

# Polígono oclusal y cúspide de Carabelli en segundos molares deciduos y primeros molares permanentes del maxilar

Cristian Camilo Amado-Calvo<sup>3</sup>  
Adriana Jaramillo Echeverry<sup>2</sup>  
Freddy Moreno<sup>3</sup>

## Resumen

**Objetivo:** Determinar la relación entre el área del polígono oclusal (APO) y la cúspide de Carabelli (CC) en los segundos molares superiores temporales y primeros molares permanentes de diez grupos étnicos colombianos. **Métodos:** Estudio observacional descriptivo de corte transversal que determinó el promedio, el dimorfismo sexual y la bilateralidad del APO y de la CC en segundos molares superiores temporales y primeros molares superiores permanentes de 610 modelos de estudio (340 femeninos y 270 masculinos) pertenecientes a diez grupos étnicos colombianos, indígenas embera de Alto Baudó (Chocó), indígenas Nasa de Morales (Cauca), indígenas Misak de Silvia (Cauca), indígenas Ticuna de Leticia (Amazonas), afrodescendientes de Quibdó (Chocó), afrodescendientes de Istmina (Chocó), afrodescendientes de Cali (Valle del Cauca), mestizos caucasoides de Quibdó (Chocó), mestizos caucasoides de Cali (Valle del Cauca), mestizos caucasoides de Popayán (Cauca). Una  $p < 0.05$  fue considerada estadísticamente significativa. **Resultados:** Mestizos caucasoides de Cali, indígenas nasa, indígenas misak y afrodescendientes de Cali pueden ser considerados como mesodontes con tendencia a la microdoncia, mientras que indígenas embera e indígenas ticuna mesodontes con tendencia a la macrodoncia. Las expresiones en fosa de la CC fueron mucho más prevalentes que las expresiones cuspidas. El APO y la expresión de CC no presentaron dimorfismo sexual ni asimetría bilateral (excepto el segundo molar superior deciduo derecho). **Conclusiones:** La alta prevalencia de expresión en fosa en los diez grupos étnicos –asociado al mestizaje– no afecta los promedios del APO, lo cual corresponde a lo reportado por la literatura.

**Palabras clave:** Antropología dental, odontometría, dimensiones dentales, Superficie oclusal, polígono oclusal, morfología dental, cúspide de Carabelli.

## Occlusal polygon area and Carabelli cusp in the second deciduous upper molars and first permanent upper molars in ten Colombian ethnic groups

### Abstract

**Objective:** To determine the relationship between AOP and the CC in the second upper temporary molars and permanent upper first molars of ten Colombian ethnic groups. **Methods:** Cross-sectional descriptive observational study that determined the average of the AOP and the frequency and variability of the CC of the deciduous upper second and permanent first molars in 610 previously obtained maxillary casts of 340 girls and 270 boys, of ten ethnic groups. Colombians indigenous Embera, Nasa, Misak and Ticuna; Afrodescendants of Quibdó, Istmina and Cali; and Caucasoid mestizos from Quibdó, Cali and Popayán. The AOP and CC data were processed in the EPIDAT 4.2<sup>®</sup> Software and SPSS 21<sup>®</sup> using parametric and non-parametric statistical tests.  $p < 0.05$  was considered statistically significant. **Results:** AOP was higher in indigenous Ticuna and lower in Afrodescendants of Istmina. There was sexual dimorphism for deciduous upper second molars and bilateral asymmetry for permanent upper first molars. For the CC, pit and cusp expressions were grouped, grades 1-4 being more frequent than grades 5-7, according to ASUDAS. When comparing the fossa or cusp expression of the CC with the AOP, no significant differences were found. Expression of CC did not influence the AOP of deciduous and permanent molars. **Conclusions:** The average of AOP allowed the association of the ethnic groups according to the level of intermingling, being considered as mesodontes with a tendency to microdontia –higher level of miscegenation– the mestizos and Afro-descendants of Cali and the natives Nasa and Misak; while the Embera and Ticuna Indians –the lowest level of miscegenation– were considered mesodontes with a tendency to macrodontia. The pit expressions of the CC were more prevalent than the cusp expressions. The pit expression did not affect the AOP averages; AOP and CC did not present sexual dimorphism or bilateral asymmetry.

**Keywords:** Dental anthropology, Odontometry, Dental dimensions, Occlusal surface, Occlusal polygon, Dental morphology Carabelli cusps.

Recibido: Junio 2019, Aceptado: Junio 2019, Publicado: Junio 2019.

#### Citación:

Amado-Calvo CC, Jaramillo A, Moreno FA. Polígono oclusal y cúspide de Carabelli en segundos molares deciduos y primeros molares permanentes del maxila. *Journal Odont Col.* 2019;12(23):8-22

1. Estudiante de Odontología de la Universidad del Valle.
2. Odontóloga, Magister en Ciencias Básicas, Magister en Epidemiología, Profesora Escuela de Odontología de la Universidad del Valle (Colombia).
3. Odontólogo, Magister en Ciencias Biomédicas, Profesor Escuela de Odontología de la Universidad del Valle (Colombia), Profesor de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia).

Autor responsable de correspondencia: Freddy Moreno

Correo electrónico: [fmorenog@javerianacali.edu.co](mailto:fmorenog@javerianacali.edu.co)

## Introducción

La antropología dental es un área multidisciplinaria de la antropología física que se encarga de observar, registrar, analizar y comprender toda la información que se puede obtener de la dentición humana, a partir de las variaciones evolutivas, patológicas, culturales y terapéuticas de los dientes, las cuales han podido ser asociadas con las condiciones de vida, cultura, alimentación y procesos de adaptación de las poblaciones humanas presentes y pasadas (1-5).

