individuos provienen de la misma población de la que las funciones fueron derivadas, ya que la ancestría tiene una fuerte influencia en la morfología dental (Teschler-Nicola y Prossinger, 1998 y Schmidt, 2008, citados por Bernal et al., 2018).

Todas las técnicas que se aplican para realizar el diagnóstico de un esqueleto deben tener un criterio de certeza que sea independiente al del técnico que realiza el examen. Por lo tanto, ya no basta establecer un diagnóstico sexual únicamente en base a la observación de ciertos elementos de la pelvis, cráneo, huesos largos, dientes y, definir que se trata de un hombre o una mujer. En la medida de lo posible se establecerá la probabilidad de que estos restos pertenezcan a un hombre o a una mujer con su respectivo porcentaje de acierto (Sanabria-Medina et al., 2018).

El uso de estándares para la estimación de la edad biológica de un conjunto de restos humanos tiene que ser representativo y por lo tanto derivado de estudios poblacionales⁸ de la población a la que pertenecía el individuo que se encuentra bajo estudio, de lo contrario es posible que estimemos edades que sistemáticamente sean menores o mayores a la edad real de los restos que estamos analizando. En países latinoamericanos el grado de mestizaje es bastante alto y si consideramos que en él intervinieron varios grupos humanos provenientes originalmente de regiones geográficas distintas, la problemática se torna más compleja (Sanabria-Medina et al., 2018).

El éxito del proceso de identificación forense depende en gran medida del factor humano **interpretación** de las personas que intervienen en sus diferentes momentos, permea tanto al técnico o profesional que recibe datos *antemortem* del familiar de una persona desaparecida, como al perito forense que examina el cadáver o muestras provenientes de él (ADN, dientes, huesos) y por supuesto, la interpretación puede verse afectada por la ausencia de estándares que permitan comprender el significado del dato que se pretende procesar.

⁸ Los estudios poblacionales para obtener herramientas cualitativas o cuantitativas para establecer el perfil biológico generalmente proceden de investigaciones de tipo transversal realizadas a individuos plenamente identificados pertenecientes a colecciones óseas humanas de referencia, aunque algunos pueden ser realizados con muestras de poblaciones vivas mediante el uso de estudios no invasivos (TAC, Rx, entre otros).

La estimación del sexo utilizando mediciones de dientes caninos maxilares y mandibulares (**Figura 40**) del presente estudio en una muestra de población colombiana contemporánea, demuestra una precisión bastante aceptable; los diámetros cervicales fueron los que mostraron mayor precisión en la estimación del sexo. Se recomienda realizar una validación de las ecuaciones obtenidas en una muestra diferente a la utilizada en este estudio, para determinar su efectividad. Sin embargo, el potencial de las fórmulas determinadas en este estudio, es que son derivadas de las medidas de un solo diente, por lo que no sería necesario tener la presencia de varios dientes para determinar el sexo en restos humanos.

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES

10.1 Conclusiones

El dimorfismo sexual presente en estructuras dentales caninas es una herramienta fundamental para el proceso de identificación de cuerpos CNI, aun más cuando otras estructuras óseas como pelvis y cráneo no están disponibles. Los resultados obtenidos en el presente estudio aportan funciones discriminantes con valores significativos que permiten determinar el sexo de un individuo de forma precisa en población contemporánea colombiana.

Uno de los aportes del presente estudio permitió confirmar el notorio dimorfismo presente en las variables ubicadas en las raíces de caninos, las cuales resultan altamente útiles en el proceso de identificación forense y, de manera particular, en casos de cadáveres que han sido expuestos a altas temperaturas, ya que su estratégica ubicación le brinda protección y permite su preservación en casos tan extremos.

Las diferencias entre los valores medios masculinos y femeninos fueron significativas ($p < 0.05$) para todas las variables de los caninos maxilares y mandibulares, a excepción de la altura coronal (HC) del canino mandibular izquierdo.

Los valores medios de las dimensiones MD y BL y la longitud radicular de los caninos maxilares y mandibulares fueron estadísticamente mayores en hombres que en mujeres, excepto para la altura coronal mandibular. Asimismo, en la longitud máxima de la raíz en la cara bucal se evidenció que es superior en hombres que en mujeres, encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

El mayor porcentaje de dimorfismo en los caninos maxilares (13 y 23) lo presentó la variable CMD, con 9.87 % en el canino superior izquierdo (diente 23).

El mayor porcentaje de dimorfismo en los caninos mandibulares (33 y 43) lo presentó la variable CMD con 13,69 % en el canino inferior derecho (diente 43).

Las variables del diametro mesodistal cervical (CMD) y Buccolingual Cervical (CBL) mostraron la mayor precisión con 71.9%.

La función discriminante en la combinación de cuatro variables (CMD, CBL, MD y BRL) arrojó ecuaciones reproducibles, confiables y recomendables, en el presente estudio se realizó tres para los caninos maxilares y tres para los mandibulares, con una precisión de 66.4 % a 80.06 % en promedio con los caninos maxilares y entre 67.8 % y 81.16 % con los mandibulares, encontrándose mayor precisión en los individuos masculinos que en los femeninos.

Los resultados del presente estudio pueden ser utilizados en otras latitudes una vez se haya realizado la respectiva validación o testado de las funciones en una muestra estadísticamente representativa de la población en la que se va a utilizar.

CAPÍTULO XI

BIBLIOGRAFÍA

Acharya, M. (2008). Sex Discrimination Potential of Buccolingual and Mesiodistal tooth Dimensions. *J Forensic Sci* 2008; 53(4):790-2.

Acharya, M. (2007). Univariate sex dimorphism in the Nepalese dentition and the use of discriminant functions in gender assessment. *Forensic Science International*, 173(1), 47-56

Adams, C., Carabott, R. and Evans, S. (2013). Forensic Odontology: an essential guide. John Wiley & Sons. 2013.

Adams, C. (2014). Forensic Odontology: An Essential Guide. First Edition. John Wiley & Sons, Ltd, Disaster victim identification.

Aguirre, L., Castillo, D., Solarte, D., Moreno, F. (2006). Frequency and variability of five non-metric dental crown traits in the primary and permanent dentitions of a racially mixed population from Cali, Colombia. *Dental Anthropology*, 19(2), 39-47.

Akbulut, S., Celebi, F., Yardimci, H., Demir, O. (2017). Sexual Dimorphism in the Permanent Dentition of a Turkish Population, *Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 3(4):226-230.

Alemán, I. (1997). Determinación del sexo en restos esqueléticos. Estudio de una población mediterránea actual. Tesis Doctoral, Facultad de Medicina, Universidad de Granada.

Alemán, I., Irurita, J., Valencia, A. R., Martínez, A., López-Lázaro, S., Viciano, J., Botella, M. C. (2012). Brief communication: the Granada osteological collection of identified infants and young children, *Am. Journal Physical Anthropology*, 149:606–610.

