

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE MEDICINA
CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA
POSTGRADO EN CIENCIAS MÉDICAS FUNDAMENTALES

ANÁLISIS RADIOGRÁFICO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA
INTERNA DEL SISTEMA DENTAL EN POBLACIONES DE LA
REGIÓN ANDINA MERIDEÑA

www.bdigital.ula.ve

AUTOR: PROF. GERSON REYES ROJO
TUTOR: DR. CARLOS GARCÍA SÍVOLI
ASESOR: DR. ELIS ALDANA

MÉRIDA, DICIEMBRE 2013

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

AGRADECIMIENTOS

- A mi madre, a mi esposa y a mis hijos por ser en todo momento el motor que impulsa todo lo que hago y consigo en la vida.
- Deseo expresar mi agradecimiento profundo al Dr. Carlos García Sívoli por permitirme desarrollar bajo su tutela este trabajo; agradezco su apoyo, orientación, y contribución científica en el campo de esta investigación.
- Al profesor Elis Aldana de la Facultad de Ciencias Laboratorio de Entomología "Herman Lent" de la Universidad de los Andes por su asesoría y colaboración en el desarrollo de la investigación.
- Al Centro de Investigaciones de la Facultad de Odontología (C.I.O), por su colaboración en el análisis de las muestras y su respectiva evaluación.
- A la cátedra de Anatomía Dentaria de la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, por tener siempre sus puertas abiertas al desarrollo de nuevos conocimientos en el área.

ANÁLISIS RADIOGRÁFICO DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA INTERNA DEL SISTEMA DENTAL EN POBLACIONES DE LA REGIÓN ANDINA MERIDEÑA

Autor: Prof. Gerson Reyes Rojo **Tutor:** Dr. Carlos García Sívoli
Asesor: Dr. Elis Aldana

RESUMEN: Se estudiaron, empleando métodos propios de la ciencia bioantropológica y específicamente en el área de la morfogeometría dental, poblaciones antiguas y contemporáneas de la Región Andina Merideña. Se analizó la variabilidad morfológica interna de un total de 154 dientes (69 dientes de la muestra colonial y 85 dientes muestra contemporánea). Se tomaron radiografías periapicales de todos los dientes de la muestra mencionada. Para el estudio estadístico se utilizó el análisis generalizado de *Procrustes* (AGP) para determinar el tamaño isométrico y la conformación interna o silueta. El estudio de la variabilidad morfológica interna en las muestras poblacionales estudiadas confirmó las posibles diferencias biológicas que se dan en las poblaciones Colonial y la Contemporánea a partir del análisis de este rasgo dental. Finalmente es necesario señalar que los estudios en esta área han sido muy escasos; en tal sentido, el estudio permitirá, desde una perspectiva bioantropológica, contribuir a un mejor conocimiento del hombre venezolano, en especial del Occidente del País; igualmente el estudio contribuirá al análisis de las relaciones filogenéticas y de la evolución de las poblaciones que habitaron y habitan la cordillera andina venezolana, a fin de determinar el origen biológico de las mismas.

Palabras claves: *Variabilidad morfológica interna, morfogeometría, tamaño isométrico, conformación interna o silueta, filogénesis, población Colonial y Contemporánea, Región Andina Merideña.*

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
INDICE DE GRÁFICOS.....	v
CAPÍTULO I	
I.I INTRODUCCIÓN.....	1
I.II JUSTIFICACIÓN, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
I.III MARCO TEÓRICO	22
I.IV HIPÓTESIS.....	35
I.V OBJETIVOS.....	36
CAPÍTULO II	
II.I METODOLOGÍA.....	
II.I.I Muestra	37
II.I.II Criterios de inclusión.....	37
II.I.III Desarrollo metodológico	40
II.I.IV Metodología estadística.....	46
CAPÍTULO III	
III.I RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
CAPITULO IV	
IV.I CONCLUSIONES.....	65
IV.II RECOMENDACIONES.....	66
IV.III BIBLIOGRAFÍA.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1.	Partes del diente	23
2.	Grupos dentales permanentes	28
3.	Radiografía periapical Incisivo central	34
4.	Tabla de desgaste dentario	39
5.	Película radiográfica marca Kodak® No. 2	42
6.	Ubicación de los dientes en las películas radiográficas	43
7.	Dirección del rayo central en relación con el diente y con la película radiográfica	43
8.	Equipo de rayos X intraoral Gendex®, modelo GX 770	44
9.	Imagen clínica y radiográfica del incisivo lateral superior	45
10.	Puntos de referencia en el contorno interno de la imagen radiográfica de los dientes: incisivos centrales superiores, laterales superiores y segundos premolares inferiores	48
11.	Puntos de referencia en el contorno interno de la imagen radiográfica de los dientes: primeros y segundos molares inferiores	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
1. Variación del tamaño isométrico en incisivos centrales superiores en población colonial y contemporánea	50
2. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en incisivos centrales superiores en población contemporánea (A) y colonial (B)	51
3. Variación del tamaño isométrico en incisivos laterales superiores en población colonial y contemporánea	52
4. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en incisivos laterales superiores en población contemporánea (A) y colonial (B)	53
5. Variación del tamaño isométrico en segundos premolares inferiores en población colonial y contemporánea	54
6. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en segundos premolares inferiores en población contemporánea (A) y colonial (B)	55
7. Variación del tamaño isométrico en primeros molares inferiores en población colonial y contemporánea	56
8. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en primeros molares inferiores en población contemporánea (A) y colonial (B)	57
9. Variación del tamaño isométrico en segundos molares inferiores en población colonial y contemporánea	58
10. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en segundos molares inferiores en población contemporánea (A) y colonial (B)	59

CAPÍTULO I

I.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos que denotan especial importancia dentro del estudio evolutivo del ser humano es la dentición, por representar esta uno de los elementos que aportan mayor información sobre el perfil biológico de un individuo o de grandes grupos poblacionales. En este sentido, el estudio del sistema dental ha sido motivo de interés para investigadores en varias áreas del conocimiento humano: antropólogos, biólogos, zoólogos, paleontólogos, genetistas y odontólogos, entre otros, los cuales han estudiado los dientes por la gran información que aportan al campo específico de cada investigador. Esta singularidad radica en que los dientes son los registros fósiles más abundantes.

A lo largo de los años, surgieron diversas teorías que han tratado de explicar el origen de la morfología del sistema dentario de los mamíferos; sin embargo, la teoría aceptada actualmente es la teoría tritubercular. Esta teoría fue descrita y dada a conocer por Cope en 1871 en su obra *El método de la creación de la forma orgánica* y, en opinión de numerosos paleontólogos, ha probado ser de gran valor para descifrar la historia evolutiva de muchas familias de mamíferos, incluyendo al hombre.

Más tarde, y a raíz del estudio detallado de algunos mamíferos del Jurásico, Henry Fairfield Osborn en 1907 elabora y publica finalmente su teoría acerca

de la evolución del sistema dental de las cúspides, que generalmente se conoce como *teoría tritubercular de Cope*.

Los dientes fueron en un principio sencillos y su posterior complicación no se debe a la fusión de varios dientes simples, sino a la adición de partes nuevas. Osborn toma como punto de partida o primera etapa, la existencia de un cono primitivo que se modifica por la aparición de expansiones laterales. En particular, con respecto a los molares, establece cuatro tipos evolutivos (Haplodonte: diente simple, coniforme; Bunodonte: señalando la adición de tubérculos; Pticodonte: con cúspides de arquitectura simple; Lofodonte: con cúspides de arquitectura compleja). Este autor denominó protocono a la más antigua de las cúspides superiores y protocónido a la más antigua de las inferiores (utilizando el sufijo "ido", para señalar las cúspides de los molares inferiores), y supone que estas cúspides van desarrollando bordes cortantes mesial y distalmente, y que las cúspides adicionales, surgen sobre dichos bordes cortantes. Las cúspides del lado mesial se denominan paracono (o paracónido), y metacono (o metacónido) las del lado distal.

En síntesis, se puede decir que no existe una teoría que dé una respuesta satisfactoria a la pregunta sobre el origen del sistema dentario que incluya todos los grupos dentales. Sin embargo, la teoría propuesta por Cope y posteriormente desarrollada por Osborn, explica con mayor precisión la transformación de la dentición homeodonta de los reptiles en la heterodonta de los mamíferos y del diente monocúspide al tribosfénico (Rodríguez, 2001).

Desafortunadamente, las investigaciones subsiguientes no han confirmado completamente la teoría de Osborn, sobre todo en lo que se refiere a los molares superiores e inferiores.

Como se puede inferir, el ser humano ha alcanzado diferencias significativas con las especies que lo antecedieron con las cuales ha compartido una historia evolutiva y a partir de ciertos procesos, como la selección natural, deriva genética y aislamiento geográfico, se han fijado los cambios que permiten caracterizar al hombre actual. Autores como Boyd y Silk (2001), sostienen que dentro de esos procesos de transformación que confluyen en la evolución y que aparecen en la filogénesis de las especies del hombre, se manifiestan cambios en el esqueleto óseo y el sistema dental.

Es importante señalar que los dientes al estar constituidos histológicamente por elementos muy duros, resisten fácilmente el paso del tiempo, llegando a convertirse en el tejido humano menos destructible (Harris, Ponitz e Ingalls, 1998), inclusive, a veces, es la única evidencia de la presencia del hombre dentro de los contextos arqueológicos, y en considerables casos, constituyen muestras fundamentales y de primer orden en las investigaciones antropológicas.

Por otro lado, los dientes siguen siendo una fuente potencial de información, incluso en especímenes de cientos o miles de años (Prieto, 2002); en otras palabras, los dientes y el aparato masticador en su conjunto son la única parte del cuerpo directamente relacionada con la masticación que se fosiliza (Arsuaga y Martínez, 2001). En consecuencia, para comprender el por qué de la morfología del sistema dental actual, es necesario retroceder varios millones de años y conocer al único superviviente de las diferentes líneas evolutivas del género *homo*,

el *Homo sapiens*, porque fue entonces cuando vivió un ser antropomorfo cuyos descendientes evolucionaron en direcciones diferentes: antropomorfos y humanos (Tarttesall, 1998), o tal vez, se deba retroceder 65 millones de años cuando vivió una criatura llamada *Purgatorius ceratops* de la que se cuenta con fragmentos dentales y cráneos dispersos descubiertos en el este de Montana, en los Estados Unidos (Mithen, 1998) y de la que se presume, es el antepasado más directo de los primates (Clemens, 2004; Radhakrishna, 2006).

Dentro de este contexto, se puede estimar que el sistema dental humano es el resultado de un largo, gradual y lento proceso evolutivo a lo largo de los diferentes linajes (Gould, 2006), siendo un proceso necesario para que, a partir de una criatura parecida a una musaraña, se esté hoy ante la presencia del *Homo sapiens*.

El conocimiento del origen y evolución del sistema dental es de principal interés en la interpretación de la variabilidad del número, tamaño y forma de los dientes en los homínidos (Rodríguez, 2003). Por lo tanto, la morfología dental ha sido usada para analizar las relaciones de los antropoides entre sí y con otros primates (Bermúdez de Castro, 2002; Gauthier *et al.*, 1998; Marivaux *et al.*, 2001; Ross *et al.*, 1998). Al respecto, en las investigaciones de las principales familias de antropoides, que incluyen a los seres humanos actuales y todos los fósiles de nuestra propia línea evolutiva, el análisis de la morfología dental ha aportado interesantes datos que han ayudado a entender mejor el proceso evolutivo y las relaciones filogenéticas entre las diferentes categorías o clasificaciones de los mismos (*Ardipithecus*, *A. anamensis*, *A. afarensis*, *A. africanus*, *A. garhi*, *A. aethiopicus*, *A. robustus*, *A. boisei*, *H. habilis*, *H. rudolfensis*, *H. ergaster*, *H.*

erectus, *H. heidelbergensis*, *H. neanderthalensis*, *H. sapiens*) que han sido objeto de un considerable y profundo debate (Arsuaga, 2000; Arsuaga y Martínez, 2001; Bailey, 2006; Bailey y Hublin, 2005, 2006; Bailey y Lynch, 2005; Carbonell y Bermúdez de Castro, 2004; Kaifu *et al.*, 2005; Ross *et al.*, 1998; Spoor *et al.*, 2007; Strait *et al.*, 1997; Ward *et al.*, 2001, entre otros).

A lo largo del siglo XX y en lo que va del siglo XXI, se recurre al sistema dental por poseer un reconocido carácter informativo. Por consiguiente, durante más de un siglo, se han realizado un considerable número de investigaciones que tienen como objetivo estudiar el origen, la variabilidad biológica, grados de similitud y las migraciones de distintas poblaciones actuales y del pasado de diferentes períodos prehistóricos e históricos, tanto a nivel macro como micro evolutivo, en distantes partes del mundo, utilizando para ello el análisis de la morfología dental (Coppa *et al.*, 1998, 2001, 2007; Da Silva, 2002; Guatelli-Steinberg *et al.*, 2001; Haneji *et al.*, 2007; Hanihara T, 2008 ; Heather, 2007; Irish, 1997, 1998, 2000, 2005, 2006; Irish y Guatelli-Steinberg, 2003; Irish y Königsberg, 2007; Lovell y Haddow, 2006; Lukacs *et al.*, 1998; Manabe *et al.*, 2003, 2008; Manzi *et al.*, 1997; Martínón *et al.*, 2007; Matsumara, 2007a; Matsumara y Hudson, 2005; Moreno, 2001; Rodríguez, 2003; Scott y Turner, 1997; Ullinger *et al.*, 2005; entre muchos otros).

Dentro de este contexto, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, representaron motivo de estudio para los antropólogos físicos, caracteres aislados como el hueso epactal, osículos o huesos wormianos, metopismo, sutura palatina transversa, torus palatino, variaciones en forámenes, etc. En este sentido, se ha propuesto un considerable número de caracteres discontinuos para estudiar distancias entre poblaciones humanas llegándose a contabilizar más de 200 rasgos epigenéticos.

La gran variedad de los mismos hace que no todos sean igualmente útiles, ni que resulte fácil confeccionar una lista tipo que reúna los más adecuados; del mismo modo, existen otros caracteres cuya clasificación no resulta tan clara. Algunos antropólogos consideran más útiles los caracteres discontinuos que los métricos para evaluar distancias genéticas entre poblaciones. Sin embargo, el estudio en conjunto de ambos datos (métricos y no-métricos) puede proporcionar resultados más fructíferos en los análisis poblacionales (Jordana, 2007).

En lo que respecta al estudio de los caracteres dentales, el interés se remonta a la Edad Antigua, cuando Aristóteles mencionaba el supuesto mayor número de dientes en la mujer con relación al hombre (Rodríguez, 2003). En todo caso, los estudios de la morfología dental humana se iniciaron en el siglo XIX. En este siglo son notorios los trabajos de Lyell (1830), Darwin (1859), Owen (1845), Huxley (1858) y del mismo Cuvier (1817), que condujeron a un mejor entendimiento de la diversidad de las especies (Rodríguez, 2003).

Posteriormente, diversos anatomistas (Flower, Zuckerkandl, Bolk, Black, entre otros), identificaron algunas peculiaridades de la dentición tales como: dientes supernumerarios, la ausencia congénita del tercer molar o terceros molares "comprimidos", giro-versión en los incisivos superiores, la cúspide de Carabelli, diferentes tubérculos, el diente de pala, cúspide en espolón, etc. A modo de ejemplo, se puede citar la investigación realizada por el fundador de la *American Association of Physical Anthropology* (AAPA), Hrdlička A. (1925), sobre los orígenes del hombre americano mediante el estudio de la variación dental, diferenciándose las poblaciones mongoloides de otras por la elevada frecuencia y

marcado grado de expresión del carácter diente de pala. Esta similitud era interpretada por Hrdlička como prueba de un origen exclusivamente asiático de los amerindios, demostrando así una afinidad entre los nativos americanos y los asiáticos y la diferencia de ambos con grupos europeos.

El origen mongoloide se basó principalmente en el asombroso parecido que presentan las poblaciones esquimales y las poblaciones del Nordeste Asiático, ambas muy bien conocidas y estudiadas por Hrdlička (González, 2003).

En algunos casos, un rasgo dental no-métrico por sí sólo puede ser utilizado para discriminar entre grupos humanos, por ejemplo, incisivos en forma de pala, la cúspide paramolar de Carabelli, la cúspide 6, la presencia de la cúspide bucal en molares inferiores, entre otros (Heather, 2005), bajo este argumento hay que ser cuidadoso, ya que se podría caer en riesgos de sobreinterpretación. Scott y Turner (1997) señalan que todas estas características (léase: en conjunto) hacen de la dentición una de las mejores fuentes de datos para establecer relaciones y afinidad entre poblaciones, patrones de migración y adaptación y a su vez, permitir el esclarecimiento de los orígenes étnico-geográficos de diferentes poblaciones humanas.