Dos de los tópicos más investigados, respecto a las variaciones evolutivas, son la odontometría y la odontoscopia (6). Por un lado, la odontometría consiste en la medición y registro de las dimensiones de las coronas y raíces de los dientes, a partir de diferentes puntos de referencia, para la predicción de espacio durante los tratamientos de ortopedia maxilar y de ortodoncia en el contexto clínico odontológico, para establecer relaciones filogenéticas entre especies de homínidos desaparecidos y diferentes poblaciones humanas en el contexto antropológico, para la estimación del sexo de los individuos en los procesos de identificación en el contexto forense (7,8).

En este sentido, las medidas odontométricas más estudiadas son los diámetros meso-distal y vestíbulo-palatino (lingual en el caso de los dientes inferiores) debido a la baja afectación (desgaste por atrición) de los puntos de referencia durante la masticación, las propiedades abrasivas de algunos alimentos, y hábitos condicionados como el bruxismo (9,10).

En el contexto antropológico, el área del polígono oclusal (APO) ha cobrado un gran interés en el estudio de las superficies oclusales asociadas al tamaño dental de los homínidos. Esta medida comprende las líneas rectas que interconectan los vértices cuspídeos de las cúspides principales, las cuales conforman un polígono irregular de cuatro lados, para el caso de los molares superiores temporales y permanentes, y de cinco lados para el caso de los molares inferiores temporales y permanentes (11,12). Esto ha favorecido la comprensión sobre el comportamiento de la distancia entre las cúspides principales de los molares y la manera como se relacionan con su antagonista, contribuyendo con el análisis del dimorfismo sexual, la simetría bilateral, la correspondencia y la relación biológica entre homínidos y poblaciones humanas pasadas y presentes (13).

Por otro lado, la odontoscopia corresponde al estudio de la morfología dental a través de los análisis de la expresión de cerca de 100 rasgos morfológicos dentales reconocidos en la dentición humana. Estos rasgos discretos pueden ser estructuras positivas (cúspides, tubérculos y crestas) o negativas (fosas y surcos) que tienen el potencial de estar o no presentes en un sitio específico (frecuencia) de diferente manera (variabilidad) en uno o más miembros de un grupo poblacional (1-3).

La importancia del estudio de los rasgos morfológicos radica, en el contexto clínico en constituirse en sitios proclives para la retención de alimentos, formación de placa bacteriana y posterior desarrollo de caries y enfermedad periodontal; en el contexto antropológico en ser útiles para la clasificación microevolutiva de grupos poblacionales pasados y presentes; y en el contexto forense en comportarse como elementos discriminadores empleados para identificar a un individuo (3,14,15).

Uno de los rasgos morfológicos ampliamente estudiado ha sido la cúspide de Carabelli (CC), la cual consiste en una cúspide paramolar que no hace parte de la tabla oclusal funcional y varía desde una fosa o surco, hasta una cúspide de ápice libre sobre la superficie palatina de la cúspide meso-palatina de los segundos molares superiores deciduos, así como de los primeros y segundos molares superiores permanentes (16). De esta forma, a través del estudio independiente del APO y de la CC se ha generado información que ha contribuido con el análisis del dimorfismo sexual, la simetría bilateral, la correspondencia y la relación biológica entre homínidos y poblaciones humanas pasadas y presentes, en un intento por esclarecer los procesos históricos, culturales y biológicos macro y micro-evolutivos que permiten comprender el origen, la formación, los contactos, los desplazamientos, las migraciones, las trayectorias y los aislamientos que han dado lugar al poblamiento del planeta y a la variación étnica de la humanidad (13). Sin embargo, muy pocos estudios han investigado las asociaciones entre las dimensiones dentales y la expresión de los rasgos morfológicos dentales de forma cuantitativa.

El propósito de estos estudios se ha centrado en identificar la manera como las distancias entre los nudos de esmalte y las áreas espaciales –en términos de campos de acción– han influido ontogenéticamente en el desarrollo del tamaño y la forma de los dientes molares (17), teniendo en cuenta que las variaciones en del APO refleja el desarrollo morfogenético de los molares, que las cúspides que constituyen el triángulo (mesovestibular, mesopalatina y distovestibular) presentan menor variación que la que conforma el talón (distopalatina), que existe dimorfismo sexual en el APO, que los molares superiores que expresan cúspide de Carabelli tienen APO mayores y que la cúspide mesopalatina es mas pequeña cuando la cúspide de Carabelli alcanza tamaños mayores, lo que finalmente explica la manera como los nudos de esmalte de cada cúspide interactúan en la base de desarrollo morfogenético de los dientes molares (17).

Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la relación entre el APO y la CC en individuos pertenecientes a diez grupos étnicos colombianos, para hacer una aproximación a la manera como la expresión de la CC puede afectar el APO y de esta forma la superficie oclusal de los segundos molares superiores deciduos y de los primeros molares superiores permanentes.

## Métodos

### Tipo de estudio

Estudio observacional descriptivo de corte transversal que determino el área del polígono oclusal de los segundos molares superiores deciduos (55 y 65) y los primeros molares superiores permanentes (16 y 26) en 610 modelos de estudio que corresponden a individuos escolares, de ambos sexos, auto reconocidos como pertenecientes a su respectivo grupo étnico, con edades comprendidas entre los seis y los dieciocho años, y pertenecientes a diez grupos étnicos colombianos.