- Alba, D. M., Moyá-Solá, S., Köhler, M. (2001). Canine reduction in the Miocene hominoid *Oreopithecus bambolii*: behavioural and evolutionary implications, *Journal of Human Evolution*, 40, 1-16.
- Albertí, L., Sarabia, M. M., Martínez, S., Méndez, M. J. (2007). Histogénesis del esmalte dentario. Consideraciones generales. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 11(3)1-11.
- Alcina, M., Rissech, C., Clavero, A., y Turbón, D. (2012). Dimorfismo sexual de la clavícula: un estudio basado en una muestra actual española. *Revista Española de Antropología Física*, 33 30-43.
- Alvesalo, L. (2009). Human sex chromosomes in oral and craniofacial growth. *Archives Oral Biology*, 4, S18-S24.
- American Board of Forensic Odontology (2016). American Board of Forensic Odontology Diplomates Reference Manual Section IV Standards & Guidelines. Diplomates Reference Manual Section III Policies, Procedures, Guidelines. ABFO.
- Anderson, D. L. y Thompson, G. W. (1973). Interrelationships and sex differences of dental and skeletal measurements. *Journal of Dental Research* 52, 431-438. doi: 10.1177/00220345730520030701.
- Angadi, P.V., Hemani, S., Prabhu, S., Acharya, A.B. (2013). Analyses of odontometric sexual dimorphism and sex assessment accuracy on a large sample. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20, 673e677.
- Aragón, N., Bastidas, C., Bedón, L. (2008). Rasgos morfológicos dentales corales en dentición temporal y permanente: distancia biológica entre tres grupos indígenas del Amazonas Colombiano. *Revista Odontología Mexicana*, 12(1), 13-28.
- Arango, J., Camargo, M. L. (2015). Proceso de identificación de cadáveres en el marco del proyecto de Justicia y Paz en el Laboratorio de Genética Forense del Instituto Nacional de

Medicina Legal y Ciencias Forenses, Regional Suroccidente, entre octubre 17 del 2008 y junio 21 del 2012. *Colombia Forense*, 2(1), 27-43.

Ashworth, J., Allison, M., Gerszten, E. y Pezzia, A. (1976). The pubic scars of gestation and parturition in a group of pre-columbian and colonial peruvian mummies. *American Journal of Physical Anthropology*, 85-89.

Ates, M., Karaman, F., Iscan, M. Y., Erdem, T. L. (2006). Sexual differences in Turkish dentition, *Legal Medicine*, 8:88–292.

Badal, J. (2012). Métodos odontológicos para la estimación de sexo en individuos adultos y subadultos Tesis doctoral Universidad de Granada.

Bailit, H. (1968). The size and morphology of the nasion dentition. *American Journal Physical Anthropology*, 28, 271-88.

Bailit, H. (1975). Dental variation among populations. *An anthropologic view. Dental Clinics of North America*, 19(1), 125-139.

Bermúdez De Castro, J. M., Sarmiento, S. y Cunhae, E. (2000). Dimorfismo sexual en dientes humanos. *Mundo científico*, 214:17-21.

Bernal, V., D'Addona, L. A., González, P. N. (2018). Variación dental del linaje humano: una perspectiva desde la evolución y el desarrollo. En Sanabria-Medina, C. (Ed.) (2018), *Odontología Forense: identificación humana y alteraciones del sistema estomatognático en el contexto forense*. Fondo Editorial Universidad Antonio Nariño e Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá D.C., Colombia

Beynon, A. D. y Wood, B. A. (1986). Variations in enamel thickness and structure in East African hominids. *American Journal of Physical Anthropology* 70, 177–193. DOI 10.1002/ajpa.1330700205

- Barraza, S., M. S., Rebolledo, M.L. (2016). Identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales y la aplicabilidad de la genética forense. *Universitas Odontológica*, 35(74).
- Bastir, M., Godoy, P., Rosas, A. (2011). Common features of sexual dimorphism in the cranial airways of different human populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 146(3), 414-422.
- Bland JM, Altman DG (2007) Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *Journal of Biopharmaceutical Statistics* 17: 571–582.
- Blesa, A. B. (2011). La odontología forense en las Fuerzas Armadas: una asignatura pendiente. *Sanidad Militar* 67(4), 375-380.
- Bermúdez, J. M. (1995). Determinantes de la variabilidad de los dientes en homínidos. *Coloquios de Paleontología N° 47. Editorial Complutense, Madrid.*
- Bernabé, E., Lagravère, M. O., Flórez, C. (2005). Permanent dentition mesio-distal and buccolingual crown diameters in a Peruvian sample. *International Journal Dental Anthropology*, 6:1-13.
- Bogin, B. (1988). *Patterns of Human Growth*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bohórquez, J., Alfaro, O. y Torres, E. (2014). Avances en la genética de la formación dental: una revisión. *Revista Ustsalud*, 13(2), 157-164.
- Budowle, B. y van Daal, A. (2008). Clases de SNP forenses relevantes. *Biotechniques* 44: 603-608, 610.
- Buitrago, S., E. M., González-Colmenares, G., Rojas-Sánchez, M. P. (2018). Cotejos dentales en el proceso de identificación forense. En Sanabria-Medina, C. (Ed.) (2018), *Odontología Forense: identificación humana y alteraciones del sistema estomatognático en el contexto*

forense (pp. 419-464). Fondo Editorial Universidad Antonio Nariño e Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá D.C., Colombia.

Butler, J. M. (2006). Genetics and genomics of central short tandem repetition loci used in human identity tests. *Journal of Forensic Science*, 51, 253-265.

Black, S. and Ferguson, E. [Eds.] (2011). *Forensic Anthropology 2000 to 2010*. Boca Raton, Florida: CRC Press.

Black, T. K. (1978). Sexual dimorphism in the tooth-crown diameters of the deciduous teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 48, 77-82.

Black, G. C. (1895) An Investigation of the Physical Characters of the Human Teeth in Relation to their Diseases and to Practical Dental Operations, Together with the Physical Characters of Filling Materials. *Dental Cosmos*, 37:737.

Brace, C. L. (1978). Tooth reduction in the Orient. *Asian Perspect*, 19, 203-19.

Brace, C. L., Ryan, AS. (1980). Sexual dimorphism and human tooth size differences. *Journal of Human Evolution*, 9, 417-435.

Brand, R., Isselhard, D. (1999). Anatomía de las estructuras orofaciales (6ta Ed.) *Harcourt Brace. España*.

Brook, A. H. (1984). A unifying aetiological explanation for anomalies of human tooth number and size, *Archives of oral biology*, 29: 373-378

Brown, R., Davenport, J. (2015). *Forensic Science Advanced Investigations*. Estados Unidos, Cengage Learning.

Bruzek, J. (2002). A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of physical Anthropology*, 117: 157-168.