En relación con lo expresado, en el año 1968 el investigador japonés Kasuro Hanihara introdujo el concepto de "complejo dental mongoloide" que comprende una serie de rasgos morfológicos dentales muy frecuentes en poblaciones asiáticas e indígenas americanas. Dos décadas después, en 1988, los antropólogos norteamericanos Scott y Turner, proponen la división de este complejo dental mongoloide en cuatro patrones: "Sinodonto" (al norte de Asia),

que se caracteriza por unas frecuencias elevadas de los caracteres discretos, en general, y que es característico de los pueblos de China, Japón, Siberia y los nativos americanos. "Sundadonto"(al sur de Asia), que se caracteriza por unas frecuencias de incidencia y expresión marcada de los caracteres un poco menores que en el caso anterior; este patrón lo presentan los pueblos del sudeste de Asia, Polinesia, Micronesia y Jomon. El patrón "Australo-Melanesio", el cual deriva del patrón anterior ("Sundadonto") y se presenta en Australia y Melanesia, y finalmente, el patrón europeo o "caucásico", con una morfología dental mucho más simple que en los grupos anteriores (Moreno, 2001). Asimismo, Turner en 1985, basándose en el estudio de los rasgos no-métricos dentales, confirma la teoría del poblamiento americano, propuesta con anterioridad por Hrdlička, a través del Estrecho de Bering, además afirma que son las poblaciones sinodontes quienes llegaron a este continente por lo menos en tres oleadas migratorias. Posteriormente, y en función de la frecuencia (alta, intermedia y baja) de un conjunto de rasgos dentales, Zoubov (1998) e Irish (1997, 2000) introducen en la literatura especializada otros perfiles o complejos dentales específicos de poblaciones europeas y africanas, los cuales se denominaron "complejo dental occidental o caucasoide" y "complejo dental subsahariano-norteafricano", respectivamente.

Si bien los rasgos dentales tienen una fuerte base genética, no se ciñen a un modo simple de herencia, pero a pesar de ello son útiles para evaluar las relaciones y tendencias micro y macroevolutivas. En este sentido, diversos investigadores han podido establecer la heredabilidad de diversos rasgos

discretos dentales, en algunos casos, analizando sujetos identificados cuyo origen familiar es conocido (Da Silva, 2002; González, 2003; Larsen, 1997; Moskonda *et al.*, 1997; Scott y Turner, 1997).

En suma, la morfología dentaria es un atributo de expresión fenotípica heredable, que posee un fuerte componente genético que se evidencia más que todo en la forma de la corona tanto de los dientes deciduales, como de los permanentes (Scott y Turner, 1997).

Por otra parte, Manabe *et al.* (2003) consideran que los rasgos dentales son selectivamente neutros, de modo que es el azar y no la función la responsable de la difusión de los rasgos no-métricos en una determinada población.

Hoy en día se acepta que la morfogénesis de la corona dental está controlada en su mayor parte por factores genéticos, más que por factores ambientales (Kenneth, 2004; Kono, 2004). Desde el punto de vista genético, ciertas estructuras del organismo están controladas por un número amplio de genes (Burnie, 2000), es decir, son poligénicas, en las que más de un gen controla su expresión morfológica. Los dientes forman parte de estas estructuras; ya que al igual que otras partes del esqueleto óseo, los dientes están bajo el control de varios tipos de genes (Frazier-Bowers *et al.*, 2002) que dependiendo de su función en las diferentes etapas embriológicas de diferenciación histológica de los tejidos dentales, esencialmente en la amelogénesis y dentinogénesis (Stephanopoulos *et al.*, 2005), darán origen, posteriormente, a los distintos grupos dentarios y, por ende, a los distintos caracteres o rasgos dentales no-métricos que caracterizan el sistema dental humano. Sin embargo, para Graber *et al.* (2006), los caracteres dentales estarían controlados por un solo tipo de gen. Otros autores como Scott y

Turner (1997), han sugerido que algunos caracteres dentales pueden estar codificados por un solo gen. Asimismo, Kenneth (2004), estima que un pequeño número de genes son los que estarían implicados en la expresión de los caracteres no-métricos.

Como sucede con la mayoría de los caracteres métricos o no-métricos del esqueleto humano, aún no está claro si la expresión de los caracteres dentales está controlada por un gen único o si, por el contrario, el control efectivo se debe a varios genes, o en qué medida otros genes son capaces de modificar un carácter concreto (Lisi *et al.*, 2001). Al respecto, se han desarrollado un significativo número de estudios, en su mayoría en animales de laboratorio, para investigar las diferentes etapas de la odontogénesis y sus mecanismos reguladores y así, lograr precisar las bases genéticas del sistema dental (Felszeghy *et al.*, 2004; Maas y Bei, 1997; Zhang *et al.*, 2001; entre muchos otros), o sobre las mutaciones que pueden estar implicadas en las anomalías dentales tanto de forma como de número (Alt y Türp, 1998; Das *et al.*, 2002; Masuya *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2001, entre otros).

Autores como Zeichner *et al.*, (1997), afirman que las investigaciones en genética dental han servido para comprender los mecanismos involucrados en el desarrollo ontogenético del diente, específicamente, en la identificación de los genes involucrados en la producción de la interfase dentina-esmalte. Siguiendo lo expresado, el hombre es portador de dientes heteromorfos, es decir, dientes desiguales. Esto último, implica la existencia de diferentes tipos de dientes dentro del arco dental que dependiendo de su ubicación en el mismo, asumen una forma y función determinada, lo que podría llamarse el "principio merístico" o de

variabilidad de formas de los dientes, lo que a la vez trae como consecuencia la aparición de dientes morfogenéticamente más estables.

En efecto, esta teoría, que se conoce como “campo morfogenético” (Corruccini *et al.*, 2005) fue elaborada por Butler (1939) y, posteriormente, adaptada por Dahlberg (1945, 1949, 1963), y tiene su base en la morfología y genética específica de los grupos o tipos dentarios. En ella se expresa que en los diferentes grupos que conforman la dentición humana, existe un diente “clave” o “polar”, es decir, un diente de cada grupo que se considera morfológica y odontométricamente más estable, que otros miembros de su clase (Kenneth, 2004), en el sentido de que retiene los caracteres morfológicos ancestrales. Para cada grupo dental, con la excepción de los incisivos inferiores, el más mesial es el diente “polar”, según autores como Kenneth (2004). Los otros dientes de cada grupo son menos estables en este aspecto. Los dientes considerados estables en la dentición humana son: los incisivos centrales superiores, los incisivos laterales inferiores, los caninos, los primeros premolares y los primeros molares. Los restantes se consideran variables. En consecuencia, el diente “polar” habitualmente es el elegido en los análisis métricos y morfológicos (Stojanowski 2001; Kenneth, 2004).

En relación a los caracteres dentarios, se consideran primarios los que definen los dientes de un grupo, y cada diente en particular. Entre estos caracteres se encuentran la cúspide de Carabelli, el diseño driopitecoide en los molares inferiores, y el carácter de forma de pala en los incisivos. Por otra parte los caracteres secundarios no caracterizan, sino que son más bien transformaciones a caracteres primarios que suceden en los dientes menos “estables” o “no-polares”

de cada grupo. Algunas veces los factores responsables de estas modificaciones son tan fuertes que llegan a enmascarar los caracteres primarios de los dientes "estables". La ausencia congénita de dientes, incisivos en forma de cono, de barril o cambios en diseño oclusal driopitecoide de los molares inferiores, son ejemplos de caracteres secundarios. En todo caso, lo difícil está en determinar con exactitud cuál es el carácter ancestral original y cuáles han sido las modificaciones o variaciones.

Por el momento, se ha identificado un grupo de genes conocidos como "homeobox gene" que actúan en el desarrollo de diversos fragmentos estructurales del organismo (Ferrier y Minguillón, 2003).

En lo que respecta al sistema dental, se ha propuesto un "odontogenic homeobox gene code" el cual está constituido por una mezcla de "homeobox gene" estrechamente relacionados con el desarrollo de los gérmenes dentarios, independientemente de la clase o tipo de diente. Este grupo de genes, tales como: Dlx-1, Dlx2, Msx-1 y Msx-2, tendrían un rol directo en la interacción epitelio-mesénquima contribuyendo a la formación de los gérmenes dentarios dentro de la lámina dental, lo que formaría, posteriormente, un diente con características morfológicas específicas (Peterkova *et al.*, 2000; Venugopalan *et al.*, 2008).

Por otra parte, los rasgos dentales presentes en dientes ubicados a ambos lados del maxilar, están regulados por un sistema genético. El no encontrar diferencias de lateralidad demuestra que la información genética es la misma para ambos lados. Sin embargo, esta simetría no siempre es perfecta, en algunos casos el lado izquierdo puede presentar un determinado carácter mientras que su antímero

no (Corrucini *et al.*, 2005). En todo caso, lo que sí parece que está parcialmente claro, con respecto a la simetría de los rasgos dentales, es que no está subordinada a la actividad de genes diferentes.

Evidentemente, el potencial genético de las diferentes especies, a través del mecanismo biológico de la recombinación favorece la variación morfológica. Los dientes tienen un modelo eficaz dentro su morfología básica, sin embargo, la base genética, aún desconocida, es muy compleja (Arias, 2002). Además, en los dientes, al igual que en muchas otras estructuras del organismo, el incremento de nuevas formas usualmente involucra refinados cambios en la evolución de los mismos (Jernvall, 2000).

De acuerdo con Alexander A. Zoubov (1998), las principales peculiaridades del creciente desarrollo en las investigaciones sobre morfología dental en el ámbito mundial son:

1. La alta heredabilidad de los rasgos dentales como se ha apreciado en el estudio de gemelos.
2. La posibilidad de establecer clasificaciones precisas, claras y comprensibles.
3. La posible ausencia de correlación significativa entre los rasgos discriminadores. (Aquel rasgo que permite diferenciar poblaciones).
4. La posibilidad de comparar directamente las muestras dentales antiguas con las modernas.
5. Su estabilidad en el tiempo.

6. El relativo buen estado de conservación del material dental en comparación con el óseo.

Sobre las bases de las ideas expuestas, el estudio de los dientes proporciona un importante registro de rasgos marcadores en la clasificación de la especie humana introduciendo valiosa información sobre la edad, sexo, patrón étnico y hábitos alimenticios (Rodríguez, 2003). A pesar de la importancia de este tipo de estudios, las investigaciones especializadas (sobre todo las odontológicas) en el tema se reducen a trabajos osteológicos generales, y unos pocos son propiamente estudios dentales. En ambos casos la identificación se hace por algo "extraño" observado ("anomalías", o "variantes anómalas") que presentan, o por el tratamiento de orden cultural al que fueron sometidas, pero muy poco con referencia a sus caracteres morfológicos y anatómicos normales, en todo caso en la investigación de las "anomalías" morfológicas, se requiere que los límites de la variación normal estén expresamente establecidos (Alt y Türp, 1998). Estas variaciones consideradas como normales, ofrecen un elevado grado de confiabilidad en los estudios dentales por la abundante información aportada específicamente en cuanto a la variabilidad de la configuración externa e interna. Con respecto a esta última, la morfología interna de los dientes también ha jugado un rol fundamental en la interpretación de la evolución de los homínidos a través del estudio de las peculiaridades del espesor de los tejidos histológicos. (Bermúdez de Castro, 2002; Guatelli-Steinberg y Reid, 2008; Hlusko, 2004). Así mismo, las investigaciones se han centrado en el estudio de la anatomía de los conductos radiculares de molares, tanto superiores como inferiores, y de

premolares inferiores. Al respecto se pueden mencionar la investigación llevada a cabo por Cucina y colaboradores en el 2008, relacionada con el estudio de la morfología de la raíz de los segundos molares inferiores en una población maya (prehispánica y moderna); o la concerniente al análisis de la morfología de los conductos radiculares de los primeros y segundos molares superiores realizada en población Birmana (Gulabivala *et al.* 2001), y las referentes al número de conductos radiculares de los segundos premolares inferiores (Varrela, 1990; Wong, 1991).

También se destaca la investigación sobre el estudio de la morfología de los conductos radiculares de los molares superiores en una población indígena thai (Alavi *et al.*, 2002).

Hasta el presente, en los estudios bioantropológicos, específicamente en el área dental, no existen referencias con relación a investigaciones de la variabilidad morfológica interna del sistema dental. Al respecto, se puede apreciar que en el campo de la antropología dental, el estudio de la variabilidad morfológica interna ha quedado relegado a un segundo plano, ya que la información bibliográfica y hemerográfica en relación con esta área es muy escasa, y por el contrario, la información existente en cuanto a estudios de rasgos dentarios externos es abundante. Tal vez esto obedezca a la necesidad de emplear procedimientos especiales como la radiografía dental y métodos estadísticos específicos para estudiar y profundizar en esta área poco explorada hasta el presente como es el caso de la región andina merideña. Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, el presente estudio representa un aporte significativo en relación con el tema.

Es de suma importancia acotar que en algunos casos la única referencia material sobre la existencia de un ser o una especie en particular son sus restos óseos y en particular, los restos dentales, que en muchos casos externamente se encuentran deteriorados; lo que implica que el estudio de la variabilidad interna del sistema dental podría ayudar a profundizar los estudios poblacionales en un tiempo y espacio específico, representando esto a la vez construcción y consolidación de nuevos conocimientos en relación con el área de la antropología dental.

Para el estudio de la morfología dental, la Antropología Dental recurre a la morfometría geométrica, metodología esta que se utiliza en varias disciplinas para identificar o clasificar taxonómicamente diferentes géneros o especies. Las distintas corrientes de estudio de la morfometría geométrica se clasifican de acuerdo a aspectos como la conformación biológica analizada, la estructura que se escoge para medir y el tipo de bioestadística que se utiliza (Dujardin y Caro 2005).

Dentro de este marco se pueden nombrar diversos estudios que han soportado su análisis en la morfogeometría. Al respecto, Martín-Torres et al., (2005) en un estudio intitulado: "Hominin lower second premolar morphology: evolutionary inferences through geometric morphometric analysis", emplean esta metodología para determinar cambios en la morfología oclusal de segundos premolares inferiores en homínidos. Así mismo, Kieser *et al.* (2007) en un estudio intitulado: "The Uniqueness of the Human Anterior Dentition: A Geometric Morphometric Analysis", emplea esta metodología para realizar análisis forenses de la mordida

del sector anterior de la boca estudiando sus implicaciones legales. Pavlinov (2001) en un estudio intitulado: "Geometric morphometrics of glirid dental crown patterns", emplea la misma metodología en especies diferentes al hombre, tal es el caso de roedores.

Igualmente, en un trabajo realizado en la misma área geográfica empleando la misma metodología y una de las poblaciones (colonial) del presente estudio, Pérez y Murzi (2010) encontraron diferencias significativas en cuanto a la conformación externa de la corona de los primeros molares inferiores (36) entre la población colonial y modelos de estudio de la población contemporánea, demostrando así la utilidad de la morfogeometría en el estudio de las relaciones filogenéticas en poblaciones humanas modernas. Como se puede inferir, el análisis de la morfología dental (externa e interna) se puede emplear para determinar relaciones biológicas y estimar semejanzas entre grupos y personas, brindando soluciones a la problemática de las relaciones genéticas asociadas a procesos históricos y étnicos del pasado y a sus repercusiones en la actualidad (Rodríguez, 2004).

De lo dicho anteriormente se deduce, que las diferencias en cuanto a morfología dental se refiere entre grupos humanos a lo largo del tiempo y el espacio pueden aportar información muy valiosa respecto al origen y procesos de poblamiento humano en determinadas áreas geográficas. Finalmente, se debe señalar que el estudio de la dinámica o de la historia evolutiva de las poblaciones a nivel regional permite establecer las diversas filogénesis de los grupos humanos que han habitado y habitan diferentes áreas geográficas de la Tierra. Desde épocas

antiguas el hombre ha sentido la necesidad de conocer acerca de su origen y evolución, en tal sentido, ha emprendido numerosos esfuerzos que recorren grandes hilos a lo largo de historia (García, 1997).

www.bdigital.ula.ve

I.II JUSTIFICACIÓN, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de la dentición humana ha sido muy útil en el campo de la antropología dental (Pompa y Padilla, 1985); por otro lado, le ha brindado a la bioantropología elementos para entender mejor el proceso de la variabilidad biológica humana y las causas por las cuales esta se presenta. En este sentido, el estudio de la variabilidad biológica de las poblaciones humanas permite analizar, además, de su estado evolutivo, el parentesco y diferencias con otras poblaciones (Rodríguez, 1989).