### Población y muestra

Los modelos de estudio empleados fueron obtenidos de investigaciones previas realizadas en la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle. De esta forma se constituyó una muestra con diez grupos étnicos colombianos (Figura 1): 23 Indígenas Embera –14 femeninos y 9 masculinos– de Alto Baudó (Chocó) (18), 60 indígenas Nasa –41 femeninos y 19 masculinos– de Morales (Cauca) (19), 40 indígenas Misak –23 femeninos y 17 masculinos– de Silvia (Cauca) (20), 55 indígenas Ticuna –32 femeninos y 23 masculinos– de Leticia (Amazonas) (21), 27 afrodescendientes –16 femeninos y 11 masculinos– de Quibdó (Chocó) (18), 100 afrodescendientes –51 femeninos y 49 masculinos– de Istmina (Chocó) (22), 83 afrodescendientes –44 femeninos y 39 masculinos– de Cali (Valle del Cauca) (23), 25 mestizos caucasoides –13 femeninos y 12 masculinos– de Quibdó (Chocó) (18), 100 mestizos caucasoides –51 femeninos y 49 masculinos– de Cali (Valle del Cauca) (24) y 101 mestizos caucasoides –59 femeninos y 42 masculinos– de Popayán (Cauca) (25).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los diez grupos étnicos colombianos tenidos en cuenta en este estudio. 1. Afrodescendientes, indígenas y mestizos caucasoides de Chocó; 2. Mestizos caucasoides y afrodescendientes de Cali; 3. Indígenas Misak, indígenas Nasa y mestizos caucasoides del Cauca; y 4. Indígenas Ticunas del Amazonas. (Fuente: Autores)

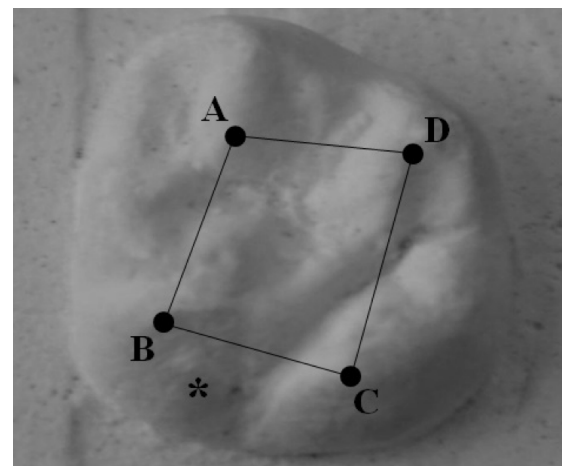
Fueron tenidos en cuenta los modelos cuyos segundos molares superiores deciduos y primeros molares superiores permanentes estuvieran presentes sin desgastes ni fracturas.

### Consideraciones éticas

Los modelos de estudio fueron obtenidos de investigaciones previas avaladas por el Comité Institucional de Ética en Humanos de la Universidad del Valle, de tal forma que la muestra se conformó desde los asentimientos y consentimientos informados, los cuales manifestaban que los modelos de estudio podían ser empleados en futuros estudios desarrollados por los investigadores de la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle.

### Observación

Inicialmente, a los modelos de estudio se les determinó el APO de los segundos molares superiores deciduos y de los primeros molares superiores permanentes a través de la medición de las distancias intercuspídeas mediante una lupa de abrazadera a 10 aumentos y un calibrador digital tipo Vernier o pie de rey (Ubermann® model 47257) cuyo fabricante estipula un margen de error de 0,02 mm. Las puntas del calibrador se ubicaron cada una en un vértice cuspídeo (el cual fue marcado con un portaminas 0,5) para determinar la distancia respectiva. Para los molares superiores deciduos y permanentes se determinaron cuatro distancias entre las cúspides mesovestibular, mesopalatina, distopalatina y distovestibular (Figura 2). Posteriormente, se tomaron fotografías con una cámara digital Nikon D3100® orientada de forma perpendicular a una mesa de paralelómetro en la que se encontraba el modelo de estudio. La distancia entre la superficie oclusal de los dientes molares y el lente de la cámara (ajustado a 2X) fue de seis centímetros. Como puntos de referencia se tomaron los tres tornillos de sujeción (uno anterior y dos posteriores) y un dentímetro (dispuesto en la parte posterior) de la mesa del paralelómetro. De esta forma, se garantizó que los modelos fueran fotografiados siempre a la misma distancia para redu-



**Figura 2.** Identificación de las cúspides desde la superficie oclusal de un primer molar superior derecho permanente. **A)** Cúspide 1, mesiovestibular, paracono; **B)** Cúspide 2, mesopalatina, protocono; **C)** Cúspide 3, distovestibular, metacono; **D)** Cúspide 4, distolingual, hipocono; y \* Cúspide de Carabelli. (Fuente: Autores)

**Tabla 1. Observación, registro y análisis de la cúspide de Carabelli**

Rasgo	Diente	Gradación	Grados de expresión		Método de referencia
			Rango	Presencia	
Cúspide de Carabelli	55/65 16/26	0. Ausente 1. Surco presente 2. Fosa presente 3. Pequeña depresión en forma de Y 4. Gran depresión en forma de Y 5. Cúspide pequeña 6. Cúspide mediana 7. Cúspide de vértice libre	0-7	2-7	ASUDAS Turner et al (16)

cir el sesgo de medición. Las imágenes obtenidas fueron transferidas al software ImageJ®, en el que se trazó una línea horizontal –con el botón herramientas de imagen “línea recta” (straight)– sobre la medida arrojada por el dentímetro correspondiente a un centímetro. De esta forma, se procedió a estandarizar la escala de medición del software a través de la herramienta “analizar” (analyze) al introducir la medida real de la línea trazada anteriormente sobre el dentímetro e indicar la unidad de medida en “milímetros” (en este caso diez milímetros). Se empleó la herramienta “polígono irregular” (polygon) para marcar sobre las imágenes, cada uno de los vértices cuspídeos (el punto más alto de cada cúspide) previamente marcados en los modelos de yeso. Finalmente, se ejecutó el comando “medir” (measure) para obtener el APO (expresado en milímetros). Este proceso se hizo con cada una de las imágenes.