- Cabrera Villalobos, Y., Albornoz, C. M., Peña, N., Calderón, J. (1999). Determinación de la edad en la estomatología forense. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 3(4).
- Calcagno J. M. y K. R. Gibson (1991). Selective Compromise: Evolutionary Trends and Mechanisms in Hominid Tooth Size. *International Advances in Dental Anthropology*, 59-76.
- Canut, J. A. (1998). Desarrollo de la oclusión. En *Ortodoncia Clínica*, 5° ed. Barcelona: Masson; 43-53.
- Capitaneanu, C., Willems, G., Thevissen, P., (2017). A systematic review of odontological sex estimation methods. *Journal Forensic Odontostomatology*, 2 (35), 1-19.
- Carabott, R. (2013). Dental Human Identification en Forensic Odontology. An Essential Guide. Adams, C, Carabott R and Evans S. (Eds). Willey Blackwell.
- Cardoso, H. F. V. (2008). Sample-specific (universal) metric approaches for determining the sex of immature human skeletal remains using permanent tooth dimensions. *Journal of Archaeological Science*, 35: 158-168.
- Cardoso, R. P., 2013. Antropología Física o Biología Humana: ¿Un debate cerrado? *Antropo*, 29, 69-84.
- Carracedo, A. (2014). ADN forense: problemas éticos y jurídicos. Ed. Universitat de Barcelona.
- Casas, M. A. (1998). Evolución de los parámetros de identificación odontológica. Policía Nacional, VIII Simposio Internacional de Criminalística. Bogotá D. C., Colombia
- Casas, J. A., Pinzón, N. D., Romero, L.C., Sánchez, S.M. (2009). Verificación de la aplicabilidad de la fórmula de regresión logística para determinar el sexo por medio de

odontometría del canino inferior, en una muestra bogotana. *Universitas Odontológica*, Jul-Dic; 28(61): 87-94.

Casillas, E. (2016). Estandarización de las técnicas de revelado de huellas latentes en superficies porosas y no porosas. *Visión criminológica-criminalística*, 23-31.

Cattaneo, C. (2007). Forensic anthropology: development of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Science International*, 65, 185-193.

Cely, G. (2004). "Ethos vital y dignidad humana", Colección Bioética.

Centro Nacional de Memoria Histórica (2016), Hasta encontrarlos. El drama de la desaparición forzada en Colombia, Bogotá, CNMH.

Centro Nacional de Memoria Histórica (2018). Desaparición forzada. Balance de la contribución del CNMH al esclarecimiento histórico. Bogotá D. C., Colombia.

Ciocca, L., Teke, A. (2004). Medicina legal y criminalística. Santiago de Chile, Ediciones jurídicas de Santiago.

Correa, A.I. (1990). Identificación Forense. México, Editorial Trillas.

Comité Internacional de la Cruz Roja (2017). Guía práctica para la recuperación y análisis de restos humanos.

Costa, Y., Lima, L., Rabello, P. (2015). Analysis of canine dimorphism in the estimation of sex. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 11, (3), 406-410.

Dahlberg, A. (1973). The Journal of the American Dental Association, *Forensic dentistry*, 93, (5), 991- 995.

- Daskalaki E., Anderungb, C., Humphreyb, L. y Götherströma, A. (2011). Further developments in molecular sex assignment: a blind test of 18th and 9th century human skeletons. *Journal of Archaeological Science*, 38: 1326-1330.
- Davies, P. L. (1968). Sexual dimorphism in agenesis of teet. *Journal of dental research*, 47, 1198
- Davoudmanesh, Z., Shariati, M., Azizi, N., Yekaninejad, S., Hozhabr, H., Kadkhodaei-Oliadarani, F. (2017). Sexual dimorphism in permanent canine teeth and formulas for sex determination. *Biomedical Research*, 28, (6), 2773-2777.
- De Coster, P., Marks, L., Martens, L., Huysseune, A. (2009). Dental agenesis: genetic and clinical perspectives. *Journal of Oral Pathology and Medicine*, 38(1):1-17.
- D´ Escrivan de Saturno, L. (2007). Ortodoncia en Dentición Mixta. Editorial Amolca, 562 páginas.
- Defrise-Gussenhove, E. (1966). A Masculinity-Femeninity scale based on a discriminant function. *Acta Genet*, 198-208.
- De Lucca, S. (2011). Identificación humana en antropología forense: Aportaciones para estimación de sexo y edad. Disertación tesis doctoral, Universidad de Granada, Facultad de Medicina, Laboratorio de Antropología.
- Demirjian, A. y Goldstein, H. (1976). New systems for dental maturity bases on seven and four teeth. *Annales Human Biology*, 3(5), 411-421.
- De Vito, C., Shelley, M.A., Saunders, R. A. (1990). Discriminant function analysis of deciduous teeth to determine Sex. *Journal Forensic Science*, 35:845-858.
- Ditch, L. E. and Rose J. C. (1972). A multivariate dental sexing technique. *American Journal of Physical Anthropology*, 37, 61-64.

- Decorte, R. (2010). Identificación genética en el siglo XXI-estado actual y desarrollos futuros, *Forensic Science International*, 201, 160-164.
- Demirjian, A., Goldstein, H., y Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology* 45:211-227.
- Demirjian, A. (1986). Dentition. In F. Falkner and J.M. Tanner (Eds.). *Human Growth*. Second Edition, Vol. 2. Plenum Press: New York, pp. 269-298.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2007). Colombia una nación multicultural. Dirección de censos y demografía, p. 19.
- Díaz, E., García, L., Hernández, M., Palacio, L., Ruiz, D., Velandia, N., Villavicencio, J. y Moreno, F. (2014). Frecuencia y variabilidad de la morfología dental en dentición decidua y permanente de un grupo indígena Nasa en el municipio de Morales, Cauca, Colombia. *Colombia Médica*, 45 (1), 15-24.
- DiGangi, E. A. y Moore, M. K. (2012). sex estimation and assessment. En E. A. DiGangi y M. K. Moore, *Research methods in human skeletal biology*. Academic Press.
- Dirkmaat, D. C., y Passalacqua, N. V. (2012). Introduction to Part VI. Forensic Taphonomy. En D.C. Dirkmaat (Ed.) *A Companion to Forensic Anthropology Chichester*, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 473-476.
- Dirkmaat, D. C., y Abovasio, J. M. (1997). The role of archaeology in the recovery and interpretation of human remains from an outdoor forensic setting. En W. D. Haglund y M. H. Sorg (Eds), *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains* (pp. 39–64). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ebeling, C. F., Ingervall, B., Hedegard, B., Lewin, T. (1973). Secular changes in tooth size in Swedish men. *Acta Odontologica Scandinavica*, 31, 140-147.

- Ellingsen, J., Thomsen, P., Lyngstadaas, P. (2006). Advances in dental implant materials and tissue regeneration. *Periodontology 2000*, 41: 136-156.
- Estupiñán, D. (2005). La odontología forense. En: 1º simposio nacional de ciencias forenses y el nuevo sistema acusatorio. Bogotá D. C., Colombia.
- Ferembach, D., Schwidetzky, I. y Stoukal, M. (1980). Recommendation for age and sex diagnosis skeletons. *Journal of Human evolution*, 9: 517-549.
- Ferrándiz, F. (2014). El pasado bajo tierra. Exhumaciones contemporáneas de la Guerra Civil. Barcelona: Anthropos Editorial.
- Ferreira, M. T., Vicente, R., Navega, D., Gonçalves, D., Curate, F., Cunha, E. (2014). A new forensic collection housed at the University of Coimbra, Portugal: the 21st century identified skeletal collection, *Forensic Science International*, 245 202.e1–5.
- Fernández-López, S. (1984). Nuevas perspectivas de la Tafonomía evolutiva: tafosistemas y asociaciones conservadas. *Estudios Geológicos*, 40 (1983): 215-224.
- Fernández-López, S. (2001) Tafonomía, fosilización y yacimientos de fósiles: modelos alternativos. Enseñanza de las ciencias de la tierra, 9 (2). pp. 116-120.
- Figún, M. E. y Gariño, R. R. (2001) Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada (2da Ed.) Editorial El Ateneo. Buenos Aires.
- Franklin, D., Cradini, A., Flavel, A., Kuliukas, A. (2012). The application of traditional and geometric morphometric analyses for forensic quantification of sexual dimorphism: preliminary investigations in a Western Australian population. *Journal Legal Medicine*, 126, 549- 558.
- Fruyer, D., Wolpoff, M. (1985). Sexual Dimorphism. *Annales Rev Anthropology*, 14(1), 429-473.