Si bien es cierto que los sistemas dentales son básicamente iguales, las diferencias entre individuos y, por ende, entre grupos humanos radican en el número y extensión de los caracteres dentales (Dahlberg, 1949); precisamente, esos caracteres (externos e internos), son el reflejo de los cambios graduales que se dan en la evolución de las especies (Hoenigsberg, 1992). Dentro de este contexto la presente investigación se considera pionera en el estudio de la variabilidad de la morfología interna en grupos humanos (antiguos y modernos) en la región andina merideña, ya que es la primera vez que se plantea un análisis de este tipo en estas poblaciones.

Por otro lado, este estudio es importante en los análisis filogenéticos en poblaciones humanas de la cordillera andina, ya que estos ayudan a establecer características de similitudes o diferencias, microevolución y rutas de desplazamiento en las mismas; además, es de suma importancia en estudios forenses, ya que los datos que se pueden obtener de estos análisis ayudarían a la

identificación de personas en casos como accidentes aéreos y desastres naturales.

Por otra parte, los estudios etnológicos realizados hasta el presente en la cordillera andina merideña han demostrado que existe continuidad cultural desde la época prehispánica hasta hoy, por lo menos en la población campesina merideña (Clarac, 1976; 1981; 1985; 1996), en consecuencia, es de suponer que la población indígena no desapareció totalmente de la región merideña y se mantuvo especialmente a través de la población mestiza, pero también en forma "pura" en algunas comunidades; es decir que no hubo "ruptura" cultural. Sobre las bases de las ideas expuestas es permitido suponer que tampoco hubo "ruptura" biológica. Con respecto a esto último, se puede decir que los estudios realizados hasta el presente en el área bioantropológica son todavía limitados para poder afirmar la "continuidad" biológica de los grupos que habitaron o habitan esta zona geográfica. En tal sentido, esto último también se pretende demostrar mediante la presente investigación.

Finalmente, es necesario acotar que el análisis de estos datos dentales debe ser contextualizado en un marco temporal tanto sincrónico como diacrónico, cuyo estudio es responsabilidad de la bioantropología, si el contexto es relativamente reciente, y de la arqueología, si se refiere a tiempos remotos. Bien sea, que se traten de restos dentales relativamente recientes o contemporáneos, o restos que pertenecen a épocas muy antiguas, el contexto ambiental y social en el que se desarrollan los individuos, afectará y determinará posiblemente la presencia de los rasgos dentales en la población.

Para que esta compleja articulación de conocimientos tenga lugar es preciso que las diferentes disciplinas involucradas actúen de manera integral. De ahí, la importancia en la interdisciplinariedad de la bioantropología en los estudios de los restos dentales, así como en el estudio del sistema dental de poblaciones contemporáneas.

www.bdigital.ula.ve

I.III MARCO TEÓRICO

En este apartado de la tesis se desarrollarán nociones o conceptos que son de gran importancia para la comprensión integral de la temática propuesta como línea de investigación en el presente estudio.

Diente

Se puede definir al diente como una unidad anatómico funcional que forma parte en su conjunto del sistema dental. (Wheeler, 1979).

Partes del diente

Cada diente tiene una corona y una porción radicular, así mismo, presenta cinco superficies o caras: cara vestibular, cara palatina o lingual, cara mesial, cara distal y cara incisal u oclusal dependiendo del tipo de diente en cuestión; en esta última se expresan los caracteres o rasgos dentales no métricos. La corona está cubierta por el esmalte y la raíz por el cemento. La corona y la raíz se unen en la unión amelo-cementaria, también llamada línea cervical, claramente visible en cualquier diente. La masa principal del diente está compuesta por dentina e internamente se encuentra la cámara pulpar que ocupa principalmente la porción coronal y el conducto que ocupa la porción radicular. Estos espacios (cámara pulpar y conductos) se continúan unos con otros y se designan con el nombre común de cavidad pulpar (Nelson y Ash, 2009), constituyendo este conjunto anatómico la morfología dentaria interna. (Figura 1).

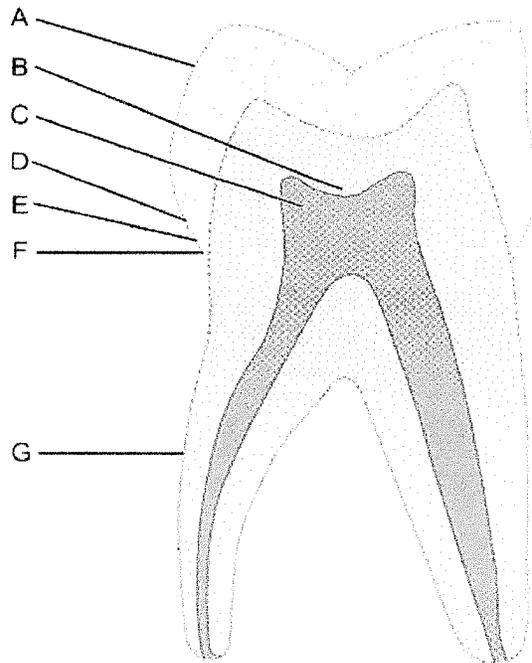


Figura 1. Partes del diente. Tomado y modificado de Nelson y Ash, 2009.
A. Capa de esmalte. **B.** Capa de dentina. **C.** Cuernos pulpares. **D.** Crestas cervicales. **E.** Prismas de esmalte. **F.** Unión amelocementaria. **G.** Raíz dental.

www.bdigital.ula.ve

Anatomía dental

Es el estudio del desarrollo, la morfología, la función y la identificación de cada uno de los dientes de las denticiones humanas, así como del modo en que los dientes se relacionan en cuanto a su tamaño, forma, estructura, color y función con los restantes dientes, tanto de la misma arcada como de la arcada opuesta, aunque no se limita únicamente a estos aspectos (Nelson y Ash, 2009).

Grupos dentales

La dentición humana se divide en temporal y permanente. La temporal está compuesta por 20 dientes, 10 en el maxilar superior y 10 en el inferior. Estos dientes se denominan también dentición caduca o decidua, debido a que se

pierden gradualmente hasta desaparecer cuando la persona llega a los 12 o 13 años, siendo reemplazados por la dentición permanente. Por otra parte la dentición permanente está compuesta por 32 dientes, 16 maxilares y 16 mandibulares. La dentición permanente completa posee 8 dientes en cada cuadrante. Los dos dientes frontales de cada cuadrante (superior e inferior) son los incisivos central y lateral, seguidos por un canino, un primer y segundo premolar y un primer, segundo y tercer molar.

Los incisivos tienen coronas comprimidas en sentido vestíbulo lingual para cortar de forma eficaz, los caninos poseen una cúspide única puntiaguda para perforar la comida, los premolares tienen dos o tres cúspides para desgarrar y triturar; los molares tienen de tres a cinco cúspides aplanadas, ideales para la trituración de los alimentos.

En cuanto a la odontometría de la dentición permanente se puede decir que:

.- El *incisivo central superior* presenta una corona relativamente rectangular, más larga en sentido inciso gingival que en sentido mesiodistal; y a la vez ligeramente aplanada en sentido vestíbulo palatino, es decir, ancha en el tercio cervical y se va adelgazando hacia el tercio incisal. En cuanto a la raíz, presenta una sola raíz alargada y más ancha vestibulolingualmente que mesiodistalmente.

.- El *incisivo central inferior* es un diente mucho más pequeño que el incisivo central superior, con su corona más larga en sentido inciso gingival que en sentido mesiodistal, siendo más ancho en sentido vestibulolingual que en sentido mesiodistal. En cuanto a su raíz es más estrecha mesiodistalmente y más ancha en sentido vestibulolingual, la relación raíz-corona es mayor que en el caso del

incisivo central superior, es decir, que su raíz es más larga en comparación con la longitud de su corona.

.- El *incisivo lateral superior* es morfológicamente similar al incisivo central superior, siendo su corona de menor tamaño, más estrecha en sentido mesiodistal y más alargada en sentido inciso gingival. Su raíz es más larga, aproximadamente unos 0,5 mm; estrecha de forma homogénea terminando en un ápice ligeramente redondeado y curvo distalmente.

.- El *incisivo lateral inferior* es un poco más grande en todas sus dimensiones que el incisivo central inferior, su corona es más ancha vestibulolingualmente que mesiodistalmente, su raíz es muy estrecha mesiodistalmente, se va estrechando gradualmente desde cervical hasta el ápice, curvándose ligeramente hacia distal.

.- El *canino superior* es el diente con mayor longitud de la arcada dentaria, robusto, con su corona en forma de cuña a nivel incisal, con una cúspide voluminosa; y ligeramente más ancho en sentido vestibulopalatino que en sentido mesiodistal. Su raíz es larga, esbelta y cónica, siendo el tercio apical estrecho mesiodistalmente y el ápice puntiagudo.

.- El *canino inferior* posee una corona más larga y más estrecha en comparación con la del canino superior, la dimensión vestibulolingual es mayor que la mesiodistal y su raíz es larga, se adelgaza desde cervical hacia apical terminando generalmente de forma recta.

.- Los *premolares superiores* son cuatro, dos de cada lado de la arcada, presentan en la superficie oclusal dos cúspides bien definidas; una, vestibular o bucal de mayor tamaño, y una, palatina. La corona de estos dientes vista de vestibular es más ancha a nivel del tercio medio y se va haciendo más estrecha hacia el tercio

cervical, siendo también más anchos vestibulopalatinamente que mesiodistalmente. Los primeros y segundos premolares superiores son parecidos entre sí, siendo los primeros ligeramente de mayor tamaño; en este sentido son más anchos y sus coronas más largas. En cuanto al número de raíces, el primer premolar presenta dos raíces, una vestibular y otra palatina; mientras que el segundo premolar presenta una sola.

.- Los *premolares inferiores* son cuatro, dos de cada lado de la arcada. Los primeros premolares presentan en la superficie oclusal dos cúspides bien definidas; una vestibular o bucal de mayor tamaño y una lingual. Por otro lado, los segundos premolares inferiores presentan tres cúspides, una vestibular y dos linguales; pudiendo esto ser variable entre individuos. Todos los premolares inferiores poseen una única raíz, siendo la del segundo premolar ligeramente más gruesa y más larga que la raíz del primero.

.- Los *molares permanentes* son 12, seis en la arcada maxilar y seis en la mandibular. Los seis molares permanentes de cada arcada son el primero, segundo y tercer molar de cada lado. Presentan una superficie oclusal (masticadora) con tres a cinco cúspides dependiendo del tipo de molar, y más anchas que los demás dientes posteriores.

Las coronas de los molares son mayores en dirección mesiodistal y vestibulo lingual que las coronas de los premolares, y a su vez esta dimensión mesiodistal es mayor que la longitud cervicoclusal. Las coronas molares son también más cortas en dirección cervicoclusal que las coronas de los demás dientes.

Los molares superiores tienen tres raíces de tamaño considerable, cuya longitud es casi el doble que la de la corona: raíz mesiovestibular, raíz distovestibular y raíz

palatina. Los molares inferiores por su parte tienen sólo dos raíces: una mesial y otra distal (Woelfel y Scheid, 1998). (Figura 2).

Sustentando la evolución dental, se puede decir que los dientes con una arquitectura simple, se denominaron haplodontos, entre los cuales se incluyeron los incisivos y los caninos; y los dientes con una arquitectura compleja se denominaron bunodontos o lofodontos, entre los cuales se incluyeron los premolares y los molares.

www.bdigital.ula.ve

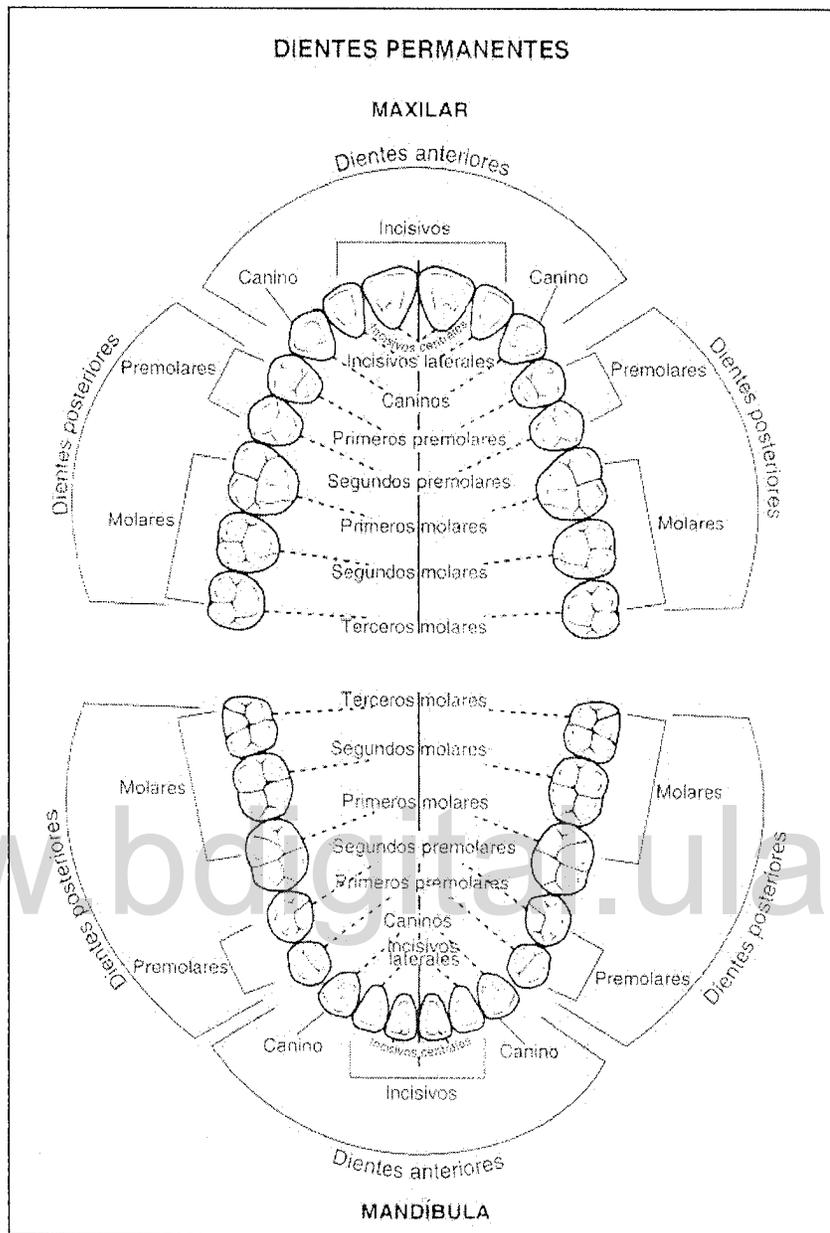


Figura 2. Grupos dentales permanentes. Tomado de Woelfel y Scheid, 1998.

Histomorfogénesis

El desarrollo de los dientes comienza con la aparición de un engrosamiento del epitelio de la mandíbula fetal a comienzos de la 7a semana de vida intrauterina. Este engrosamiento forma dos crestas, una externa y otra interna la cual da origen a los dientes (lámina dental). El epitelio de esta lámina prolifera formando una serie de engrosamientos localizados correspondientes a los botones o gérmenes dentarios. Estos botones se invaginan en el mesénquima, denominándose papila dental la cual, posteriormente da origen a la dentina y la pulpa dental. La porción epitelial del germen dentario adopta gradualmente forma de casquete, denominándose órgano del esmalte dando origen a este tejido. La invaginación continua del órgano del esmalte le confiere posteriormente a este elemento una forma de campana.

Luego de la formación de la corona del diente, comienza el desarrollo de la raíz. A nivel del futuro cuello del diente se pliegan los epitelios externo e interno del esmalte formando la vaina radicular epitelial de Hertwig, que produce la formación de la raíz. Los botones dentarios de los dientes permanentes comienzan a mostrarse aproximadamente a la 10a semana de vida fetal, apareciendo desde un crecimiento más profundo de la lámina dentaria original.

Teoría del campo morfogenético

Fue elaborada por Butler (1939) y, posteriormente, adaptada por Dahlberg (1945, 1949, 1963) tiene su base en la morfología y genética específica de los grupos o tipos dentarios. En ella se expresa que en los diferentes grupos que conforman la dentición humana existe un diente "clave" o "polar", es decir, un diente de cada

grupo que se considera morfológica y odontométricamente más estable que otros miembros de su clase (Kenneth, 2004) en el sentido de que retiene los caracteres morfológicos ancestrales.