Para la observación de la CC se empleó el sistema ASUDAS (Arizona State University Dental Anthropology System). Este sistema permite la observación más allá de la dicotomía presencia/ausencia, lo que promueve la replicabilidad entre observadores para generar datos que representan físicamente la expresión mínima y máxima del rasgo morfológico y varios grados de expresión entre estos dos puntos de referencia. La expresión dicotómica numérica señala la gradación aceptada como presente y la gradación total; 2-7/0-7 significa que se toman como presentes los grados 2-7 del total de gradación 0-7 (Tabla 1, Figura 3). Para la observación se empleó una lupa de abrazadera de 10 aumentos, un explorador de puntas finas y el sistema de registro ASUDAS.

Previo a la medición, el observador aprendió a manejar el calibrador bajo protocolo de estandarización y doble enmascaramiento para controlar sesgos y lograr la unificación de los criterios de observación. La estimación del grado de concordancia se realizó mediante el coeficiente de correlación y concordancia en el Software Stata® 6,0, cuyos resultados fue del 94% para el criterio de interobservador (observador vs. asesor) y 96% para el criterio intraobservador (observador vs. observador). De igual forma, el observador fue estandarizado en el manejo del sistema ASUDAS para la correcta observación y registro de la CC, siendo el grado de fiabilidad estimado mediante la prueba Kappa en el software Stata® versión 6.0 de 92% interobservador y 92,2% intraobservador.

## Análisis estadístico

Los datos de las áreas de polígonos oclusales se ingresaron en una hoja de calculo en Excel® y se procesaron en el Software EPIDAT 4.2® y SPSS 21® para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas. Una  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativa.

## Resultados

Se obtuvo la distribución del APO de los segundos molares superiores deciduos y los primeros molares superiores permanentes en cada en la totalidad de la muestra (Tabla 2), siendo mayor el APO de los permanentes. De forma específica, se obtuvo el promedio del APO de los dientes para cada uno de los grupos étnicos (Tabla 3), siendo las mayores áreas en los indígenas Ticuna de Leticia y las menores para los afrodescendientes de Istmina. Para evaluar la diferencia del APO en la totalidad de la muestra, entre mujeres y hombres (Tabla 4), se tuvo en cuenta la mediana, siendo significativo el dimorfismo sexual para el segundo molar superior deciduo derecho ( $p < 0,005$ ).

**Tabla 2. Estadísticos descriptivos del área del polígono oclusal (APO) en mm<sup>2</sup>\***

Diente	Promedio	Desviación estandar	Mínimo	Máximo
55	22,27	3,38	12,10	34,11
65	22,77	3,27	14,05	36,89
16	28,97	5,04	4,50	42,25
26	29,83	4,79	19,07	46,35

\*Consolidado todos los grupos étnicos

**Tabla 3. Promedio del área del polígono oclusal (APO) por grupo étnico en mm<sup>2</sup>**

Grupo étnico	55	65	16	26
Indígenas Embera	22,38	23,61	28,20	28,25
Indígenas Nasa	22,00	22,91	28,54	28,44
Indígenas Misak	23,51	23,76	30,36	30,66
Indígenas Ticuna	24,78	25,02	30,98	32,36
Afrodescendientes Quibdó	22,38	21,98	28,53	28,69
Afrodescendientes Istmina	20,81	21,31	29,51	30,35
Afrodescendientes Cali	22,95	22,28	28,44	29,03
Mestizos caucasoides Quibdó	21,97	23,45	27,30	26,99
Mestizos caucasoides Cali	21,19	22,04	29,14	30,55
Mestizos caucasoides Popayán	22,48	22,91	27,98	29,36

**Tabla 4. Dimorfismo sexual del área del polígono oclusal (APO) totalidad de la muestra\***

Valores	Diente molar			
	55	65	16	26
Mediana (mm <sup>2</sup> )	21,82	21,58	22,91	21,98
Valor p	1,000	0,005	0,339	0,460

\*Prueba de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Para analizar la diferencia del APO en la totalidad de la muestra, entre el lado derecho y el lado izquierdo (Tabla 5), se obtuvo en cuenta la mediana, siendo significativa la asimetría bilateral para los primeros molares superiores permanentes.

Para el caso de la CC en la totalidad de la muestra, se agruparon las gradaciones de acuerdo a las expresiones en fosa y en cúspide (Tabla 6), siendo más frecuente la expresión de los grados 1 a 4 que los grados 5 a 7 de acuerdo a ASUDAS. Respecto al dimorfismo sexual (Chi cuadrado) y a la bilateralidad (MacNemar Bowker) de la expresión fosa o cúspide de la CC, no hubo diferencias significativas ni en la totalidad de la muestra ni por grupos étnicos.

Finalmente, al comparar la expresión morfológica (fosa o cúspide) de la CC con el APO mediante la prueba de la mediana, no se encontraron diferencias significativas (Tabla 7), de tal forma que la expresión de la CC no influyó en el APO ni en los molares deciduos ni en los permanentes.

**Tabla 5. Bilateralidad del área del polígono oclusal (APO) totalidad de la muestra\***

Valores	Diente molar			
	55	65	16	26
Mediana (mm2)	22,99	23,46	29,09	29,73
Valor p	0,4101		0,0286	

\*Prueba de Wilcoxon (p<0,05).