- Foley, R. (2002). Adaptive radiations and dispersals in hominin evolutionary ecology. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews* 11(S1), 32-37. Doi: org/10.1002/evan.10051
- Ghalambor, C. K., McKay, J. K., Carroll, S. P. y Reznick, D. N. (2007). Adaptive versus non-adaptive phenotypic plasticity and the potential for contemporary adaptation in new environments. *Functional Ecology* 21, 394-407. DOI org/10.1111/j.1365-2435.2007.01283.x
- Gambhir, R. S., Singh, G., Talwar, P. S., Gambhir, J., Munjal, V. (2017). Knowledge and awareness of forensic odontology among dentists in India: A systematic review. *Journal of Forensic Dental Science*, 8(1), 2-6.
- García-Castillo, M., Tavira S. (2016). Enfoque multidisciplinario para el manejo de espacios en presencia de microdoncia y retención de un incisivo superior: reporte de un caso. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 4(1), 56-61.
- Garn, S. M. y Burdi, A. R. (1971). Prenatal ordering and postnatal sequence in dental development. *Journal of Dental Research* 50: 1407-1414.
- Garn, S. M., Lewis, AB., Swindler, D. R., Kerewsky, R. S. (1967). Genetic control of sexual dimorphism in tooth size. *Journal Dental Research*, 46, 963-972.
- Garn, S. M., Lewis, A. B., Walenga, A. J. (1968). Evidence for a secular trend in tooth size over two generations. *Journal Dental Research*, 47:503
- Garvin, H. (2012). Adult Sex Determination: Methods and Application. En D. Dirkmaat, *A Companion to Forensic Anthropology* (pp. 239-247). UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Geng, J. P., Tan, K. B., Liu, G. R. (2001). Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of literature. *Journal Prosthet Dental*, 85: 585-598.

- Genovés, S. (1964). Diferencias sexuales en el hueso coxal. México: UNAM; Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Giesen, M. (2013). Curating Human Remains – Caring for the Dead in the United Kingdom. Ed. The Boydell Press, Woodbridge.
- Girón, G., Gómez, P., Morales, L., León, M., Moreno, F. (2009). Rasgos morfológicos y métricos dentales coronales de premolares superiores e inferiores en escolares de tres instituciones educativas de Cali, Colombia. *International Journal Morphology*, 27(3), 913-925.
- Gifford-González, D. P. (1991). Bones are not enough: analogues, knowledge, and interpretive strategies in zooarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 10, 215-254
- Gómez de Ferraris. (2009). Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. Buenos Aires, Argentina. *Editorial Médica Panamericana*.
- Gómez-Robles, A. (2010). Análisis de la forma dental en la filogenia humana. *Tendencias y modelos evolutivos basados en Métodos de morfometría geométrica. Tesis Doctoral en Universidad de Granada - España*.
- Gómez, L. y Sanabria-Medina, C. (2002). Determinación de sexo a partir de odontometría de canino superior izquierdo (23) en población mestiza colombiana contemporánea de sala de necropsias. Tesis de posgrado Especialización en Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D. C., Colombia
- Goharbabar, M., Iqbal, S., Jan, A. (2007). Pautas esenciales para la odontología forense, *Pak. Oral Dental J* 27: 79-84.

Goose D. H. Dental measurement: an assessment of its value in anthropological studies. In Dental anthropology. Oxford: Pergamon Press Ltd, 1963: 125-48.

Guatelli-Steinberg, D. (2016). *What teeth reveal about human evolution*. London, UK: Cambridge University Press.

Guerrero, J. y Sanabria-Medina, C. (2013). Dimorfismo sexual en clavículas de una muestra de población moderna colombiana. *Revista colombiana de medicina legal y ciencias forenses* 1(1):38-41.

Haglund, W. D. y Sorg, M. H. (Eds). (1997). *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Haile-Selassie, Y., Suwa, G. y White, T. D. (2004). Late Miocene teeth from Middle Awash, Ethiopia, and early hominid dental evolution. *Science* 303, 1503-1505. doi: 10.1126/science.1092978.

Hall, R. L. (1982). *Sexual Dimorphism in Homo sapiens: A Question of Size*, Praeger, Nueva York, 189-196.

Harris EF, Smith RN. Accounting for measurement error: a critical but often overlooked process. *Arch Oral Biol.* 2009;54S:S107–17.

Hassett, B. (2011). Sexual dimorphism of the canine in a post-medieval London sample: a test of alternate dental measurement. *American Journal Physical Anthropology*, 146, 486–489.

Henry, E. R. (1900). *Classification and Uses of Fingerprints*, 1st Ed., Routledge & Sons: London.

Hillson, S. (1996). *Dental Anthropology*, Cambridge University Press, London.

_____ (2000). *Dental Anthropology*. Cambridge University Press, Londres.

- Hillson, S., Fitzgerald, C., Flinn, H. (2005). Alternative dental measures: proposals and relationships with other measures. *American Journal of Physical Anthropology*, 126 (4), 413-26.
- Hillson, S. W. (2014). *Tooth development in human evolution and bioarchaeology*. London, UK: Cambridge University Press.
- Holcomb, S. M. C. y Konigsberg, L. W. (1995). Statistical study of sexual dimorphism in the human fetal sciatic notch. *American Journal of Physical Anthropology* 97: 113-125.
- Holt, A., C. (1978). A re-examination of parturition scars on the human female pelvis. *American Journal of physical anthropology*.
- Houghton, P. (1974). The relationship of the pre-aucular groove of the ilium to pregnancy. *American Journal of Physical Anthropology*, 41:381-390.
- Hu, J. C., Simmer, J. P. (2007). Developmental biology and genetics of dental malformations. *Orthodontics Craniofacial Research*, 10, 45-52.
- Hunt, D. R. (1990). Sex determination in the subadult ilia: an indirect test of Weaver's nonmetric sexing method. *Journal of Forensic Sciences*, 35: 881-885.
- Huxley, A. K. y Angevine, J. B. (1999) Determination of gestational age from lunar age assessments in human fetal remains. *Journal of Forensic Sciences* 43: 1254- 1256.
- Iglesias-Puig M. A., Arellano-Cabornero A, López-Areal B. (2005). Anomalías Dentarias de Unión: Fusión dentaria. *ROOE*, 10(2), 209-214.
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2009). *Identificación de cadáveres en la práctica forense*, 22-24. Bogotá, D. C., Colombia.
- _____ (2011) *Reglamento Técnico para la Estimación de Edad en Clínica Forense*, Versión 3. Bogotá, D. C., Colombia.