Para cada grupo dental, con la excepción de los incisivos inferiores, el más mesial es el diente "polar" (Kenneth, 2004). Los otros dientes de cada grupo son menos estables en este aspecto. Los dientes considerados estables en la dentición humana son: los incisivos centrales superiores, los incisivos laterales inferiores, los caninos, los primeros premolares y los primeros molares. Los restantes se consideran variables.

En consecuencia, el diente "polar" habitualmente es el elegido en los análisis métricos y morfológicos (Kenneth, 2004; Stojanowski 2001).

www.bdigital.ula.ve

Rayos X

Un rayo X es un haz de energía que tiene poder para penetrar objetos y registrar una imagen a manera de sombras en una película radiográfica. También se puede definir como un haz de energía sin una carga eléctrica, que viaja en ondas con una frecuencia específica a la velocidad de la luz y que interactúa con los materiales que penetra causando ionización (Haring y Lind, 1997).

Película radiográfica dental

Es una placa fotográfica adaptada para el uso en radiología dental. En radiología dental, después de que el haz de radiación pasa a través de los dientes y las estructuras adyacentes, alcanza la película radiográfica la cual sirve como medio de registro o receptor de imagen y plasma una imagen latente de los tejidos

radiografiados que posteriormente se va a hacer visible una vez que se someta al proceso químico de revelado. Las películas radiográficas pueden ser Intraorales (para la exposición se colocan dentro de la cavidad bucal) y extraorales (para la exposición se colocan fuera de la cavidad bucal).

Existen tres tipos de películas intraorales:

- 1- Periapical: se utiliza para examinar todo el diente (corona y raíz) y hueso de soporte. El término periapical deriva de la palabra griega *peri*, que significa alrededor y la palabra latina *apex*, que significa extremo terminal, en nuestro caso, de la raíz del diente. En este sentido, en este tipo de película se observa la punta de la raíz del diente y sus estructuras circundantes así como la corona. Es necesario señalar que este tipo de radiografía permite observar todo el contorno interno del diente, es decir, se observa la cámara pulpar y los conductos radiculares; por lo que fue la técnica radiográfica de elección para la presente investigación. La película periapical está disponible en tres tamaños (0, 1 y 2).
- 2- Interproximal: se utiliza para examinar las coronas de dientes superiores e inferiores en una sola película. Es útil para examinar las superficies interproximales o adyacentes de las coronas dentarias. La película interproximal está disponible en cuatro tamaños (0, 1, 2 y 3).
- 3- Oclusal: se utiliza para examinar áreas grandes de la maxila (maxilar superior) o de la mandíbula (maxilar inferior). La película oclusal se llama así porque el paciente ocluye o muerde en toda la película, es la más grande, siendo casi cuatro veces mayor que la periapical tamaño 2.

En el presente estudio se utilizó la película periapical número 2 por ser la más aceptable en cuanto a sus dimensiones se refiere, para la toma radiográfica de los grupos dentales de cada muestra seleccionada.

Población

Es un grupo de la misma especie que vive junto, en la misma región geográfica, que pueden aparearse entre sí y que presentan características fenotípicas bien definidas. Estas características o rasgos pueden variar por mutaciones en los alelos, pero tienden a permanecer en esa población debido a que el apareamiento entre distintas poblaciones es poco común (Bernstein R. y Bernstein S., 1998).

Flujo genético

Es el movimiento de mutaciones del ADN dentro de los inmigrantes de una población a otra, lo cual trae como consecuencia el aumento de la variabilidad genética de una población. (Bernstein R. y Bernstein S., 1998)

Deriva genética

Cambios aleatorios en las frecuencias genéticas debidas a la varianza muestral que ocurre en cualquier población finita. Es más rápida en las poblaciones pequeñas que en las mayores. Al igual que en la selección natural, altera la predominancia de caracteres en una población como puede ocurrir en el efecto cuello de botella o efecto fundador (Boyd y Silk, 2001).

Aislamiento geográfico

Las poblaciones se aíslan geográficamente de otras cuando algo en el terreno impide a los individuos moverse entre poblaciones (Bernstein R. y Bernstein S., 1998).

Imagen radiográfica de la cámara pulpar y los conductos radiculares

La pulpa de los dientes en condiciones normales está formada por tejido blando, por lo que desde el punto de vista radiográfico se observa radiolúcida (oscura). Las cámaras y los conductos radiculares que contienen la pulpa se extienden desde el interior de la corona hasta las puntas de las raíces (figura 3). Aunque la mayoría de las cámaras pulpares tienen una forma bastante uniforme dentro de los distintos grupos morfológicos de dientes, existen importantes variaciones individuales en el tamaño de las mismas y la extensión de los cuernos pulpares (Goaz y White, 1995). Al observar la cavidad pulpar en la radiografía, por lo general es más amplia en jóvenes que en adultos, ya que va disminuyendo su tamaño con la edad debido a la formación de dentina secundaria; y en este sentido su tamaño y forma variarán en cada diente (Haring y Lind, 1997).

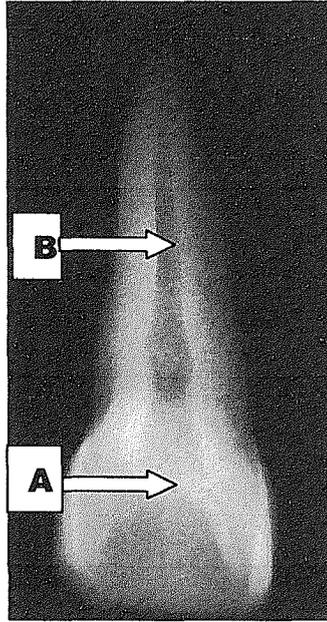


Figura 3. Radiografía periapical Incisivo central. **A.** Cámara pulpar **B.** Conducto radicular

Cabe destacar que la cámara pulpar y los conductos radiculares en los distintos grupos dentales ocupan gran parte de la porción coronaria y radicular de cada diente, constituyendo ambos elementos el cuerpo vital del mismo.

En general, el contorno del tejido pulpar coincide con el perfil externo del diente, es decir, que el contorno de la cámara pulpar se corresponde con la forma de la corona, mientras que el contorno de los conductos radiculares concuerda con las raíces del diente (Nelson y Ash, 2009).

I.IV HIPÓTESIS

Existen diferencias entre la morfología dentaria interna de la muestra colonial y la morfología dentaria interna de la muestra contemporánea.

www.bdigital.ula.ve

I.V OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la variabilidad de la morfología dentaria interna en dos muestras poblacionales: una perteneciente a la época colonial (siglos XVII Y XIX) y otra contemporánea, ambas pertenecientes a la región andina merideña.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Establecer las posibles relaciones filogenéticas entre las poblaciones estudiadas a partir de la variabilidad de la morfología dentaria interna.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II

II.1 METODOLOGÍA

Se trata de una investigación de tipo comparativa y diacrónica, en la cual se contrastan dos muestras geográficamente relacionadas.

II.1.1 Muestra

Se seleccionaron dos muestras dentarias pertenecientes a grupos poblacionales de la región andina merideña. La primera muestra está constituida por restos esqueléticos pertenecientes a la época colonial, la segunda es una muestra contemporánea. La muestra inicial estudiada comprendía 960 dientes (540 de la muestra colonial y 420 de la muestra contemporánea). Una vez realizada la primera criba con base en los criterios de inclusión descritos posteriormente, la muestra quedó constituida por 369 dientes (177 dientes de la muestra colonial y 192 dientes de la muestra contemporánea).

II.1.1.1 Criterios de inclusión

Se escogieron como criterios de inclusión los siguientes:

a.- Rango de edades comprendidas entre 18 y 35 años.

Se seleccionó dicho rango etario ya que a los 18 años se encuentran totalmente calcificados los tejidos dentarios y culminada la apicoformación en los grupos dentarios escogidos por lo que la forma de la cámara pulpar y los conductos radiculares se encuentran ya definidos. El rango de edad mayor fue de 35 años ya

que a partir de esta edad comienzan a producirse una serie de cambios en la morfología interna (reducción del tamaño de la cámara pulpar y conductos radiculares), propios del apósito de dentina secundaria debido a las fuerzas masticatorias normales, lo cual altera de manera importante el tamaño y la forma de dichas estructuras.

b.- Dientes con desgaste incisal/oclusal no mayor al grado 3 según la escala de Murphy (1959, en Hillson, 1996; figura 4).

En cuanto al desgaste incisal/oclusal podemos decir, que la forma dental interna se va modificando a medida que va ocurriendo el desgaste progresivo de las superficies incisales y oclusales de los dientes; lo cual se debe básicamente al depósito de dentina secundaria a nivel de cámara pulpar y de conductos radiculares.

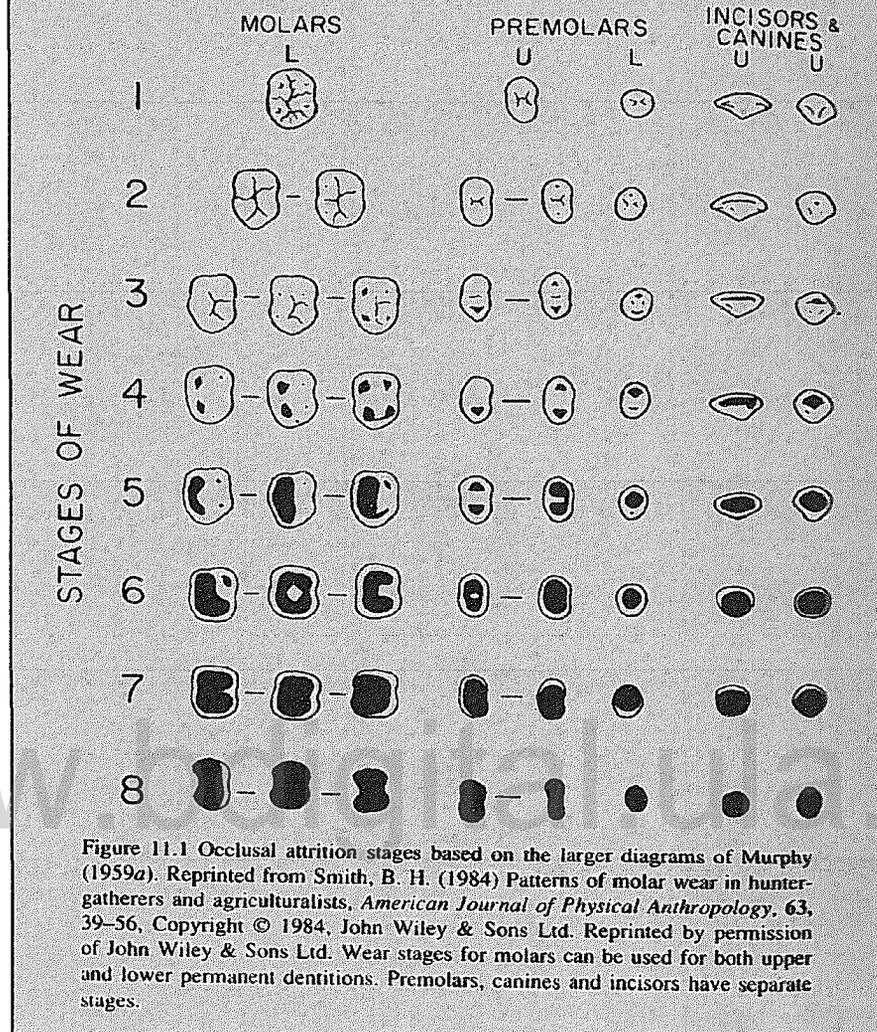


Figura 4. Tabla de desgaste dentario. Murphy (1959), tomado de Hillson, 1996.

c.- Dientes en buen estado de conservación (sin caries, sin fracturas que involucren o afecten la cámara pulpar, con proceso de apicoformación culminado y sin restauraciones metálicas o plásticas extensas). El buen estado de conservación de la muestra seleccionada garantiza la observación adecuada de todo el contorno interno del diente, lo que a su vez se traduce en resultados confiables en cuanto a

la observación y al análisis radiográfico se refiere. En el caso de la muestra contemporánea es necesario resaltar que la ausencia de restauraciones metálicas o plásticas en la muestra escogida, garantiza igualmente una observación confiable y certera de la estructura dental interna.

II.1.III Desarrollo metodológico

Se seleccionaron dos muestras dentarias pertenecientes a grupos poblacionales de la región andina merideña. La primera muestra está constituida por restos esqueléticos pertenecientes a la época colonial (siglos XVII-XIX)¹. Estos restos antropológicos forman parte del contexto funerario identificado dentro del sistema de registro de yacimientos arqueológicos del Museo “Gonzalo Rincón Gutiérrez” de la Universidad de Los Andes con el código MR-206-C. El hallazgo fortuito de los mismos surge de los trabajos de restauración de la Iglesia “Santa Lucía”, localizada en la población de Mucuchíes (cuenca alta del río Chama) durante el año 2003, ordenados por la gobernación del estado y dirigidos por el equipo del arquitecto Gustavo Díaz Spinetti.

En esa ocasión, se removió parte del terreno colindante a la pared lateral izquierda de la iglesia, lo que permitió evidenciar los restos óseos humanos como parte de una antigua necrópolis, sin elementos votivos asociados a los mismos. Ante esa realidad, se solicitó la presencia del Museo Arqueológico de la Universidad de Los Andes para la inspección (Canelón, 2011; lo cual dio como resultado la obtención de las muestras dentarias analizadas en la presente investigación. Dicha muestra

¹El origen y la época de la población colonial a estudiar en la presente investigación se ha ubicado dentro del período histórico de 1601 a 1873 aproximadamente. (Canelón, 2011)

se encuentra depositada en el laboratorio de Anatomía Dentaria y el Centro de investigaciones Odontológicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes.²

La segunda es una muestra contemporánea de dientes extraídos y recolectados de pacientes oriundos de la región merideña que acudieron al servicio odontológico en diferentes ambulatorios del estado, la misma forma parte del acervo investigativo de la Cátedra de Anatomía Dentaria de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Ambas muestras están conformadas por dientes permanentes.

En el maxilar superior se estudiaron los siguientes grupos dentales: incisivos centrales, incisivos laterales, caninos, primeros premolares y primeros molares. En cuanto al maxilar inferior se estudiaron: caninos, segundos premolares, primeros y segundos molares. Cabe destacar que estos grupos dentarios fueron escogidos por ser morfogenéticamente más estables que el resto de los grupos dentarios.

En este estudio se seleccionaron dientes pertenecientes a una hemiarcada, superior e inferior, ya que la asimetría en el sistema dental no existe o es muy baja. Los rasgos dentales presentes en dientes ubicados a ambos lados del maxilar, están regulados por un sistema genético. El no encontrar diferencias de lateralidad demuestra que la información genética es la misma para ambos lados. Sin embargo, esta simetría no siempre es perfecta, en algunos casos el lado izquierdo puede presentar un determinado carácter mientras que su antímero no (Corrucini *et al.*, 2005). En todo caso, lo que sí parece que está parcialmente claro,

²Es necesario acotar, que las muestras provenientes del antiguo cementerio de la población de Mucuchíes forman parte del convenio entre el Museo Arquidiosesano y la Universidad de los Andes establecido en el año 2009 (Canelón, 2011).

con respecto a la simetría de los rasgos dentales, es que no está subordinada a la actividad de genes diferentes.

El sexo no fue un criterio de inclusión para la muestra, debido al bajo dimorfismo sexual que presentan los caracteres no métricos dentales. Los rasgos morfológicos de los dientes no varían, o varían muy poco entre los sexos, así que los estudios con relación al tema pueden ser dirigidos a todas las muestras independientemente de su composición demográfica o sexo, y las comparaciones entre muestras diferentes resultan ser igualmente confiables. (Coppa *et al.*, 1998). Por otro lado, hay que señalar en el caso de la muestra colonial, que asignar sexo a los esqueletos resultó difícil ya que la misma se trabajó como un osario como consecuencia de la manera en la que se recolectaron dichos restos.

Para observar la morfología interna de los dientes seleccionados se tomaron radiografías periapicales a cada uno de los dientes de ambas muestras, empleando para ello películas radiográficas No. 2 de velocidad E, marca Kodak®. (Figura 5).