**Tabla 6. Frecuencia (%) de la cúspide de Carabelli (CC) de acuerdo a la expresión fosa/cúspide\***

Expresión (CC)	Diente molar			
	55	65	16	26
Fosa	91,2	91,5	83,61	84,59
Cúspide	8,8	8,5	16,39	15,41

\*Consolidado todos los grupos étnicos

**Tabla 7. Comparación del área del polígono oclusal (APO) y la expresión de la cúspide de Carabelli (CC) por diente por grupo étnico\***

Grupo étnico	55	65	16	26
Indígenas Embera	No calcula	No calcula	1,000	0,214
Indígenas Nasa	No calcula	No calcula	0,656	1,000
Indígenas Misak	0,217	0,368	No calcula	No calcula
Indígenas Ticuna	0,974	0,975	0,745	0,745
Afrodescendientes Quibdó	1,000	0,476	1,000	1,000
Afrodescendientes Istmina	0,600	0,477	0,630	0,800
Afrodescendientes Cali	0,493	0,493	0,778	0,809
Mestizos caucasoides Quibdó	1,000	1,000	0,637	No calcula
Mestizos caucasoides Cali	No calcula	No calcula	0,264	0,289
Mestizos caucasoides Popayán	No calcula	No calcula	1,000	0,956

\*Para los grupos étnicos con números de muestra bajos, el software no realizó el calculo (p<0,05).

## Discusión

### Área del polígono oclusal

Si bien el APO corresponde a un método odontométrico alternativo escasamente estudiado (26), diferentes autores han demostrado que esta medida odontométrica es dependiente del tamaño de la corona de los dientes (27) y puede ser influida por la expresión de algunos rasgos morfológicos dentales como la CC y la reducción del hipocono.

La reducción de tamaño dental y la simplificación de la morfología dental ha sido la tendencia en la evolución de los homínidos. Inicialmente, los australopitecinos se caracterizaron por la molarización de los premolares y terceros molares de gran tamaño, siendo estos más grandes que los segundos molares y estos más grandes que los primeros molares ( $M3 > M2 > M1$ ). Para el caso de los homínidos del Pleistoceno Medio, los *Homo erectus* se caracterizaron por un tamaño dental menor que sus ancestros australopitecinos pero más grande que *Homo sapiens*, además de la proporción humanoide de  $M1 > M2 > M3$ . Así mismo, *Homo neandertales* evidenciaron reducción de los molares al igual que *H. sapiens*, quienes han tendido a la reducción de tamaño dental con gradientes diferenciales en varias regiones del planeta, dando inicio a la variación étnica respecto a la distribución geográfica, asociado a la teoría del probable efecto mutacional que implicó la cocción de los alimentos y la reducción de la presión masticatoria. Finalmente, las poblaciones humanas contemporáneas han sostenido la simplificación de los dientes explicada a través de la teoría de la acumulación descontrolada de mutaciones que han desajustado la morfogénesis en aspectos como la reducción del ritmo del crecimiento individual, la reducción del tamaño dental y la desaparición del dimorfismo sexual, asociado a una diversidad de factores que incluye el aislamiento genético –que puede producir incremento del tamaño dental– y la hibridación o mestizaje –que por el contrario puede generar reducción y simplificación de las estructuras–. De esta forma, la comparación del tamaño de los dientes ha permitido agrupar a las poblaciones en los cuatro grandes complejos dentales poblacionales (australoides, caucasoides, mongoloides y negroides); así, los australoides tiene los dientes más grandes (macrodontes), entre los caucasoides (microdontes) y negroides no hay diferencias significativas, entre los mongoloides (mesodontes) y negroides las diferencias son inexistentes, y entre los caucasoides y los mongoloides se han descrito diferencias significativas. En términos generales los negroides reflejan las menores diferencias en comparación con los otros tres complejos (3).

En este sentido, la odontometría ha contribuido con el esclarecimiento de los procesos evolutivos de los homínidos, específicamente en la distribución de las poblaciones humanas en las plataformas continentales de África, Europa y Asia, y en el poblamiento del continente americano, lo que ha aportado notable información a la conformación de los complejos dentales mundiales. Al respecto, los mestizos caucasoides de Cali, los indígenas Nasa, los indígenas Misak y los afrodescendientes de Cali –grupos con mayor nivel de

mestizaje– pueden ser considerados como mesodontes con tendencia a la microdoncia, mientras que los indígenas Embera y los indígenas Ticuna –grupos mas aislados– mesodontes con tendencia a la macrodoncia de acuerdo a los promedios del APO para los segundos molares superiores deciduos y los primeros molares superiores permanentes. De igual forma fue posible determinar que los indígenas Ticuna cuentan con APO mayores que los demás grupos étnicos, de manera significativa respecto a los grupos de afrodescendientes de Istmina, mestizos caucasoides de Cali y afrodescendientes de Cali. De esta forma, el mestizaje se ha constituido en uno de los factores que posiblemente ha tenido la mayor influencia en la disminución de las distancias intercuspídeas y por lo tanto de la reducción del APO. La interacción constante de diversos genotipos durante la evolución humana ha causado una disparidad en la morfometría de los dientes relacionada con las diferencias en la expresión génica en la odontogénesis (17).

Genes codificadores de proteínas como EDA, EDAR, HOXB2 o IGFBP1 han sido implicados en el desarrollo dental y en la formación, número y posición de las cúspides (29,30). Estas señales multigénicas pueden verse afectadas por la interacción entre el medio ambiente y el genotipo –como es el caso de la distribución geográfica de los grupos étnicos y los diferentes niveles de mestizaje–, de tal forma que pueden modificar la separación entre los nudos de esmalte que van a dar origen a las cúspides, lo que podrá aumentar o reducir el APO para finalmente afectar el tamaño de la corona de los dientes (31).

De igual forma, el estudio de las dimensiones dentales se ha utilizado para entender el dimorfismo sexual y la bilateralidad durante la evolución socio-ecológica y filogenética de los primates, incluidos los homínidos. En este estudio no hubo dimorfismo sexual en el APO, excepto en el primer molar superior izquierdo deciduo, lo cual fue asociado al bajo número de muestra de este diente, fundamentado en que, en las poblaciones humanas modernas, la restricción de varios factores (la territorialidad, la competencia y la distribución de los recursos) ha provocado que el dimorfismo sexual del tamaño de los dientes prácticamente haya desaparecido, excepto tal vez en los dientes caninos (32).