(2016). Resolución 000564 de 5 de junio de 2016, por la cual se conforman las mesas de trabajo para generar los estándares forenses mínimos para la búsqueda, ubicación, recuperación, estudio e identificación de cuerpos esquelizados en condición de no identificados, ubicados en los diversos enterramientos. Bogotá D. C., Colombia.

Interpol (2014) DVI Guide: Proposed Amendments.

Isaza, J. y Monsalve, T. (2011). Características biológicas de la colección osteológica de referencia de la universidad de Antioquia. *Boletín de Antropología*. (25) 287-302.

Işcan, M. Y. (2001). Global forensic anthropology in the 21st century. *Forensic Science International*, 117, (1-2), 1-6.

Işcan, M. Y., Kedici, P. S. (2003). Sexual variation in bucco-lingual dimensions in Turkish dentition. *Forensic Science International*, 137, 160e164.

Işcan, M. Y. (2005). Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Science International*, 147, 107-112.

Jeffreys A, Wilson V, Thein S. (1985.) Individual "fingerprints" specific to human DNA. *Nature* 316: 76-79.

Jussila, M., Thesleff, I. (2012). Signaling networks regulating tooth organogenesis and regeneration, and the specification of dental mesenchymal and epithelial cell lineages. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4, a008425.

Kalley, M. (1979). Parturition and pelvic changes. *American Journal of Physical Anthropology*, 51: 541-546.

- Kazzazi, S. M., Kranioti, E. F. (2018). Sex estimation using cervical dental measurements in an archaeological population from Iran. *Archaeology Anthropology Science*, 10, 439–448.
- Kaushal, S. and Patnaik, V. (2003). Mandibular canines in sex determination. *Journal of the Anatomical Society of India*, 52(2), 119-124.
- Kieser, J. A. (1990). Human adult odontometrics. Cambridge: Cambridge University Press
- Moorrees CFA, Reed RB. 1954. Correlations among crown diameters of human teeth. *Archives Oral Biology*, 9:685– 697.
- Kimmerle, E. H. and Jantz, R. L. (2008). Variation as evidence: Introduction to a Symposium on International Human Identification. *Journal Forensic Science* 53 (3).
- Kondo, S. y Townsend, G. C. (2004). Sexual dimorphism in crown units of mandibular deciduous and permanent molars in Australian Aborigines. *Homo* 55, 53–64.
- Krogman, W. M., Iscan, M. Y. (1986). The human skeleton in forensic medicine, Charles C. Thomas Springfield.
- Kraus, B. S., Jordan, R. E. y Abrams, L. (1981) Anatomía Dental y Oclusión. Nueva editorial Interamericana. México.
- Kraus, B. S., Jordan, R. E. y Abrams, L. (1972) Anatomía Dental y Oclusión. Nueva editorial Interamericana. México.
- Krenzer, U. (2006). Métodos para la determinación del sexo. En U. Krenzer, *Compendio de métodos antropológico forenses, para la reconstrucción del perfil osteo-biológico* (pp. 1-24). Guatemala: Centro de Análisis Forense y Ciencia Aplicadas.
- Krishan, K., Kanchan, T., Garg, A. K. (2015). Dental Evidence in Forensic Identification – An Overview, Methodology and Present Status. *The Open Dentistry Journal*, 9, 250-256.

- Labajo, M. E., Perea, B., Sánchez, J. (2005). Desarrollo y evolución dental: del pez al hombre. *Científica dental*, 2(2), 141-147.
- Lavelle, C., L. B. (1973). Variation in the secular changes in the teeth and dental arches. *Angle Orthodontic*, 43, 412-421.
- Leakey, M. G., Feibel, C.S., McDougall, I. y Walker, A. (1995). New four-million-year-old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. *Nature* 376, 565–571. doi: 10.1038/376565a0.
- Le Blanc, S. A., Black, B.A. (1974). Long term trend in tooth size in the eastern Mediterranean. *American Journal of Physical Anthropology*, 41, 417-22.
- Lee, H. (1991). *Advances In Fingerprint Technology*. Elsevier Science Publishing, New York.
- Lewis, M. y Flavel, A. (2006). Age Assessment of Child Skeletal Remains in Forensic Contexts. En A. Schmitt, E. Cunha y J. Pinheiro (Eds.) *Forensic Anthropology and Medicine. Complementary Sciences from Recovery to Cause of Death* (pp. 243-257). Totowa, NJ: Humana Press.
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Margalida, A. (2008). Bearded vultures (*Gypaetus barbatus*) prefer fatty bones. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63, 187-193
- Little, M. A. and James, G. D. 2005. A Brief History of the Human Biology Association: 1974–2004. *American Journal of Human Biology*, 17, 141–154.
- Llanos, L. S. (2010). Anomalías dentales en pacientes que asisten a la consulta particular e institucional en la ciudad de Cali, Colombia 2009 - 2010. *Revista estomatológica*.

- López-Costas O., Rissech C., Trancho G. J. y Turbón D. (2012). Postnatal growth of the tibia. Implications for age and sex estimation. *Forensic Sci Int* 214(1-3): 207.e1-207.e11.
- Loth, S., Henneberg, M. (2001). Sexually dimorphic mandibular morphology in the first few years of life. *American Journal of Physical Anthropology* 115: 179-186.
- Lovell, N. (1989). Test of phenice's technique for determinant sex from the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology* 79:117 -120.
- Manica, S. A. (2014). New website to aid the interpretation of ante-mortem dental records. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 2014; 32(2), disponible en www.internationaldentalcharts.org
- Mann, R. W. (2013). Our bones the need for diverse human skeletal collections, *Anthropology*. 1: e103. 1.
- Marín, L., y Moreno, F. (2004). Odontología forense: identificación odontológica de cadáveres quemados. Reporte de dos casos. *Revista Estomatología*, 12(2).
- Marín, J. M., Moreno, J. P., Barbería, E., Sanz, J. J. (1993). Estudio de los diámetros mesiodistales de los dientes permanentes en una población de niños españoles. *Ortodoncia Española*, 34, 219-232
- Martins, F., Lopez-Capp, T. T., Biazevic, M. G., Michel-Crosato, E. (2016). Sexual dimorphism using odontometric indexes: Analysis of three statistical techniques. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 44, 37e42.
- Major, M. A. y Stanley, J. N. (2006) Wheeler Anatomía, Fisiología y Oclusión Dental (8va Ed.) Madrid, España. Elsevier.

- Meindl R. S. and Lovejoy C. O. (1985). Accuracy and direction of error in the sexing of the skeleton. *American Journal of Physical Anthropology* 68:79- 85.
- Mendoza, A. (2005). Desarrollo y erupción dentaria. En: Boj JR. *Odontopediatría* 2° ed. Barcelona: Masson, 55-65.
- Mesa, I., Posada, Y., Velandia, L. A. (2004). Determinación del sexo por odontometría del canino inferior en la población de Santander (Tesis de posgrado en Odontología Legal y Forense). Bogotá D. C. Pontificia Universidad Javeriana.
- Molleson, T., Cruse, K. and Mays, S. (1998). Some Sexually Dimorphic Features of the Human Juvenile Skull and their Value in Sex Determination in Immature Skeletal Remains. *Journal of Archaeological Science*, 25: 719-728.
- Moore, M. K. (2013). Sex estimation and assessment. En DiGangi, E. A. y Moore, M. K. (Eds.). *Research Methods in Human Skeletal Biology* (pp. 91-116). San Diego, CA: Academic Press.
- Moorrees, C., Reed, R.B. (1954). Correlations among crown diameters of human teeth. *Archives Oral Biology*, 9:685– 697.
- Moorrees, C., Fanning, E., Hunt, E. (1963). Formation and resorption of three deciduous teeth in children, *American Journal of Physical Anthropology*, 21(2), 205-213.
- Morales, M. L. (2009). Identificación de Cadáveres en la Práctica Forense. (Morales, M. L., y Niño, E. Eds.) Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá, D. C., *Colombia*.
- Morano, S. y Bucarey, S. (2009). Estudio de las piezas dentales del individuo N° 1 del alero “Ernesto marifilo-1”, Región de los Ríos, Chile. *Magallania, (Chile)*, 37(1), 37-45.