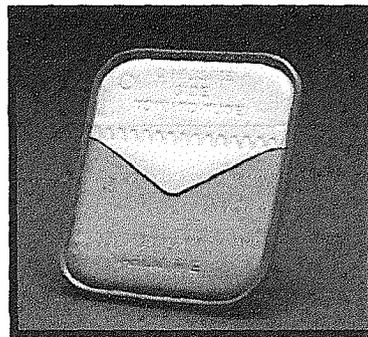


Figura 5. Película radiográfica marca Kodak® No. 2.

Dichos dientes se posicionaron en la película con cera de utilidad para mantener su ubicación estable durante la exposición radiográfica. (Figura 6).

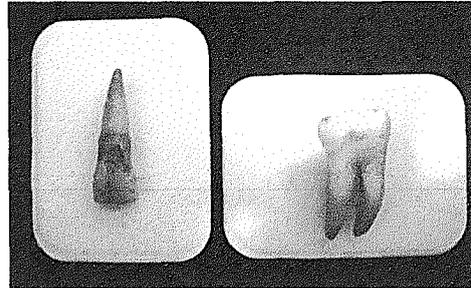


Figura 6. Ubicación de los dientes en las películas radiográficas.

Al momento de la exposición radiográfica el rayo central se dirigió con una angulación perpendicular a la película y al diente con la finalidad de que el objeto radiografiado se proyectara con dimensiones lo más cercanas posibles a su tamaño real. (Figura 7).

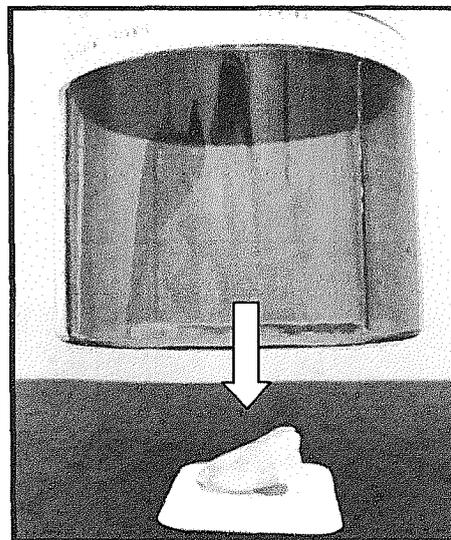


Figura 7. Dirección del rayo central en relación con el diente y con la película radiográfica.

Las radiografías fueron tomadas por un mismo operador y experto en la materia, con la finalidad de estandarizar la técnica y evitar errores humanos que posteriormente pudieran influir en la calidad de las imágenes. Para la toma radiográfica se utilizó un equipo de rayos X intraoral marca Gendex®, modelo GX 770 (Figura 8), empleando un tiempo de exposición para los grupos dentarios anteriores de 28 décimas/seg, y para los posteriores de 32 décimas/seg. Esta diferencia de tiempos de exposición se debe al espesor de los tejidos dentales a ser radiografiados, es decir, en el caso de los dientes anteriores cuyo espesor dental es menor se utilizó un menor tiempo de exposición para obtener una radiografía con calidad diagnóstica, y en el caso de los dientes posteriores, por presentar un mayor espesor de los tejidos, se utilizó un tiempo de exposición mayor.

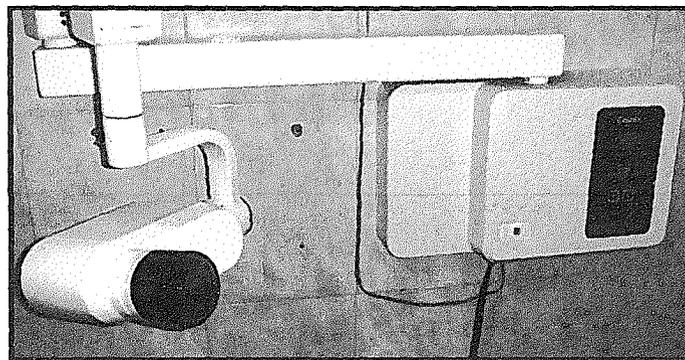


Figura 8. Equipo de rayos X intraoral Gendex®, modelo GX 770.

Posterior a la toma de las radiografías, las mismas fueron reveladas mediante el método visual por un mismo operador con la finalidad de lograr uniformidad en la densidad, el contraste y el detalle de las mismas (Figura 9).

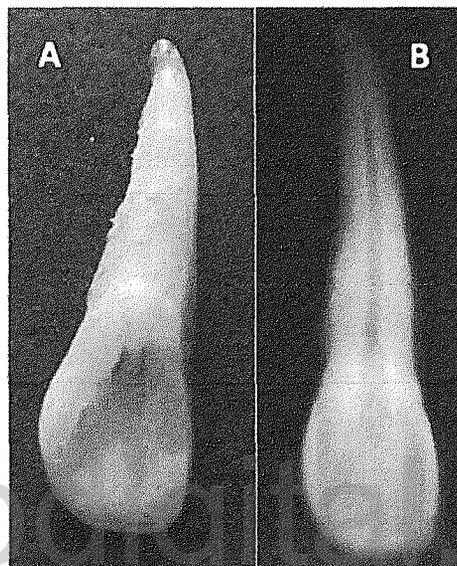


Figura 9. Imagen clínica y radiográfica del incisivo lateral superior
A: Imagen clínica; B: imagen radiográfica

Reveladas las películas, se procedió a su montaje en dispositivos adecuados para su almacenamiento que a la vez facilitaron la respectiva toma fotográfica de las mismas. Las imágenes se tomaron con una lupa Leica S6D con luz halógena incidente conectada a una cámara digital Canon®PowerShotA590 IS a 2 aumentos. Todas las fotografías se tomaron bajo las mismas condiciones de luz y con la misma cámara. Posteriormente fueron digitalizadas con el Adobe Photoshop CS3® (2007, Adobe Systems, Incorporate Systems Ltd.)

Obtenidas las fotografías y procesadas en un computador, se procedió a la observación detallada de cada diente, específicamente de su silueta interna, con

la finalidad de llevar a cabo una segunda criba de los grupos dentarios para dejar en la muestra solo aquellos dientes en donde desde el punto de vista radiográfico se observaran nítidamente el contorno de la cámara pulpar y los conductos radiculares.

Una vez realizada esta observación, la muestra definitiva quedó conformada por los siguientes dientes y grupos dentarios: incisivos centrales superiores, incisivos laterales superiores, segundos premolares inferiores, primeros y segundos molares inferiores; con un total de 154 dientes (muestra colonial: 69 dientes, muestra contemporánea: 85 dientes).

II.I.IV Metodología estadística

La imagen digitalizada de cada diente fue enumerada siguiendo un orden correlativo con la finalidad de facilitar la posterior aplicación del algoritmo llamado análisis generalizado de Procrustes (AGP). El AGP es un análisis en el cual las configuraciones geométricas se superponen de manera óptima utilizando el criterio de los mínimos cuadrados (Bookstein, 1991). Para la aplicación de este método es fundamental la consideración de puntos anatómicos de referencia (LANDMARKS), que son puntos específicos localizados sobre una estructura biológica o una imagen de ella, y que han sido muy utilizados para comparar distintos parámetros morfológicos. Tales comparaciones contienen toda la información sobre la variación biológica de las estructuras estudiadas y a su vez pueden ser usadas directamente para comparar grupos con la ayuda de análisis estadísticos multivariados (Adams *et al.*, 2004). Para comprender este análisis es necesario

tener en cuenta dos conceptos fundamentales: el tamaño isométrico y la conformación biológica o silueta.

Tamaño isométrico

El tamaño isométrico se refiere a la dimensión que matemáticamente se le extrae a la forma, ya que la forma está compuesta por: tamaño isométrico y conformación. No es el tamaño tradicional que se conoce, es decir, por ejemplo si se dice que una persona mide 1,70 mts, ese es su tamaño, y el mismo involucra un conjunto de variables (ambientales y componentes genéticos); que no van implícitas en el tamaño isométrico. Dicho de otra manera, el tamaño isométrico es más una construcción matemática que biológica y no necesariamente captura la variación fisiológica o la genética.

Conformación biológica o silueta

La conformación es la geometría del individuo o de una estructura anatómica, su configuración, su apariencia, su aspecto. Cuando se habla de la conformación se refiere a la silueta, sería el equivalente de tomar una foto y ver el negativo, esta figura que se ve en el negativo es lo que se llama silueta.

En la presente investigación, este algoritmo (AGP) permitió obtener una serie de datos numéricos originados a partir del trazo de puntos de referencia en el contorno interno de la imagen radiográfica de los dientes estudiados. En este sentido, se tomaron como referencia tres PAR tipo 2, según las categorías de Bookstein (1991): dos a nivel de la cámara pulpar y uno a nivel apical, en el caso

de los incisivos centrales superiores, incisivos laterales superiores y segundos premolares inferiores (Figura 10).

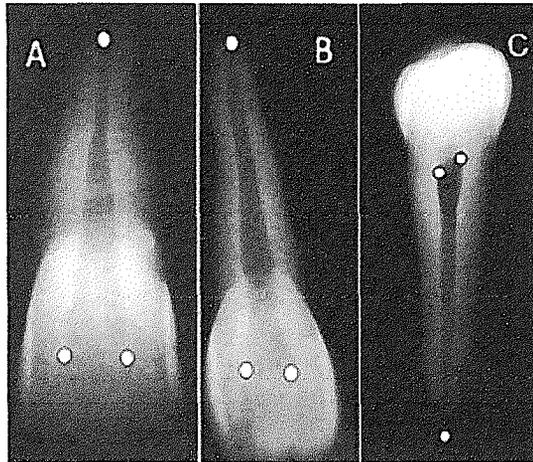


Figura 10. Puntos de referencia en el contorno interno de la imagen radiográfica de los dientes: incisivos centrales superiores, laterales superiores y segundos premolares inferiores

A: PAR utilizados en incisivos centrales superiores; **B:** PAR utilizados en incisivos laterales superiores; **C:** PAR utilizados en segundos premolares inferiores.

En el caso de los primeros y segundos molares inferiores se tomaron cinco PAR tipo 2: tres a nivel de la cámara pulpar y dos a nivel apical. (Figura 11).

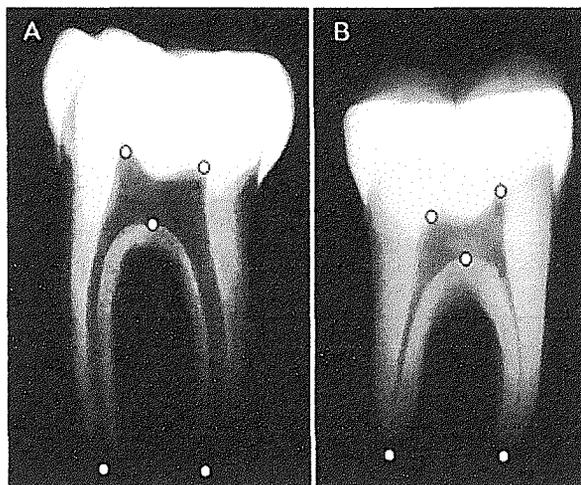


Figura 11. Puntos de referencia en el contorno interno de la imagen radiográfica de los dientes: primeros y segundos molares inferiores

A: PAR utilizados en primeros molares inferiores; **B:** PAR utilizados en segundos molares inferiores.

Cabe destacar que en la presente investigación se consideró utilizar el PAR tipo 2, ya que brindan homología geométrica y pueden ser localizados en varios dientes haciéndolos comparables.³

Obtenida la data respectiva, se aplicaron pruebas no paramétricas para determinar y comparar el tamaño isométrico y la conformación o silueta de los dientes estudiados. Para el análisis del tamaño isométrico se aplicó una prueba no paramétrica, denominada Kruskal-Wallis, con corrección estadística de Bonferroni. Para el análisis de la conformación o silueta se emplearon variables distintas a las del tamaño. Estas variables estadísticas son números de posición en el espacio de los puntos anatómicos de referencia que dan cuenta de la silueta del diente que analizamos. Se compararon estos números a través de un análisis estadístico multivariado llamado MANOVA o MANDEVA (análisis multivariado de la varianza), llamado así porque se toman en cuenta múltiples variables (PAR).

Para graficar los resultados en cuanto a conformación o silueta se refiere, se utilizó el manova CVA, es decir, un análisis multivariado de la varianza tomando en consideración la covarianza.

En la presente investigación se consideraron diferencias estadísticamente significativas un $p < 0,05$.

³En la literatura especializada los PAR se clasifican de la siguiente manera:

Punto Anatómico de referencia tipo I: Es un punto anatómico que resulta de la yuxtaposición de varias estructuras anatómicas, por lo que es de fácil localización y, por lo tanto, es homologable.

Punto Anatómico de referencia tipo II: Es un punto anatómico que se encuentra en el extremo de una convexidad o concavidad, por lo que su localización es geométrica, es menos localizable que el PAR tipo I y carece de homología.

Punto Anatómico de referencia tipo III: Es un punto localizado en una posición extrema con respecto a otro punto de la estructura analizada. Es el tipo de punto con menor facilidad de localización y carece de homología. (Bookstein, 1991).

CAPÍTULO III

III.I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TAMAÑO ISOMÉTRICO

En el gráfico 1 se muestran las medianas y percentiles de los tamaños isométricos de los incisivos centrales superiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tamaño isométrico de los dientes de ambas muestras.

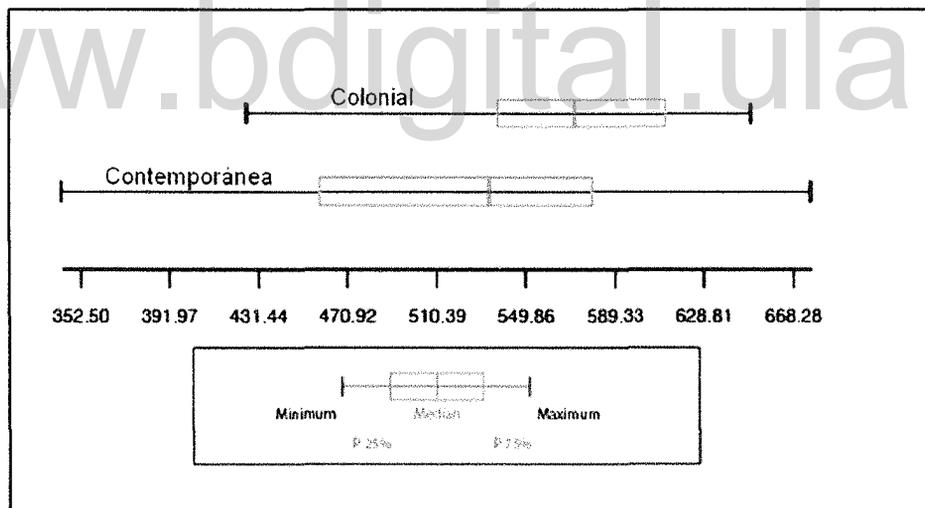


Gráfico 1. Variación del tamaño isométrico en incisivos centrales superiores en población colonial y contemporánea: $p = 0,1081$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

CONFORMACIÓN

En el gráfico 2 se muestran las variaciones de las conformaciones de la configuración geométrica de la cámara pulpar y los conductos radiculares de los incisivos centrales superiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico MANOVA-CVA (o MANDEVA-ACV) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las variables de conformación de los dientes de ambas muestras.

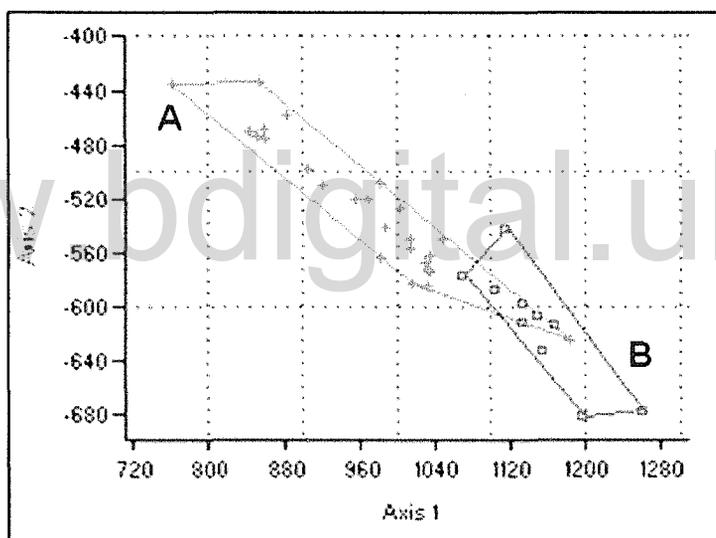


Gráfico 2. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en incisivos centrales superiores en población contemporánea (A) y colonial (B): $p = 0,00009$ (valor de referencia $*p < 0,05$).