Por otro lado, la simetría bilateral, es decir, el análisis de las dimensiones dentales en los dientes contralaterales de la misma clase y del mismo arco, ha demostrado que son morfométricamente iguales (28). En este estudio se encontró que existe bilateralidad, excepto entre los dientes 16 y 26, lo cual fue asociado a las valores extremos mínimos y máximos del APO entre el primer molar superior derecho y el primer molar superior izquierdo permanentes, es decir, en la variación individual intragrupal.

### Cúspide de Carabelli

En lo que concierne a la CC, diferentes estudios han planteado que si bien, las poblaciones indígenas pasadas se caracterizaron por presentar una baja frecuencia de la cúspide de Cara-

belli representada en expresiones surco (grado 1) y fosa (grado); las poblaciones indígenas contemporáneas presentan una situación diferente, asociada fundamentalmente al mestizaje ocurrido con la llegada de grupos humanos caucasoides septentrionales provenientes de Europa Occidental (complejo dental occidental) y los grupos humanos negroides provenientes de África (caucasoides meridionales del complejo dental occidental). Estos grupos se caracterizan por tener una morfología dental bastante simplificada que incluye la escasa expresión de fisuras (grado 1) y fosas (grado 2) de la cúspide de Carabelli. En los grupos de mestizos, se ha evidenciado la tendencia a la simplificación de la morfología dental, en la que la cúspide de Carabelli se ha considerado ausente con relativas expresiones de depresión en y (grados 3 y 4), y cúspides pequeñas (grado 5), lo cual sugiere mestizaje entre poblaciones caucasoides e indígenas colombianas. En el caso de las poblaciones afrodescendientes, se ha observado la baja frecuencia de la CC asociada a expresiones de fisura (grado 1) y fosa (grado 2), lo cual ha sugerido mestizaje con poblaciones indígenas colombianas, así como algunas expresiones de cúspides medianas (grado 6) y cúspides grandes (grado 7), características del complejo dental occidental. En todos los estudios realizados, no se ha evidenciado dimorfismo sexual y se ha observado la expresión bilateral del rasgo (33). De esta forma, los grupos étnicos tenidos en cuenta en este estudio, se caracterizaron por presentar expresiones en fosa, mucho más frecuentes que las expresiones en cúspide.

#### Relación entre el área del polígono oclusal y la cúspide de Carabelli

De acuerdo a la teoría tritubercular, el cingulo de los dientes molares superiores, se constituye en la plataforma de desarrollo de la morfología oclusal, tanto de las cúspides principales como de las paramolares, incluida la CC (34).

La embriología comparada en primates ha demostrado que la CC surgió como una cúspide paramolar derivada del cingulo de la región de la cúspide mesopalatina de los molares superiores para luego separarse y constituir una quinta cúspide con diversa frecuencia y variabilidad morfológica en las poblaciones humanas pasadas y presentes (35). De una manera más específica, los estudios moleculares de biología del desarrollo de los dientes en diferentes modelos mamíferos, han descrito los diferentes procesos odontogénicos por los cuales las cúspides de los molares se forman. Las interacciones recíprocas entre el epitelio oral y el mesénquima derivado de la cresta neural influyen en la manera como se pliega el epitelio interno del esmalte, para conformar una base morfogenética (cingulo dental) que guiará el desarrollo de la morfometría de la corona de los dientes a partir de la futura unión amelodentinaria. Este plegamiento se encuentra asociado con la conformación sucesánea de centros de señalización denominados nudos de esmalte. Los nudos de esmalte primarios regulan la forma general (incisivos, caninos, premolares o molares) de la corona de los dientes durante el estadio de casquete, mientras que los secundarios constituyen las cúspides que configuran el aspecto específico de los dientes en cada especie (17,36).

Se ha demostrado que la posición en el cóngulo de estos nudos de esmalte secundarios y la distancias entre ellos durante la morfogénesis, determinan la posición y tamaño de las cúspides principales y paramolares de acuerdo a una forma funcional específica de cada diente, compartida para el caso de los segundos molares superiores deciduos y los primeros molares superiores permanentes, toda vez que comparten el mismo campo morfogenético (37). No obstante, diferentes aspectos epigenéticos, como el mestizaje, se han visto involucrados en la formación de la corona dental, pudiendo contribuir con la variación de los arreglos morfométricos de los dientes, al actuar en la expresión génica que constituye el módulo de desarrollo de las cúspides dentales, dentro de la clase molar de la dentición decidua y permanente humana (38). De esta forma, la expresión genética y la influencia epigenética, podrán generar una cascada de factores de señalización durante la morfogénesis dental, ocasionando que se conformen los nudos de esmalte secundarios que van a formar las cúspides características de los dientes molares, e inclusive promoviendo la formación de nuevos nudos de esmalte que formen nuevas cúspides, por lo general asociadas a las principales. Esta situación podría explicar la formación inicial de la CC como una cúspide paramolar de la cúspide principal mesopalatina, y la posterior separación de la CC para constituirse en una quinta cúspide principal (17).

Por tanto, individuos que presenten una tendencia étnica a tener APO grandes van a propender a tener expresiones cuspidas de la CC. En estos individuos, el quinto nudo de esmalte secundario se desarrollará paralelo al nudo de esmalte de la cúspide mesopalatina durante la última etapa de la morfogénesis dental, lo cual solo será posible si la expresión de los factores de señalización se expresan durante un tiempo prolongado en la media que se pliega el epitelio interno del esmalte. En el caso contrario, si la actividad morfogenética del nudo de esmalte de la CC se reduce, también lo hará el plegamiento del epitelio interno del esmalte y la CC estará ausente o se expresará en sus formas de fisura o fosa, afectando el APO. Así, la expresión cúspide de la CC refleja la interacción entre los nudos de esmalte secundarios, la expresión prologada de los factores de señalización, el plegamiento del epitelio interno del esmalte y la posterior calcificación del esmalte y la dentina subyacente (17).