- Moreno, F., Moreno, S., Marín, L. (2007). Identificación odontológica forense: revisión de la literatura y reporte de un caso, *Revista UstaSalud*, 6: 60 – 6.
- Moreno, F., Goyes, J., Guerrero, L. y Narváez, N. (2011). Rasgos morfológicos dentales coronarios de caninos temporales y permanentes en un grupo de mestizos de Cali, Colombia, *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 2(5), 69-81.
- Moreno, F. (2013). Sexual dimorphism in human teeth from morphology and dental dimensions: a point of view of dental anthropology in sexual dimorphism. Hiroshi Moriyama, Intech Open.
- Morgado, D., García, A. (2011). Cronología y variabilidad de la erupción dentaria. *MEDICIEGO*, 17(2).
- Moss, M. L. y Moss-Salentijn, L. (1977). Analysis of developmental processes possibly related to human dental sexual dimorphism in permanent and deciduous canines. *American Journal of Physical Anthropology*, 46, 407-414.
- Munevar, N., Becerra, A. y Bermúdez, C. (2008). Aspectos celulares y moleculares de las células madres involucrados en la regeneración de tejidos con aplicaciones en la práctica clínica odontológica. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 1-12.
- Muller, M., Lupi-Pegurier, L., Quatrehomme, G., Bolla, M. (2001). Odontometrical method useful in determining gender and dental alignment. *Forensics Science International*, 121, 194e197.
- Nahidh, M. (2014). The value of maxillary central incisors and canines in gender determination as an aid in forensic dentistry. *Iraqi Dental Journal*, 36(1), 8-12.
- Nolla, C. M. (1960). The development mandibular of permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children*, 27, 254-266.

- Noback, C. R. (1954). The appearance of ossification centers and fusion of bones. *American Journal of Physical Anthropology* 12: 63-70.
- Obregón, C., Sosa, T., Matos, A., Díaz, C. (2013). Orden y cronología de brote en dentición permanente. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 17(3), 112-122.
- Orban, R., Polet, C. (2005). Diagnosis of the age of death and determination of sex. In: E. Rebato, C. Susanne & B. Chiarelli (Eds.). *To understand biologic anthropology*, 131-136
- Organización Mundial de la Salud (1995). El Estado físico: uso e interpretación de la antropometría. OMS. *Reporte Técnico Serie 845*, Ginebra.
- Osborn, J. W. (1973). The evolution of dentitions. *American Scientist* 61: 548-549.
- Ostrowsky, K., Steven, B. S. y Churchill, E. (2015). Sex determination by discriminant function analysis of lumbar vertebrae. *Journal Forensic Sciences*. Vol 60 N° 1.
- Pagano, J. L. (1965). Anatomía Dentaria. Editorial Mundi. 1ª Edición.
- Pandey, N. (2016). Evaluation of sexual dimorphism in maxillary and mandibular canine using mesiodistal, labiolingual dimensions, and crown height, *Indian Journal Dental Research*, 27(5), 473-476.
- Palomino, H. (2004). Bioantropología de las estructuras maxilo dentarias. Editorial Universitaria, 115-130.
- Paredes, M. H. (2016). La valoración bioestadística de las pruebas genéticas en la identificación de desaparecidos: principios y aplicaciones de probabilidad para forenses no genetistas. En Sanabria-Medina C. (Ed.), *Patología y antropología forense de la muerte: la investigación científico-judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública* (pp. 757-778). Bogotá D.C., Colombia: Forensic Publisher.

- Peckmann, T. R., Logar, C. Garrido-Varas, C. E., Meek, S., Toledo, X. (2016). Sex determination using the mesio-distal dimension of permanent maxillary incisors and canines in a modern Chilean population. *Science and Justice*, 56, 84–89.
- Peduzzi, P., Concato, J., Kemper, E., Holford, T. R., Feinstein, A. R. (1996). A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *Journal Clinical Epidemiology*, 49, 1373–9.
- Pederson, P. (1969). Basic background in the practice of forensic odontology. *International conference of forensic dentistry. Washington, D.C.*
- Perea, B. y Sánchez, J. A. (1999). Determinación de la edad del diente mediante el estudio dentario. *Gaceta Dental*, 99, 56-60.
- Pereira, C., Bernardo, M., Pestana, D., Costa, J., Mendonça, M. C. (2010). Contribution of teeth in human forensic identification – Discriminant function sexing odontometrical techniques in Portuguese population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 17, 105–110.
- Perilla, N., Sandoval, Y., Rojas, M., Támara, J. C. (2016). Determinación del dimorfismo sexual y asimetría en caninos inferiores. Estudio por odontometría 3D, *Revista Científica Sociedad de Ortodoncia*, 3(2), 19-30.
- Pérez-Pérez, A., Galbany, J., Romero, A., Martínez, L., Estebaranz, F., Pinilla, B. y Gamarra, B. (2010). Origen y evolución de los dientes: de los cordados primitivos a los humanos modernos. *Revista Española de Antropología Física* 31: 167-192.
- Pettenati- Soubayroux, I., Signoli, M., Dutour, O. (2002). Sexual dimorphism in teeth: discriminatory effectiveness of permanent lower canine size observed in a XVIIIth century osteological series. *Forensic Science International*, 126, 227-232.

- Phenice, T. (1969). A newly developed method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 30:297-302.
- Polo, C., M. (2003). Osteología Humana y Antropometría. Nociones básicas y técnicas básicas de identificación. En memorias curso internacional de antropología forense. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Puerini, S. J. (2005). La odontología forense y el proceso de identificación post mortem. *Medical Health RI* 88: 308-309.
- Pucciarelli, H. M. (2010). Evolución y diversificación biológica y humana desde la perspectiva craneofuncional. *Revista Argentina de Antropología y Biología*, 12(1), 79-82.
- Plavcan, J. M., Van Schaik, C.P., Kappeler, P. M. (1995). Competition, coalitions and, canine size in primates. *Journal of human evolution*, 28, 245-276.
- Plavcan, J. M. (2011). Understanding dimorphism as a function of changes in male and female traits. *Evolutionary Anthropology*, 20(4), 143-155.
- Prabhu, S., Acharya, A. B. (2009). Odontometric sex assessment in Indians. *Forensic Science International*, 192, 129.e1–e.
- Pretty, I. A. & Sweet, D. (2001). Forensic dentistry: a look at forensic dentistry–Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *British Dental Journal*, 190(7), 359.
- Prieto, J. L. (2002). Datos biológicos aportados por los dientes. El proceso de necroidentificación odontológica. En Fundación Mapfre Medicina (Ed.), *Antropología y Paleontología dentarias*. Madrid.
- Rao, N. G., Rao, N. N., Pai, M. L., Kotian, M. S. (1989). Mandibular canine index e a clue for establishing sex identity. *Forensic Science International*, 42, 249e254.