TAMAÑO ISOMÉTRICO

En el gráfico 3 se muestran las medianas y percentiles de los tamaños isométricos de los incisivos laterales superiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tamaño isométrico de los dientes de ambas muestras.

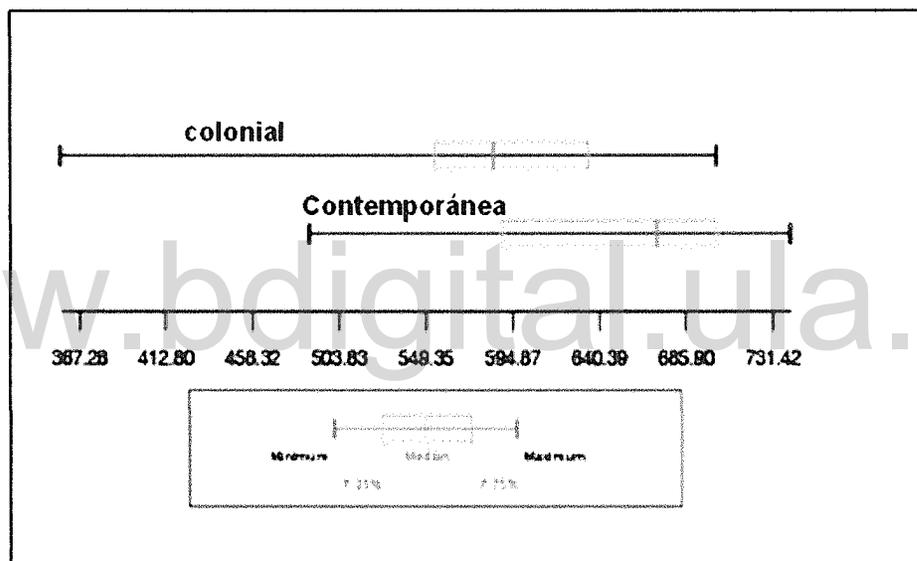


Gráfico 3. Variación del tamaño isométrico en incisivos laterales superiores en población colonial y contemporánea: $p = *0,007$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

CONFORMACIÓN

En el gráfico 4 se muestran las variaciones de las conformaciones de la configuración geométrica de la cámara pulpar y los conductos radiculares de los incisivos laterales superiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico MANOVA-CVA (o MANDEVA-ACV) se

encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las variables de conformación de los dientes de ambas muestras.

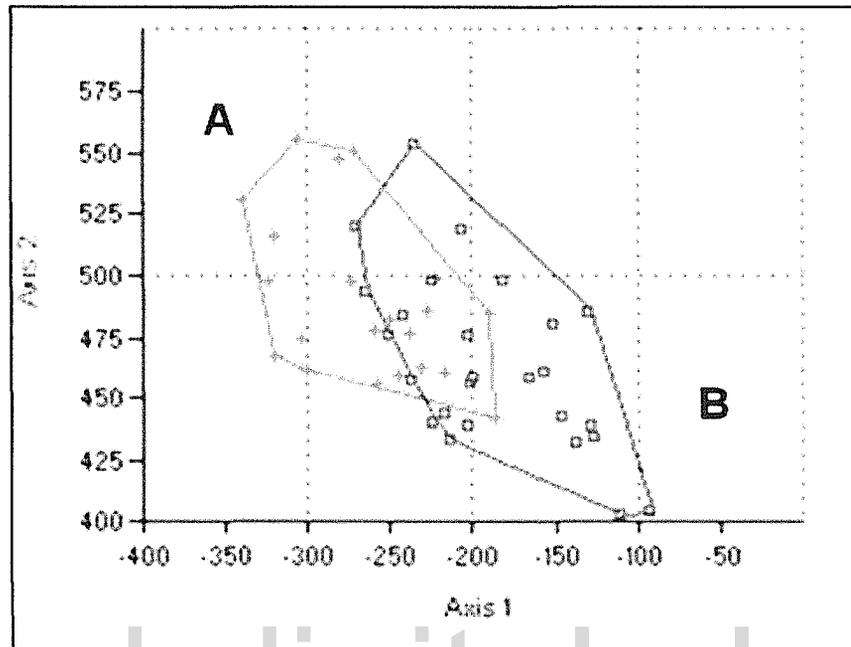


Gráfico 4. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en incisivos laterales superiores en población contemporánea (A) y colonial (B): $p = *0,0001$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

TAMAÑO ISOMÉTRICO

En el gráfico 5 se muestran las medianas y percentiles de los tamaños isométricos de los segundos premolares inferiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tamaño isométrico de los dientes de ambas muestras.

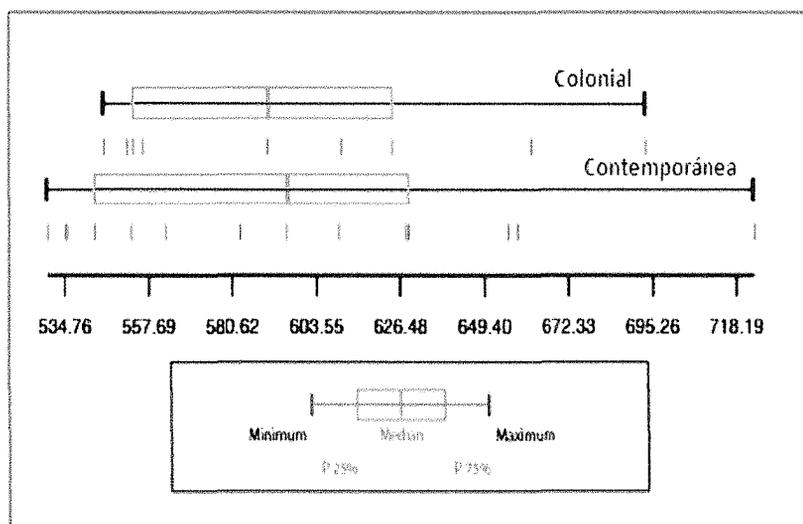


Gráfico 5. Variación del tamaño isométrico en segundos premolares inferiores en población colonial y contemporánea: $p = 0,7$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

CONFORMACIÓN

En el gráfico 6 se muestran las variaciones de las conformaciones de la configuración geométrica de la cámara pulpar y los conductos radiculares de los segundos premolares inferiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico MANOVA-CVA (o MANDEVA-ACV) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las variables de conformación de los dientes de ambas muestras.

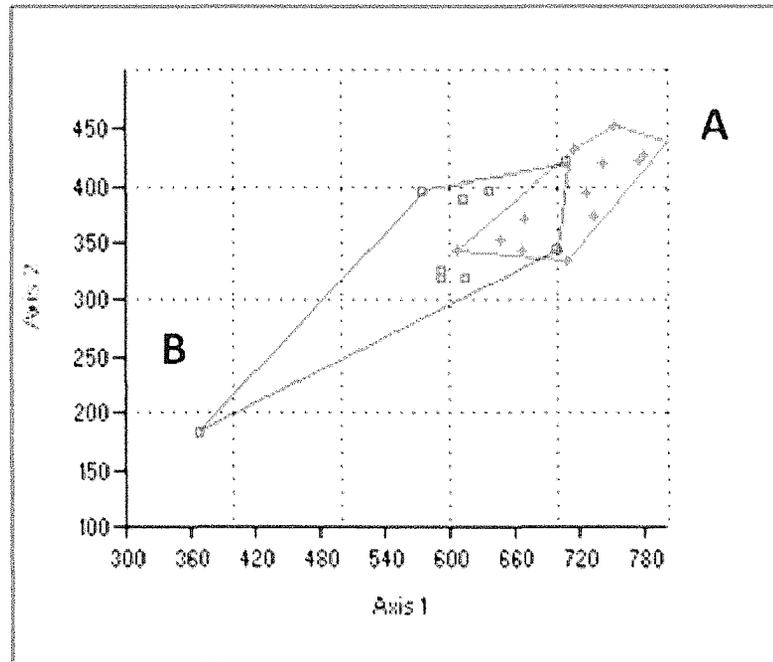


Gráfico 6. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en segundos premolares inferiores en población contemporánea (A) y colonial (B): $p = *0,0295$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

www.bdigital.ula.ve

TAMAÑO ISOMÉTRICO

En el gráfico 7 se muestran las medianas y percentiles de los tamaños isométricos de los primeros molares inferiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tamaño isométrico de los dientes de ambas muestras.

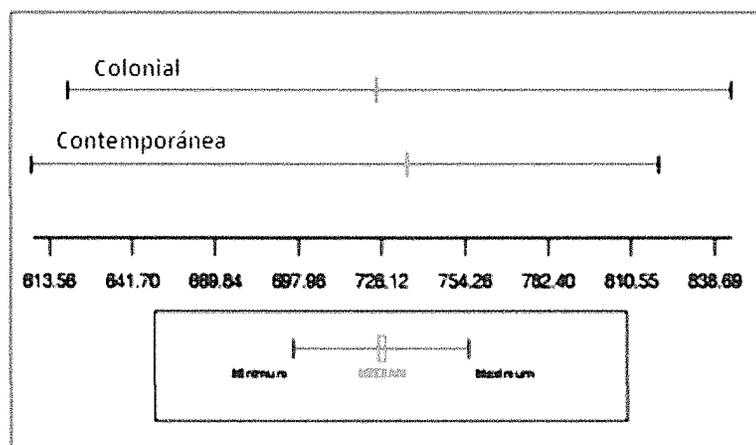


Gráfico 7. Variación del tamaño isométrico en primeros molares inferiores en población colonial y contemporánea: $p = 0,9$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

CONFORMACIÓN

En el gráfico 8 se muestran las variaciones de las conformaciones de la configuración geométrica de la cámara pulpar y los conductos radiculares de los primeros molares inferiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico MANOVA-CVA (o MANDEVA-ACV) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las variables de conformación de los dientes de ambas muestras.

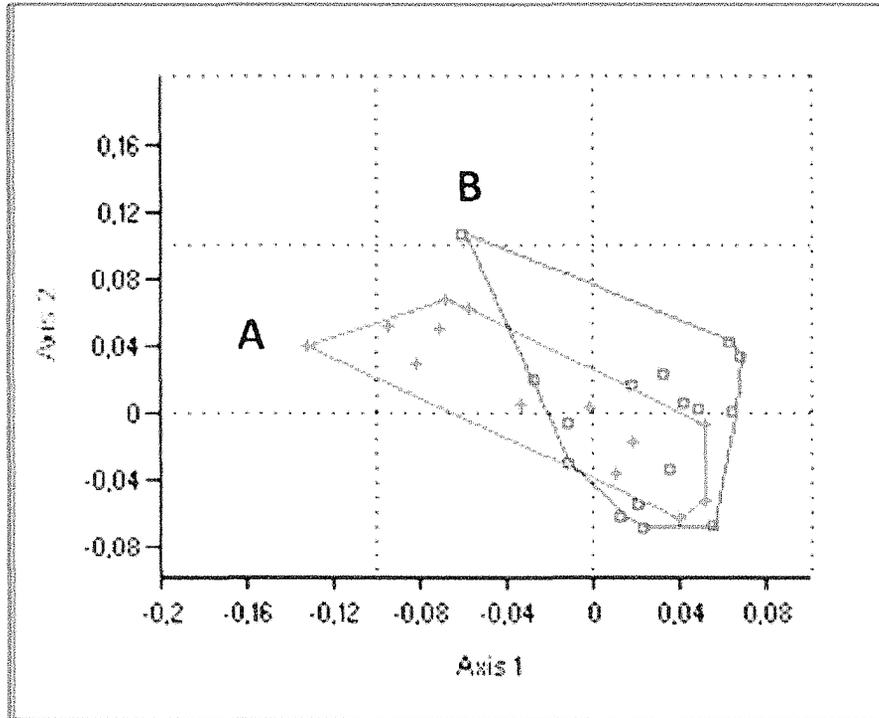


Gráfico 8. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en primeros molares inferiores en población contemporánea (A) y colonial (B): $p = 0,3085$ (valor de referencia $*p < 0,05$).

TAMAÑO ISOMÉTRICO

En el gráfico 9 se muestran las medianas y percentiles de los tamaños isométricos de los segundos molares inferiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tamaño isométrico de los dientes de ambas muestras.

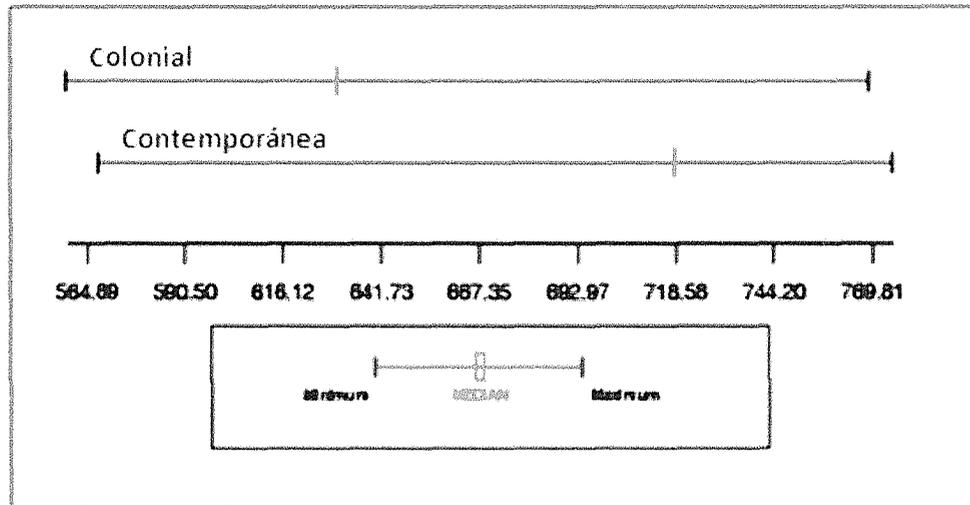


Gráfico 9. Variación del tamaño isométrico en segundos molares inferiores en población colonial y contemporánea: $p = *0,03724$ (valor de referencia $*p < 0.05$).

CONFORMACIÓN

En el gráfico 10 se muestran las variaciones de las conformaciones de la configuración geométrica de la cámara pulpar y los conductos radiculares de los segundos molares inferiores correspondientes a los grupos colonial y contemporáneo. Mediante el estadístico MANOVA-CVA (o MANDEVA-ACV) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las variables de conformación de los dientes de ambas muestras.

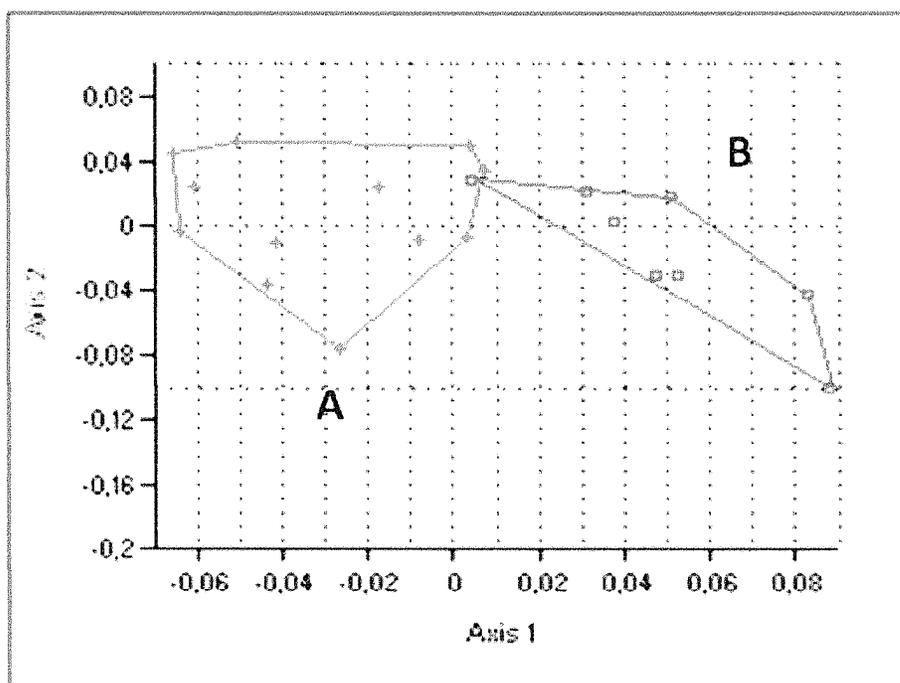


Gráfico 10. Gráfico MANOVA-CVA de las variables de conformación en segundos molares inferiores en población contemporánea (A) y colonial (B): $p = *0,001774$ (valor de referencia $*p < 0,05$).