En este estudio, al realizar la correlación entre APO y la expresión de la CC en los segundos molares superiores deciduos y en los primeros molares superiores permanentes, no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Sin embargo, al considerar que en los grupos étnicos tenidos en cuenta la expresión de CC fue predominantemente en fosa (característica fundamental de la poblaciones que han sido influenciadas por el mestizaje) se puede evidenciar que las expresiones en grados 0 (ausencia), 1 (surco presente), 2 (fosa presente), 3 (pequeña depresión en forma de Y) y 4 (gran depresión en forma de Y) no afectan el APO. No obstante, aunque los grupos mestizos caucasoides de Cali y afrodescendientes de Cali tienden a la microdoncia –por su mayor nivel de mestizaje– suelen

presentar expresiones cuspidas (grado 5) de la CC; mientras que, los grupos indígenas Embera e indígenas Ticuna –grupos más aislados con menor mestizaje– tienden a la macrodoncia aunque presentan una mayor prevalencia de expresiones en fosa (grados 3 y 4). Estos comportamientos pueden explicarse teniendo en cuenta que la CC es la última cúspide en formarse durante la morfogénesis dental, por tanto, su desarrollo se encuentra más expuesto a factores epigenéticos que las otras cúspides, las cuales ya se encuentran finalizando su proceso de calcificación. Así, la conformación del quinto nudo de esmalte podrá afectar las distancias entre los otros nudos de esmalte, aún cuando el plegamiento del epitelio interno del esmalte no logra consolidar una expresión cuspidas para la CC (39).

## Conclusiones

Los promedios de APO permitieron asociar a los grupos étnicos tenidos en cuenta de acuerdo a la clasificación poblacional macrodonte, mesodonte y microdonte; de tal forma que, los mestizos caucasoides de Cali, los indígenas Nasa, los indígenas Misak y los afrodescendientes de Cali –grupos con mayor nivel de mestizaje– pueden ser considerados como mesodontes con tendencia a la microdoncia; mientras que, los indígenas Embera y los indígenas Ticuna –grupos más aislados– mesodontes con tendencia a la macrodoncia. Así mismo, las expresiones en fosa (grados 1 a 4) de la CC fueron más prevalentes que las expresiones cuspidas (grados 5 a 7). En este estudio, el APO y la expresión de CC no presentó dimorfismo sexual ni asimetría bilateral (excepto el segundo molar superior deciduo derecho, lo cual fue asociado a la presencia de ese diente en la muestra).

Finalmente, los resultados de este estudio corroboran lo discutido en la literatura, en donde la expresión cuspidas de la CC aumenta el APO de los segundos molares superiores deciduos y los primeros molares superiores permanentes. En este sentido, la alta prevalencia de expresión en fosa en los diez grupos étnicos –asociado al mestizaje– no afecta los promedios del APO, lo cual es posible atribuirlo a que, inclusive y no obstante la expresión en fosa, en individuos genéticamente expuestos para CC, el quinto nudo de esmalte aparece de forma tardía en la morfogénesis dental, de tal forma que el solo plegamiento del epitelio interno del esmalte en esa región del cíngulo, puede afectar la distancia del nudo de esmalte de la cúspide mesopalatina respecto a los nudos de esmalte de las cúspides principales.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio Docente de Obtención y Análisis de Imágenes de la Universidad del Valle –cuando este tenía por objetivo apoyar la investigación en morfología dental– por la asesoría prestada durante el análisis de la muestra. De manera especial, los autores agradecen al profesor Carlos Cruz por su apoyo en el análisis estadístico.