- Rasanen, K., Kruuk, L. E. B. (2007). Maternal effects and evolution at ecological time-scales. *Functional Ecology* 21, 408–421. doi: org/10.1111/j.1365-2435.2007.01246.x
- Rathmann H, Reyes-Centeno, H., Ghirotto, S., Creanza, N., Hanihara, T. and Harvati, K. (2017) Reconstructing human population history from dental phenotypes. *Scientific Reports*, 7, 12495.
- Reddy, V. M., Saxena, S. and Bansal, P. (2008). Mandibular canine index as a gender determinant: A study on the population of western Uttar Pradesh. *Journal Oral Maxillofacial Pathology*; 12(2): 56-9.
- Regezi, J. (1999). Patología Bucal, Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.S. de C.V. México 3era. Edición, 456-482.
- Relethford, J. H. (1997). The Human Species. An introduction to biological anthropology. California, USA: Mayfield Publishing Company.
- Retamal, Y. R. (2004). Efectos de la deformación craneana intencional sobre la expresión del dimorfismo sexual en cráneos adultos: un análisis morfométrico geométrico. Tesis de grado para obtener el título de antropólogo por la Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, Universidad de Chile.
- Reverte, J. M. (1993). El diente desde el punto de vista de la antropología médica. *Gaceta Dental*. 34, 24-30.
- Revuelta, R. (2009). La cavidad bucal del nacimiento a la infancia: Desarrollo, patologías y cuidados. *Perinatología y Reproducción Humana*, 23(2), 82-89.
- Ricalde-Duran, L. P., Rodríguez-Casanova, B.I., Pinzón-Te, A.L., Perez-Traconis, L.B., González-Solano, P. (2015). Precisión del método de Moorrees en la predicción de la edad cronológica en pacientes pediátricos. *Revista Odontológica Latinoamericana*, 5(2), 47-51.

Riojas, G., M. T. (2006). *Anatomía dental*. México D. F., México: El Manual Moderno, 108-109.

Ríos-Frutos, L. (2002). Determination of sex from the clavicle and scapula in a Guatemalan contemporary rural indigenous population. *Am J Forensic Med and Path* 23.

Rodríguez, C., J. V. (1989). Introducción a la antropología dental. Cuadernos de antropología 19: 1-41. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.

_____ (1994). *Introducción a la antropología forense*. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.

_____ (1995). Estimación de la edad, sexo, ancestro y estatura en restos óseos humanos. En: Herazo, B. (Ed.) *Odontología Forense*. Ecoe Editores: Santafé de Bogotá, p. 1 - 50.

_____ (1999). Dientes y diversidad humana. *Avances de la Antropología Dental en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.

_____ (2003). Dientes y diversidad humana: avances de la antropología dental. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.

_____ (2004). La antropología forense en la identificación humana. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá D.C., Colombia.

_____ (2011). La identificación humana en Colombia. Avances y perspectivas. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia.

Rodríguez C. D., Delgado M. E. (2000). Dental anthropology: A brief definition. *Int J Dental Anthropol* 1:2-4.

- Rodríguez, C. D. (2005). La antropología dental y su importancia en el estudio de los grupos humanos. *Revista Facultad Odontología Universidad de Antioquia*, 16 (1 y 2), 52-9.
- Rodríguez, C. D. (2003). Antropología dental en Colombia. Comienzos, estado actual y perspectivas de investigación. *Antropo*, 4, 17-27.
- Roig, M. y Morelló, S. (2006). Introducción a la patología dentaria. Parte 1. Anomalías dentarias. *Revista de Operatoria Dental y Endodoncia*, 5, 51-53.
- Rojas, M. P. (2015). Dimorfismo sexual craneofacial en población contemporánea colombiana. Análisis morfométrico geométrico 3D. Tesis de Maestría en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.
- Romo, R., Sánchez, R., García J. (1989). Cronología de la erupción dentaria en escolares, *Salud Pública Mexicana*, 31, 688-697.
- Rubio, L., Sioli, J. M., Santos, I., Fonseca, G. M., Martin-de-las-Heras, S. 2016) Alteraciones Morfológicas en Dientes Sometidos a Altas Temperaturas con Interés Forense. *International Journal Morphology*, 34(2), 719-728.
- Ruiz-Garzón, G. (2013). Bertillon and Galton: Probabilistic arguments related to the identification of criminals. *Boll Estad Invest Oper*, 29(2), 129-40.
- Scheuer, L. y Black, S. (2000) *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press: San Diego.
- Scheuer, J. y Black, S. (2004). *The juvenile skeleton*. San Diego: Elsevier Academic Press.
- Scott G. C., Turner II C. G. (1998). Dental anthropology. *Ann Rev Anthropol* 17: 99-126.
- Sanabria-Medina, C. (2004). Determinación de sexo a partir del análisis de estructuras óseas. En Sanabria, M.C. *Antropología forense y la investigación medico legal de las muertes* (pp.

269-303) Primera Edición. Imprenta Policía Nacional de Colombia. Bogotá D. C., Colombia.

_____ (2008). *Antropología forense y la investigación medicolegal de las muertes*. Segunda Edición. Bogotá, D. C., Colombia. Editorial Rasgo y Color.

_____ (2011). Dimorfismo sexual en columna vertebral. Tesis Doctoral Universidad de Granada, Facultad de Medicina, Laboratorio de Antropología. Granada, España.

Sanabria-Medina, C., Polo, L., Botella, M. (2011). Dimorfismo sexual en primera vértebra cervical en una muestra de población colombiana. *Revista Española de Medicina Legal*, 37(4), 140-145.

Sanabria-Medina, C. (2013). Colección ósea humana de referencia biológica y forense de población colombiana. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Disertación institucional / ciclo de conferencias “Hora Forense”. Bogotá D. C., Colombia

Sanabria-Medina, C. y Osorio, R., H. (2015). Ciencias forenses y antropología forense en el posconflicto colombiano. *Revista Criminalidad*, 57 (3): 119-134.

Sanabria-Medina, C., González-Colmenares, G., Osorio, R., H., Guerrero, J. M. (2016). A contemporary Colombian skeletal reference collection: A resource for the development of population specific standards, *Forensic Science International*, 266: 577.e1-577.e4.

Sanabria-Medina, C., Rincón, L. M., Baraybar, J. P. (2018). Émico y ético: alcances y limitaciones humanas de la interpretación en el proceso de identificación forense. En Sanabria-Medina, C. [Ed.] (2018). *Odontología forense: identificación humana y alteraciones del sistema estomatognático en el contexto forense*. Fondo Editorial Universidad Antonio Nariño e Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá D.C., Colombia.