En nuestra investigación no se relacionó la constitución genética de los individuos que componen una población sino que se compararon variables de tamaño y conformación de grupos dentales cuya expresión morfológica puede estar guiada genéticamente, ya que resultaría difícil trazar relaciones filogenéticas concluyentes entre una población y otra tomando sólo como referencia los datos dentales, lo cual no quiere decir que no existan relaciones filogenéticas entre las poblaciones estudiadas.

Dentro de este contexto, los resultados obtenidos en el presente estudio son suficientemente claros como para proponer determinados dientes como posibles marcadores biológicos para establecer diferencias entre las poblaciones

analizadas. En este sentido, los incisivos laterales superiores y segundos molares inferiores fueron los únicos grupos dentales donde se observaron diferencias estadísticas significativas tanto en el tamaño isométrico como en la conformación interna o silueta.

Por otra parte, los resultados obtenidos en algunos grupos dentarios podrían evidenciar que los determinantes genéticos para el tamaño no son los mismos que para la conformación, ya que no viéndose afectado el tamaño sí se vio afectada la conformación o viceversa; es decir, que las poblaciones pueden cambiar genéticamente una variable sin que cambie la otra; tal es el caso de los incisivos centrales superiores y segundos premolares inferiores donde se observaron cambios en la conformación interna pero no en el tamaño isométrico.

La conformación interna es un fenotipo muy complejo, ya que las conformaciones biológicas están determinadas multigénicamente, es decir, están implicadas múltiples regiones del genoma humano.

Por el contrario, el tamaño isométrico es un rasgo que cambia más rápidamente, lo que implica procesos adaptativos de menor tiempo, es decir, deben pasar menos generaciones para que ocurran cambios importantes en dicho rasgo.

Esto permite suponer que de haber diferencias de conformación estas serían resultantes de adaptaciones desarrolladas en tiempos prolongados a necesidades medioambientales diferentes (Ridley, 1996).

En síntesis, en la presente investigación los resultados arrojados demuestran que al haber diferencias estadísticamente significativas tanto en el tamaño isométrico como en la conformación interna entre incisivos laterales superiores y segundos molares inferiores de una población colonial y otra contemporánea posiblemente

estamos en presencia de dos poblaciones no relacionadas biológicamente e influenciadas por factores genéticos y medio ambientales. Estos resultados definen a ambos grupos dentarios ideales por lo menos para comparar estas poblaciones y realizar posibles estudios filogenéticos humanos.

Así mismo se hace necesario destacar el hecho de que las diferencias estadísticamente significativas conseguidas en el presente estudio, se dan entre dientes de diferentes grupos dentales (anterior y posterior), es decir, se presentaron en dientes que poseen funciones y ubicaciones distintas en los maxilares, lo cual resalta la importancia de los resultados obtenidos en esta investigación, ya que coincide con el punto de vista genético en donde existe un control de las estructuras dentales a partir de varios tipos de genes (Frazier-Bowers *et al.*, 2002), que dependiendo de la función del diente y del acervo hereditario de la población caracterizan al sistema dental.

Por otro lado, con los resultados obtenidos en la presente investigación se tiene información más clara del comportamiento morfométrico interno de determinados dientes que pueden utilizarse como marcadores entre una población y otra; teniendo en cuenta, en nuestro caso, el tamaño y la conformación interna o silueta del diente como unidad de estudio. Martínón *et al.*, (2006), en un estudio realizado tomando como referencia la morfología externa en segundos premolares inferiores en diferentes taxones de homínidos y aplicando la metodología de los landmarks, encontraron variabilidad en la disposición de las cúspides y el contorno de estos dientes, demostrando la utilidad de esta metodología en los estudios filogenéticos de diferentes géneros y especies.

Pérez y Murzi (2010), en un trabajo realizado en la misma área geográfica, empleando la misma metodología y una de las poblaciones del presente estudio (colonial), encontraron diferencias significativas en cuanto a tamaño isométrico y conformación externa de la corona de los primeros molares inferiores (36) entre esta población y modelos de estudio de una población contemporánea de la zona andina merideña, demostrando la utilidad de la metodología empleada para el estudio filogenético de poblaciones humanas recientes.

Dentro de este contexto, es necesario acotar lo siguiente: en el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni en el tamaño isométrico ni en la conformación interna de este diente, lo que contradice en parte lo establecido en la teoría del campo morfogenético en cuanto a las relaciones filogenéticas entre las poblaciones. Al respecto, el 36 se considera un diente estable, lo que supondría que al encontrarse diferencias en cuanto a tamaño y conformación externa deberían existir diferencias también en lo interno.

De igual manera los resultados obtenidos en cuanto al grupo incisivo contradice la propuesta del campo morfogenético, ya que las diferencias se observaron en incisivos laterales y no en centrales.

Histomorfogenéticamente, el contorno del tejido pulpar coincide con el perfil externo del diente, es decir, el contorno de la cámara pulpar se corresponde con la forma de la corona, mientras que el contorno de los conductos radiculares concuerda con las raíces del diente (Nelson y Ash, 2009), lo que supondría que al existir variabilidad en la morfología externa de un diente pudieran existir diferencias también en la morfología interna, ya que histológicamente al formarse los distintos tejidos dentales desde la periferia hacia el interior del diente, esa

misma forma externa se repite en negativo internamente. Desde el punto de vista anatómico esto puede ser debido a la variabilidad en cuanto a la odontometría que presentan estos grupos dentales. Autores como: Kraus *et al.* (1972), Ash (2004), Figun y Garino (2007), Diamond (1991), entre otros, refieren diferencias odontométricas en las distintas dimensiones dentarias (mesiodistal, vestibulopalatina, cervicoincisal, y longitud radicular), lo que concuerda con la variabilidad morfológica interna encontrada en estos grupos en la presente investigación.

Finalmente, desde el punto de vista filogenético y a pesar de que los resultados arrojaron diferencias estadísticamente significativas en solo dos dientes pertenecientes a dos grupos dentales, se estaría corroborando la hipótesis planteada en la presente investigación. Dentro de este contexto, es posible pensar que se trata de poblaciones que han mantenido diferencias en cuanto a las frecuencias genotípicas y fenotípicas a lo largo del poblamiento histórico en el área andina merideña; así mismo es posible pensar en un cierto grado de aislamiento geográfico que mantuvo, especialmente, la población colonial de Mucuchíes a lo largo del tiempo.

Por otro lado, y con respecto a esta última población, también es posible pensar en un cierto grado de mestizaje que se pudo haber dado entre la población originaria y la población colonizadora europea. Al respecto, autores como Celis (1994) y, Gordones y Meneses (2005), sugieren que en la población de Mucuchíes, el sustrato indígena que encontraron los españoles era considerable,

es decir, la población era numerosa, llegando a constituirse como uno de los centros más poblados al momento del contacto.

Por otra parte, las evidencias arqueológicas encontradas (presencia de restos cerámicos) en el cementerio colonial de Mucuchíes parecen indicar una gradual ocupación de este sitio desde la época prehispánica hasta el momento del contacto. Así mismo, según comunicación personal sostenida con el antropólogo físico Dr. Juan Román Berrelleza, en una visita realizada en el año 2009 al museo arqueológico Gonzalo Rincón Gutiérrez y a la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, este pudo constatar en el análisis realizado de manera directa sobre los restos óseos provenientes del cementerio colonial, rasgos morfológicos característicos de las poblaciones originarias americanas. Por otro lado, Febres Cordero (1991) detalla en su libro *Procedencia y lengua de los aborígenes de los Andes venezolanos*, la presencia de mintoyes (cámaras subterráneas) en el año de 1907 en los terrenos aledaños a la plaza Bolívar de Mucuchíes, lo que estaría reforzando lo señalado anteriormente.

De igual manera, los rasgos dentales analizados hasta el presente en esta población permiten suponer una presencia considerable de individuos de ascendencia mongoloide. En consecuencia, es factible presumir que entre estos dos grupos humanos (originario y europeo), se pudo haber dado un cierto grado de mestizaje, el cual puede ser responsable de la variabilidad morfológica interna encontrada en estos dientes en esta población, la cual a su vez difiere de la encontrada en la población contemporánea.

CAPÍTULO IV

IV.1 CONCLUSIONES

- El estudio de la variabilidad morfológica interna en las muestras poblacionales estudiadas confirma las posibles diferencias biológicas que se dan en las poblaciones colonial y contemporánea a partir del análisis de este rasgo dental.
- El estudio de la variabilidad morfológica interna permitió determinar que por lo menos en tres de los cinco dientes estudiados se observan posibles relaciones filogenéticas entre las poblaciones en cuestión.
- Por otro lado, en dos dientes se pueden observar diferencias filogenéticas entre las poblaciones.

IV.II RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el estudio realizando una comparación de los resultados obtenidos en la presente investigación con la conformación externa de los dientes estudiados, con la finalidad de establecer correlaciones entre la morfología interna y la externa.
- Se recomienda realizar un estudio similar en otras poblaciones con la finalidad de comparar los resultados con los obtenidos en la presente investigación.

www.bdigital.ula.ve

IV.III BIBLIOGRAFÍA

- Adams, D. & Funk, D. (1997). Morphometric inferences on sibling species and sexual dimorphism in *Neochlamisus bebbianae* leafbeetles: Multivariate applications of the thin-plate splines. *Syst. Biol*, 46, 180-194.
- Adams, D., Slice, F. & Rohlf, J. (2004). Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution'. *Ital. J. Zool*, 71, 5-16.
- Alavi, A., Opananon, A., & Gulabivala, K. (2002). Root canal morphology of Thai maxillary molars. *Int Endod J*, 35, 478-485.
- Alt, K. W. & Türp, J. C. (1998). Hereditary Dental Anomalies. En *Dental anthropology, fundamentals, limits, and prospects*. Edited by: Alt, K., Rösing, F. & Teschler, N. New York: Springer Wien Press. pp. 95-128.
- Arias J. (2002). *El estrés en las sociedades humanas: una perspectiva de ecología humana*. Tesis de grado (magíster). Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del I.P.N., Mérida, Yucatán.
- Arsuaga, J. L. (2000). *El collar del Neanderthal. En busca de los primeros pensadores*. Nuevas ediciones de bolsillo, S.L. Barcelona, España: 405 pp.
- Arsuaga, J. L. y Martínez, I. (2001). *La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana*. Ediciones Temas de Hoy. Madrid, España: 342 pp.
- Ash, N. y Nelson, S. (2004). *Wheeler: Anatomía, fisiología y oclusión dental*. 8ª edición, Elsevier Science, Madrid, España: 514 pp.
- Bailey, S. E. & Hublin J. J. (2005). Who made the Early Aurignacian. A reconsideration of the Brassempouy dental remains. *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 17, 115-121.
- Bailey, S. E. & Hublin, J. J. (2006). Dental remains from the Grotte du Renne at Arcy-sur-Cure (Yonne). *Journal of Human Evolution*, 50, 485-508.
- Bailey, S.E. & Lynch, J. M. (2005). Diagnostic differences in mandibular P4 shape between Neandertals and anatomically modern humans. *American Journal of Physical Anthropology*, 126, 268-277.
- Bailey, S. E. (2006). The evolution of non-metric dental variation in Europe. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 15, 9-30.
- Bermúdez de Castro, J. M. (2002). *El chico de la Gran Dolina. En los orígenes de lo humano*. Barcelona, España: Editorial Crítica, Drakontos. 293 pp.
- Bernstein R., y Bernstein S. (1998). *Biología*. 10ª edición. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Mc Graw-Hill Interamericana, S.A.
- Bookstein F. (1991). *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 435pp.
- Boyd, R. y Silk, J. (2001). *Cómo evolucionaron los humanos*. Ariel Ciencia., Provença. Barcelona, España: Editorial Ariel, S.A. 624 pp.

- Burnie, D. (2000). *Qué sabes de evolución*. Ediciones B. Hong Kong: Ivy press limited. 192 pp.
- Canelón, M. (2011). *La paleodontopatología a través de un prisma etnológico: estudio basado en evidencias recabadas en restos humanos del "Antiguo cementerio" de Mucuchíes (1601 a 1873). Municipio Rangel, estado Mérida*. Trabajo de grado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Carbonell, E. y Bermúdez de Castro, J.M. (2004). *Atapuerca Perdidos en la colina: la historia humana y científica del equipo investigador*. Barcelona, España, Ediciones Destino, S.A.: pp. 404-431.
- Celis, P. (1994). *Mérida, ciudad de águilas*. Tomo II. Mérida, Venezuela: Editorial Ex libris.
- Clarac de Briceño, J. (1976). *La cultura campesina en los Andes venezolanos*. Colección Mariano Picón Salas. Mérida, Venezuela: 180 pp.
- Clarac de Briceño, J. (1981). *Dioses en exilio*. Col. Rescate 2. Caracas, Venezuela: Fundarte.
- Clarac de Briceño, J. (1985). *La persistencia de los dioses*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela: Ediciones Bicentenario.
- Clarac de Briceño, J. (1996). *Mérida a través del tiempo: los antiguos habitantes y su eco cultural*. Mérida, Venezuela: Talleres Gráficos de la Universidad Los Andes. 419 pp.
- Clemens, W.A. (2004). Purgatorius (plesiadapiformes, primates, mammalia), a Paleocene immigrant to north eastern Montana: stratigraphic occurrences and incisor proportions. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 36 (1): 3-13.
- Coppa, A., Cucina, A., Mancinelli, D., Vargiu, R. & Calcagno, J.M. (1998). Dental Anthropology of Central-Southern Iron Age Italy: The Evidence of metric Versus Nonmetric Traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 107, 371-386.
- Coppa, A., Cucina, A., Mancinelli, D., Vargiu, R. y Calcagno, J. (1998). Dental Anthropology of Central-Southern, Iron Age Ital: The Evidence of Metric Versus Nonmetric Traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 107, 371-386.
- Coppa, A., Dicintip, F., Vargiu, R., Lucci, M. y Cucina, A. (2001). Morphological dental traits to reconstruct phenetic relationships between Late Pleistocene-Ancient Holocene human groups from Eurasia and North Africa. *American Journal of Physical Anthropology*, (suppl) 32, 54.
- Coppa, A., Cucina, A., Lucci, M., Mancinelli, D. & Vargiu, R. (2007). Origins and Spread of Agriculture in Italy: A Nonmetric Dental Analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 918-930.

- Corruccini, R.S., Townsend, G.C. & Schwerdt, W. (2005). Correspondence Between Enamel Hypoplasia and Odontometric Bilateral Asymmetry in Australian Twins. *American Journal of Physical Anthropology*, 126, 177-182.
- Cucina, A., Vega, E., Ramírez, M., Cardenas, A. & Tiesler, V. (2008). Morphology of Root and C-Shape Canal in Prehispanic and Modern Maya Groups from Northern Yucatan. *Dental Anthropology*, 21, 46-49.
- Da Silva, A.G. (2002). *Antropología Funerária e Paleobiologia das Populações Portuguesas (Litorais) do Neolítico Final/Calcolítico*. Tesis doctoral, Universidad e de Coimbra, Portugal.
- Dahlberg, A. A. (1949). The dentition of the American Indian. En W. S. Laughlin (ed). *The physical anthropology of the American Indian*. New York: Viking Fund. pp. 138-176.
- Das, P., Stockton, D.W., Bauer, C., Shaffer, L.G., D'Souza, R.N., Wright, T. & Patel, P.I. (2002). Haploinsufficiency of PAX9 is associated with autosomal dominant hypodontia. *Human Genetics*, 110(4), 371-376.
- Diamond, M. (1991). *Anatomía dental*. (3ª. Edición). México, DF.: UTEHA, Editorial Limusa, S.A. 492 pp.
- Dujardin, J. y Caro, R. (2005). La Morfometría Geométrica como una herramienta en los estudios epidemiológicos de la enfermedad de Chagas. VIII Curso Internacional: Ecoepidemiología de la enfermedad de Chagas y métodos para su estudio.
- Febres, T. (1991). Procedencia y lengua de los aborígenes de los Andes venezolanos. Obras completas. Tomo I. (2ª. edición). Táchira, Venezuela: Talleres de litografía Lila, C.A. 275 pp.
- Felszeghy, S., Módis, L., Németh, P., Nagy, G., Zelles, T., Agre, P., Laurikkala, J., Fejerskov, O., Thesleff, I. & Nielsen, S. (2004). Expression of aquaporin isoforms during human and mouse tooth development. *Archives of Oral Biology*, 49(4): 247-257.
- Ferrier, D. & Minguillón, C. (2003). Evolution of the Hox/ParaHox gene clusters. *International Journal of Developmental Biology*, 47, 605-611.
- Figun, M. y Garino, R. (2007). *Anatomía odontológica funcional y aplicada*. (2ª impresión de la 11ª reimpresión). Buenos Aires, Argentina: Editorial El Ateneo. 520 pp.
- Frazier-Bowers, S., Guo, D., Cavender, A., Xue, L., Evans, B., King, T., Milewicz, D. & D'Souza, R. (2002). A novel mutation in human PAX9 causes molar oligodontia. *Journal of Dental Research*, 81(2), 129-133.
- García, S.C. (1997). Estudio comparativo de patrones oclusales en molares inferiores en poblaciones prehispanicas y actuales de zonas andinas venezolanas: Mucuchíes y Lagunillas de Mérida. *Boletín Antropológico. ULA-CIET*, 40, 94-115.

- Gauthier, J., Kluge, A. G. & Rower, T. (1998). Amniote phylogeny and the importance of fossils. *Cladistics*, 4, 105-209.
- Geneser, F. (1996). Histología. (2ª. Edición). México D.F.: Editorial Médica Panamericana, S.A.
- Goaz, P. y White, S. (1995). Radiología oral. Principios e interpretación. (3ª. edición. Madrid. España: Mosby / Doyma Libros S.A.
- González, J.R. (2003). *El poblamiento de la Patagonia. Análisis de la variación craneofacial en el contexto del poblamiento americano*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Gordones, G y Menese, s L. (2005). *Arqueología de la cordillera andina de Mérida*. Mérida, Venezuela: Editorial Venezolana C.A.
- Gould, S.J. (2006). El pulgar del panda. Colección Drakontos. Barcelona, España: Crítica. 383 pp.
- Graber, T.M., Vanarsdall, R. y Vig, K. (2006). *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales*. (4ª edición). España: Elsevier, S.A. 1232 pp.
- Guatelli-Steinberg, D. & Reid, D. (2008). What molars contribute to an emerging understanding of lateral enamel formation in Neandertals vs. modern humans. *Journal of Human Evolution*, 54, 236-250.
- Guatelli-Steinberg, D., Irish, J.D. & Lukacs, J.R. (2001). Canary Island - North African population affinities: Measures of divergence based on dental morphology. *Homo*, 52, 173-188.
- Gulabivala, K., Aung, T. H., Alavi A., & Ng, Y. L. (2001). Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. *IntEndod J*, 34, 359-370.
- Haneji, K., Hanihara, T., Sunakawa, H., Toma, T. & Ishida, H. (2007). Non-metric dental variation of Sakishima Islanders, Okinawa, Japan: a comparative study among Sakishima and neighboring populations. *Anthropological Science*, 115, 35-45.
- Hanihara, T. (2008). Morphological variation of major human populations based on nonmetric dental traits. *American Journal of Physical Anthropology* (abstract), 136(2), 169-182.
- Haring, J. y Ling, L. (1997). *Radiología dental. Principios y técnicas*. México, D.F.: Mc Graw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Harris, E.J., Ponitz, P.V. e Ingalls, B.K. (1998). Dental health in Ancient Egypt. En A. Cockburn, E. Cockburn & Th. A. Reyman (eds). *Mummies, Disease and Ancient Cultures*. (2ª Ed., pp. 59-68). Cambridge University Press.
- Heather, E. (2005). Prediction of race using characteristics of dental morphology. *Journal of Forensic Sciences*, 50(2), 269-73.
- Heather, E. (2007). Microevolution of African American Dental Morphology. *American Journal of Physical Anthropology*, 132: 535-544.
- Hillson S. 1996. *Dental Anthropology*. Cambridge University Press. 373pp.

- Hlusko, L.J. (2004). Integrating the genotype and phenotype in hominid paleontology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101 (9), 2653-2657.
- Hoenigsberg H. 1992. *Genética de poblaciones*. Instituto de Genética, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia: Editorial Géminis. 430 pp.
- Irish, J. D. (2000). The Iberomaurusian enigma: North African Progenitor or dead end? *Journal of Human Evolution*, 39(4), 393-410.
- Irish, J. D. (2005). Population continuity vs. discontinuity revisited: dental affinities among late Paleolithic through Christian-era Nubians. *American Journal of Physical Anthropology*, 128(3), 520-35.
- Irish, J.D. (1997). Characteristic high- and low-frequency dental traits in Sub-Saharan African populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 102, 455-467.
- Irish, J.D. (1998a). Ancestral dental traits in recent Sub-Saharan Africans and the origins of modern humans. *Journal of Human Evolution*, 34, 81-98.
- Irish, J.D. (1998b). Diachronic and synchronic dental trait affinities of Late and post-Pleistocene peoples from North Africa. *Homo*, 49, 138-155.
- Irish, J.D. (2006). Who were the ancient Egyptians? Dental affinities among Neolithic through post-dynastic samples. *American Journal of Physical Anthropology*, 129, 529-543.
- Irish, J.D. & Guatelli-Steinberg, D. (2003). Ancient teeth and modern human origins: an expanded comparison of African Plio-Pleistocene and recent world dental samples. *Journal of Human Evolution*, 45, 113-144.
- Irish, J.D. & Königsberg, L. (2007). The ancient inhabitants of Jebel Moyaredux: Measures of population affinity based on dental morphology. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17, 138-156
- Jernvall, J. (2000). Linking development with generation of novelty in mammalian teeth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(6), 2641-2645.
- Jordana, X.C. (2007). *Characterització i evolució d'una comunitat medieval catalana: Estudi bioantropològic de les inhumacions de les Esglésies de Sant Pere*. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Kaifu, Y., Baba, H., Aziz, F., Indriat, E., Schrenk, F. & Jacob, T. (2005). Taxonomic Affinities and Evolutionary History of the Early Pleistocene Hominids of Java: Dentognathic Evidence. *American Journal of Physical Anthropology*, 128(4), 709-726.
- Kenneth, S.A. (2004). *Dental analysis of classic period population variability in the Maya area*. (Thesis Doctoral) Office of Graduate Studies of Texas A&M, University of Texas, Texas.
- Kieser, J. A., Bernal, V., Waddell, J. N. & Raju, S. (May 2007). The Uniqueness of the Human Anterior Dentition: A Geometric Morphometric Analysis. *Journal Forensic Sci*, 52 (3).

- Kono, R.T. (2004). Molar enamel thickness and distribution patterns in extant great apes and humans: new insights based on a 3-dimensional whole crown perspective. *Anthropological Science*, 112, 121-146.
- Kraus, B. S., Jordan, R. E. y Abrams, L. (1972). *Anatomía dental y oclusión: un estudio del sistema masticatorio*. México, DF.: Nueva Editorial Interamericana, S.A. 318 pp.
- Larsen, C. S. (1997). *Bioarchaeology: Interpreting behavior from the human skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lisi, S., Peterková, R., Kristenová, P., Vonesch, J., Peterka, M. & Lesot, H. (2001) Crown Morphology and Pattern of Odontoblast Differentiation in Lower Molars of Tabby Mice. *Journal Dental Research*, 80(11), 1980-1983.
- Lovell, N. & Haddow. (2006). Nonmetrical analysis of the permanent dentition of Bronze Age Tell Leilan, Siria. *International Journal of Dental Anthropology*, 9, 1-10.
- Lukacs, J.R., Hemphill, B.E. & Walimbe, S.R. (1998). Are Mahars autochthonous inhabitants of Maharashtra?: A study of dental morphology and population history in South Asia. En J. R. Lukacs (Ed.) *Human Dental Development, Morphology, & Pathology: A Tribute to Albert A. Dahlberg*. (pp.119 - 153). University of Oregon Press,
- Maas, R. y Bei, M. (1997). The genetic control of early tooth development. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 8(1), 4 -39.
- Manabe, Y., Kitagawa, Y., Oyamada, J., Igawa, J., Kato, K., Kikuchi, N., Maruo, H., Kobayashi, S. & Rokutanda, A. (2008). Population history of the northern and central Nansei Islands (Ryukyu island arc) based on dental morphological variations: gene flow from North Kyushu to Nansei Islands. *Anthropological Science*, 116(1), 49-65.
- Manabe, Y., Oyamada, J., Kitagawa, Y., Rokutanda, A., Kato, K. & Matsushita, T. (2003). Dental Morphology of the Dawenkou Neolithic Population in North China: implications for the origin and distribution of Sinodonty. *Journal of Human Evolution*, 45, 369-380.
- Manzi, G., Santandrea, E. & Passarello, P. (1997). Dental size and shape in the Roman Imperial Age: two examples from the area of Rome. *American Journal of Physical Anthropology*, 102, 469-479.
- Marivaux, L., Welcomme, J.L., Antoine, P.O., Métais, G., Baloch, I.M., Benammi, M., Chaimanee, Y., Ducrocq, S. & Jaeger, J.J. (2001). A Fossil Lemur from the Oligocene of Pakistan. *Science*, 294, 587-591.
- Martinón-Torres, M., Bastir, M., Bermúdez de Castro, J. M., Gómez, A., Sarmiento, S. Muela, A. & Arsuaga, J. L. (2006). Hominin lower second premolar morphology: evolutionary inference through geometric morphometric analysis. *Journal of Human Evolution*, 50, 523-533.

- Martinón-Torres, M., Bermúdez de Castro, J. M., Gómez-Robles, A., Arsuaga, J. L., Carbonell, E., Lordkipanidze, D., Manzi, D. & Margvelashvili, A. (2007). Dental evidence on the hominin dispersals during the Pleistocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33), 13279-13282.
- Masuya, H., Shimizu, K., Sezutsu, H., Sakuraba, Y., Nagano, J., Shimizu, A., Fujimoto, N., Kawai, A., Miura, I., Kaneda, H., Kobayashi, K., Ishijima, J., Maeda, T., Gondo, Y., Noda, T., Wakana, S. & Shiroishi, T. (2005). Enamelin (Enam) is essential for amelogenesis: ENU-induced mouse mutants as models for different clinical subtypes of human amelogenesis imperfecta (AI). *Human Molecular Genetics*, 14, 575-583.
- Matsumara, H. (2007). Non-metric dental trait variation among local sites and regional groups of the Neolithic Jomon period, Japan. *Anthropological Science*, 115, 25-33.
- Matsumara, H. & Hudson, M. (2005). Dental perspectives on the population history of Southeast Asia. *American Journal of Physical Anthropology*, 127, 182-209.
- Mithen, S. (1998). *Arqueología de la mente*. Barcelona: Editorial Crítica. 330 pp.
- Moreno, J.M. (2001). *Estudio antropológico de los caracteres discretos de la cavidad oral en población española contemporánea*. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá, Madrid.
- Moskonda, D., Vainder, M., Hershkovitz, I. & Kobylansky, E. (1997). Dental Morphological (non-metric) traits in human isolates South Sinai Bedouin tribes. *Homo*, 48 (3), 227-284.
- Nelson, S. y Ash, M. (2009). *Wheeler anatomía, fisiología y oclusión dental*. (9a edición). Barcelona, España: Elsevier España, S. L.
- Pavlinov, Igor Ja. (2001). Geometric morphometrics of glirid dental crown patterns. *Trakya University Journal of Scientific Research Series B*, 2 (2), 151-157.
- Pérez, V. y Murzi, D. (2010). *Variabilidad de la morfogeometría en dos grupos dentales de la población merideña: épocas colonial (siglos XVIII y XIX) y contemporánea*. Trabajo de grado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Peterkova, R., Peterka, M., Viriot, L. & Lesot, H. (2000). Dentition development and budding morphogenesis. *Journal of Craniofacial Genetics and Developmental Biology*, 20, 158-172.
- Pompa y Padilla JA. 1985. *Antropología dental. Aplicación en poblaciones prehispánicas*. (Tesis de grado). Escuela Nacional de Antropología e Historia. México D.F., México.
- Prieto, J. (2002). Datos biológicos aportados por los dientes. El proceso de necroidentificación odontológica. En *Antropología y paleontología dentarias*. (pp. 93-150). Fundación Mapfre Medicina. Madrid: Editorial MAPFRE, S.A.

- Radhakrishna, S. (2006). From Purgatoriusceratops to Homo sapiens: I. Primate Evolutionary History. *Resonance*, pp. 51-60.
- Ridley, M. (1996). *Evolution*. (2ª. Edición). Blackwell Science Inc.p. 100.
- Rodríguez Flórez, C.D. (2004). La antropología dental y su importancia en el estudio de los grupos humanos prehispanicos. *Revista de Antropología Experimental de la Universidad de Jaén (España)*,4, 1-7.
- Rodríguez J. V. 1989. *Introducción a la antropología dental*. Cuadernos de Antropología, N° 19. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 42 pp.
- Rodríguez, J.V. (2003). *Dientes y diversidad humana, avances de la antropología dental*. Bogota DC, Colombia: Editora Guadalupe Ltda. 167 pp.
- Rodríguez, L. (2001). *Antropología dental de los restos del "Hombre del Sidrón"*. Tesis de grado. Universidad de Oviedo, España.
- Ross, C., Williams, B. & Kay, F. R. (1998). Phylogenetic analysis of anthropoid relationships. *Journal of Human Evolution*, 35, 221-306.
- Scott, G.R. y Turner, C.G. (1997). *The anthropology of modern human teeth: dental morphology and its variation in recent human populations*. Cambridge University Press, 382 pp.
- Spoor, E., Leakey, M., Gathogo, P.N., Brown, E.H., Antón ,S.C., McDougall, Kiarie, C., Manthi, E.K.&Leakey, L.N. (2007). Implications of new early Horno fossils from Ileret, east of Lake Turkana, Kenya. *Nature*, 448, 688-691.
- Stephanopoulos, G., Garefalaki, M.&Lyroudia, K. (2005). Genes and Related Proteins Involved in AmelogenesisImperfecta. *Journal of Dental Research*, 84 (12), 1117-1126.
- Stojanowski, C.M. (2001). *Cemetery Structure, Population Aggregation and Biological Variability in the Mission Centers of La Florida*. PhD. dissertation, University of New Mexico, Albuquerque.
- Strait, D.S., Grine, F.E.& Moniz, M.A. (1997). A reappraisal of early hominid phylogeny. *Journal of Human Evolution*, 32, 17-82.
- Tarttesal, I. (1998). *Hacia el ser humano: la singularidad del hombre y la evolución*. Península Atalaya. Barcelona, España: Ediciones Península. 285 pp.
- Ullinger, J. M., Sheridan, S., Hawkey, D., Turner & Cooley. (2005). Bioarchaeological Analysis of Cultural Transition in the Southern Levant Using Dental Nonmetric Traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 128, 466- 476.
- Varrela J. 1990. Root Morphology of Mandibular Premolars in Human 45, X Females. *Archives of Oral Biology*, 35 (2), pp. 109-112.
- Venugopalan, S., Amen, M., Wang, J., Wong, L., Cavender, A., D'Souza,R., Akerlund, M., Brody, S., Hjalt ,T.&Amendt, B. (2008). Novel expression and transcriptional regulation of FoxJ1 during oro-facial morphogenesis. *Human Molecular Genetics*, 17(23), 3643-3654.

- Ward, C.V., Leaky, M.G.&Walker, A. (2001) Morphology of *Australopithecus-anamensis* from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. *Journal of Human Evolution*, 41, 255-368.
- Wheeler, R. C. (1979). Anatomía dental, fisiología y oclusión. Primera edición en español. México, D.F.: Nueva Editorial Interamericana.S.A.
- Woelfel, J. y Scheid, R. (1998). Anatomía dental, aplicaciones clínicas. (5ª edición). Barcelona, España: Masson-Williams &Wilkins España, S.A.
- Wong M. (1991). Four Root Canals in a Mandibular Second Premolar. *Journal of Endodontics*, 17 (3). pp. 125-126.
- Zeichner-David, M., Vo, H., Tan, H., Diekwisch, T., Berman, B., Thiemann F., Alcocer, M.D., Hsu, P., Wang, T., Eyna, J., Caton, J.&Slavkin, H.C. (1997). Timing of the expression of enamel gene products during mouse tooth development. *International Journal of Developmental Biology*, 41(1), 27-38.
- Zhang, X., Zhao, J., Li, C., Gao, S., Qiu, C., Liu, P., Wu, G., Qiang, B., Lo, W.H. & Shen, Y. (2001). DSPP mutation in dentinogenesis imperfect Shields type II. *Nature Genetics*, 27(2), 151-152.
- Zoubov, A.A. (1998). La antropología dental y la práctica forense. Bogotá, Dpto. Antropología, Universidad Nacional de Colombia. *Revista Maguare*, 13, 243-252.

www.bdigital.ula.ve