- Sandoval, A. (1984). Consideraciones sobre la pretendida articulación de lo biológico y lo social en antropología física. *Estudios de Antropología Física*, Tomo II, México D. F., 15-26.
- Sawyer, D. R., Allison, M. J., Pezzia, A., Mosadomi, A. (1982). Crown dimensions of deciduous teeth from pre-Columbian Peru. *American Journal of Physical Anthropology*, 59, 373-376.
- Schmidt, C. W. (2008). Forensic Dental Anthropology. En J.D. Irish, G. Nelson (Eds.), *Technique and Application in Dental Anthropology* (pp. 266–292). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schutkowski, H. (1993). Sex determination of infant and juvenile skeletons: I. Morphognostic features. *American Journal of Physical Anthropology*, 90:199-205
- Schwartz, G. T., Dean, C. M. (2005). Sexual dimorphism in modern human permanent teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 128, 312–317.
- Silva, H. (1991). *Medicina legal y psiquiatría forense*. Editorial jurídica de Chile.
- Simons, E. L., Plavcan, J. M. and Fleagle J. G. (1999). Canine sexual dimorphism in Egyptian Eocene anthropoid primates: *Catopithecus* and *Proteopithecus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96, 2559-62.
- Selmer-Olsen, R. (1961). Odontometrical study of the Norweianlapps. *Journal Dental Research*, 40:34-81.
- Smith, H. (1991). Standards of human tooth formation and dental age assessment. In: Kelley M. A, Spencer CL editors. *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley-Liss, 143-168.
- Snosgrass, J. y Galloway, M. (2003). Utility if dorsal pits and pubic tubercle height in parity assessment. *J Forensic Sci*, 48:6.

- Srivastava, R. K., Kumar, A., Ali, I., Wadhvani, P., Awasthi, P. and Parveen, G. (2014). Determination of age, sex, and identification of deceased person by forensic procedures. *Universal Research Journal of Dentistry*, 4(3), 153–7.
- Solla, H. E. and Işcan M. Y. 2001. Skeletal remains of Dr. Eugenio Antonio Berríos Sagredo. *Forensic Science International*, 116, 201-211.
- Suchey, J. M., Wisley D. V., Green, D. F. y Noguchi, T. T. (1979). Analysis of dorsal pitting in the os pubis in an extensive sample of modern american females. *American Journal of Physical Anthropology*, 51:517-523.
- Suryadeva, S., Khan, M. B. (2015). Role of homeobox genes in tooth morphogenesis: a review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(2):ZE09-12.
- Sumikawa, D. A., Marshall, G. S., Gee, L. and Marshall, S. J. (1999). Microstructure of primary tooth. *Pediatric Dental*, 21, 439-444
- Stanley N. (2015). Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion 10th Edition. Elsevier Editorial.
- Stewart, T. D. (1970). Identification of the scars of parturition in the skeletal remains of females. Stewart, T.D. (Ed.). *Personal Identification in Mass Disasters*. Washington D. C., National Museum of Natural History.
- Suwa, G., Kono R. T., Simpson S. W., Asfaw B., Lovejoy C. O. y White T. D. (2009). Paleobiological implications of the *Ardipithecus ramidus* dentition. *Science* 326, 94–99.
- Teschler-Nicola, M. and Prossinger, H., (1998). Sex determination using tooth dimensions. *Dental Anthropology*, 479-500

- Téllez, R., N. R. (2002). *Medicina forense: manual integrado*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.
- Templeton, A. R., Routman, E. y Phillips, C. A. (1995). Separating population structure from population history: a cladistic analysis of the geographical distribution of mitochondrial DNA haplotypes in the tiger salamander, *Ambystoma tigrinum*. *Genetics* 140, 767-782.
- Townsend, G., Bockmann, M., Hughes. T., Brook, A. (2012). Genetic, environmental and epigenetic influences on variation in human tooth number, size and shape. *Odontology /the Society of the Nippon Dental University*, 100(1), 1-9.
- Theseleff I. (2003). Epithelial-Mesenchymal signalling regulating tooth morphogenesis. *Cell Sci*, 116, 1647-48.
- Traithephanapai, P., Mahakkanukrauh, P., Kranioti, EF. (2016). History, research and practice of forensic anthropology in Thailand. *Forensic Science International*, 261, pp. 167.e1-167.e6.
- Ubelaker, D. H. (2008). Problems of the global application of forensic anthropological methodology. *Journal Forensic Science*, 53 (3).
- Ubelaker, D. H., y Adams, B. J. (1995). Differentiation of perimortem and postmortem trauma using taphonomic indicators. *Journal of Forensic Sciences*, 40, 509-512.
- Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr*. 1999;82:165-77.
- Valencia, R., Espinosa, R., Saadia, M., Velasco, N. y Nario, H. (2013). Panorama actual de las células madre de la pulpa de dientes primarios y permanentes. *Rodyb* 2(2), 1-33.

- Viciano, J., D'Anastasio, R., Capasso, L. (2015). Odontometric sex estimation on three populations of the Iron Age from Abruzzo region (central–southern Italy). *Archives of oral biology*, 60, 100 – 115.
- Vilches, L. y Rodríguez, A. (2008). Sobre el definir: recomendaciones para la redacción de definiciones.
- Vodanovi'c, M., Demo, Z., Njemirovskij, V., Keros, J., Brkic, H. (2007) Odontometrics; A useful method for sex determination in an archeological skeletal population. *Journal Archeological Science*, 34, 905-13.
- Vucetich, J. (1954). Comparative Fingerprinting: the new Argentine system; 1904. (*Translation for FBI Laboratories by Patrick J. Phelan, August 27*).
- Washburn, S. L. (1948). Sex differences in the pubic bone. *American Journal of Physical Anthropology* (6):199-208.
- Weaver, D. (1979). Application of the likelihood ratio test to age estimation using the infant and child temporal bone. *American Journal of Physical Anthropology* 50: 263-270.
- Weaver, D. (1980). Sex differences in the ilia of known sex and age sample of fetal and infant skeletons. *American Journal of Physical Anthropology*, 50: 263-269.
- Wescott, J. (2000). Sex variation in the second cervical vertebra. *J Forensic Sci.* 45:462-466.
- Williams, B. y Rogers, T. (2006). Evaluating the accuracy and precision of cranial morfological traits for sex determination. *Journal of Forensic Sciences*, 51 (4): 729 -735.
- Zeisz, R. C. and Nuckolls, J. (1949). *Dental Anatomy*. Mosby. St. Louis.

- Ziętkiewicz, E., Witt, M., Dąca, P., Żebracka-Gala, J., Goniewicz, M., Jarząb, B. (2012). Current genetic methodologies in the identification of disaster victims and in forensic analysis, *Journal of Applied Genetics*, 53(1), 41-60.
- Zheng, W., Cheng, F., Cheng, K., Tian, Y., Lai, Y. y Zhang, W. (2012). Sex assesment using measurements of the first lumbar vertebra. *Forensic Science International*, 285e1 285 e5.
- Zoubov, A. A. (1998). La antropología dental y la práctica forense. *Maguaré*, 13, 243-252.
- Zorba, E., Konstantinos, M., Sotiris M. (2011). Sexual dimorphism in permanent teeth of modern Greeks. *Forensic Science International*, 210, 74–81.
- Zorba, E., Vanna, V., Moraitis, K. (2014). Sexual dimorphism of root length on a Greek population simple. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*, 65, 143–154.