## Referencias

1. Scott GC, Turner II CG. The anthropology of modern human teeth: dental morphology and its variation in re-

- cent human populations. Cambridge University Press: London; 1997.
2. Alt KW, Rosing FW, Teschler-Nicola M. Dental anthropology: fundamentals, limits, and prospects. Springer-Verlag: New York; 1998.
  3. Rodríguez JV. Dientes y diversidad humana: Avances de la antropología dental. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá; 2003.
  4. Rodríguez JV. La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá; 2004.
  5. Rodríguez JV. La identificación humana en Colombia: Avances y perspectivas. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá; 2011
  6. Hillson S. Dental anthropology. Cambridge University Press: Londres; 1996.
  7. Rodríguez JV, Polanco H, Valdés Y, Casas A. Odontología forense. Ecoe Ediciones: Bogotá; 1995.
  8. Moreno S, Moreno F. Importancia clínica de la antropología dental. Rev Estomatol. 2007; 15(2 Supl 1): 42-53.
  9. Moorrees CFA, Thomsen SO, Jensen E, Yen PK. Mesiodistal crown diameters of the deciduous and permanent teeth in individuals. J Dent Res. 1957; 36(1):39-47.
  10. Mayhall JT. Dental morphology: techniques and strategies. In: Biological anthropology of the human skeleton. Katzenberg MA, Saunders SR (Editors). Willey-Liss: New York; 2000. p. 103-34.
  11. Morris DH. Maxillary molar occlusal polygons in five human Samples. American Am J Phys Anthropol. 1986; 70:333-8.
  12. Bailey S, Glantz M, Weaver TD, Viola B. The affinity of the dental remains from Obi-Rakhmat Grotto, Uzbekistan. J Hum Evol. 2008; 55:238-48.
  13. Bailey SE. A morphometric analysis of maxillary molar crowns of Middle-Late Pleistocene hominins. J Hum Evol. 2004; 47(3):183-98.
  14. Rodríguez JV, Polanco H, Valdés Y, Casas A. Odontología forense. Ecoe Ediciones: Bogotá; 1995.
  15. Moreno S, Moreno F. Importancia clínica de la antropología dental. Rev Estomatol. 2007; 15(2 Supl 1): 42-53.
  16. Turner II CG, Nichol CR, Scott GR. Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University dental anthropology system. In Nelly MA, Larsen CS (Editors). Advances in dental anthropology. Wiley-Liss Inc: New York; 1991. p. 13-31.
  17. Jernvall J, Jung HS. Genotype, phenotype, and developmental biology of molar tooth characters. Am J Phys Anthropol. 2000; Suppl 31:171-90.
  18. Kondo S, Townsend GC. Associations between Carabelli trait and cusp areas in human permanent maxillary first molars. Am J Phys Anthropol. 2006; 129:196-203.
  19. Moreno F, Zúñiga S, Moreno S. Caracterización morfológica de los segundos molares temporales y los primeros molares permanentes de tres grupos étnicos de la región del chocó (Colombia). Rev Nac de Odont. 2016; 12(22):42-58.
  20. Díaz E, García L, Hernández M, Palacio L, Ruíz D, Velandia N, Villavicencio J, Moreno F. Frecuencia y variabilidad de la morfología dental en dentición temporal y permanente de un grupo de indígenas Nasa del municipio de Morales, departamento del Cauca. Colom Med 2014; 45(1):15-24.
  21. García A, Gustín F, Quiñonez C, Sacanamboy L, Torres M-H, Triana L, Valencia D, Rojas E, Gómez J, Díaz J, Sánchez P, Moreno F. Frecuencia y variabilidad de 12 rasgos morfológicos dentales coronales en premolares de un grupo de indígenas Misak de Silvia, Cauca (Colombia). RCIO. 2015; (17):77-89.
  22. Aragón N, Bastidas C, Bedón L, Duque P, Sánchez M, Rivera S, Triana F, Bedoya N, Moreno F. Rasgos Morfológicos Dentales Coronales en dentición temporal y permanente: Distancia biológica entre tres grupos indígenas del Amazonas Colombiano. Revista Odontológica Mexicana 2008; 12(1):13-28.
  23. Asprilla P, Franco K, Morales J, Moreno F. Caracterización morfológica de la dentición permanente de un grupo de afrodescendientes de Istmina (Chocó, Colombia). Rev Estomatol. 2017; 25(2):17-24.
  24. García A, Gustín F, Quiñonez C, Sacanamboy L, Torres M-H, Triana L, Valencia D, Rojas E, Gómez J, Moreno F. Caracterización morfológica de incisivos y molares de un grupo de afrodescendientes de Cali, Valle del Cauca (Colombia). Rev Estomatol. 2015;23(2):17-29.
  25. Aguirre L, Castillo D, Solarte D, Moreno F. Frequency and variability of five non-metric dental crown traits in the primary and permanent dentitions of a racially mixed population from Cali, Colombia. Dental Anthropology. 2006; 19(2):39-47.
  26. Pérez C, Sánchez C, Moreno S, Moreno F. Frecuencia y variabilidad de la morfología dental de molares temporales y permanentes en un grupo de mestizos caucasoides de Popayán (Cauca, Colombia). Rev Estomatol. 2017; 25(1):23-31.
  27. Fernandes DM, Silva AM, O'Donnabhain, Pinhasi R. Dental microevolution in Portuguese Neolithic and modern samples using an alternative morphometric analysis. Anthropological Science 2012; 121(1):25-30.

28. Sekikawa M, Akai J, Kanazawa E, Ozaki T. Three-dimensional measurement of the occlusal surfaces of lower first molars of Australian aboriginals. *Am J Phys Anthropol.* 1986; 71(1):25-32.
29. Moreno-Gomez F. Sexual dimorphism in human teeth from dental morphology and dimensions: A dental anthropology viewpoint. In: Moriyama H (Editor). *Sexual dimorphism.* In Tech: Croatia; 2013. p. 97-124.
30. Kassai Y, Munne P, Hotta Y, Penttilä E, Kavanagh K, Ohbayashi N et al. Regulation of mammalian tooth cusp patterning by ectodin. *Science.* 2005; 309(5743):2067-70.
31. Townsend GC, Bockmann M, Hughes T, Brook A. Genetic, environmental and epigenetic influences on variation in human tooth number, size and shape. *Odontology.* 2012; 100(1):1-9.
32. Hunter JP, Guatelli-Steinberg D, Weston TC, Durner R, Betsinger TK. Model of tooth morphogenesis predicts carabelli cusp expression, size, and symmetry in humans. *PLoS One.* 2010; 5(7):e11844.
33. Schwartz GT, Miller ER, Gunnell GF. Developmental processes and canine dimorphism in primate evolution. *J Hum Evol.* 2005; 48(1):97-103.
34. Moreno S, Moreno F. Origen y expresión de la cúspide de Carabelli en diferentes grupos étnicos del suroccidente colombiano: estudio documental. *Rev Nac Odontol.* 2017; 13(24):111-121.
35. Moreno S, Moreno F. Cíngulo dental: Revisión de la literatura. *Rev. Estomatol.* 2016; 24(1):40-51.
36. Hlusko LJ, Mahaney MC. Genetic contributions to expression of the baboon cingular remnant. *Arch Oral Biol.* 2003; 48:663-672.
37. Jernvall J. Linking development with generation of novelty in mammalian teeth. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2000; 97:2641-2645.
38. Jernvall J, Thesleff I. Reiterative signaling and patterning during mammalian tooth morphogenesis. *Mech Dev.* 2000; 92:19-29.
39. Townsend GC, Richards L, Hughes T. Molar intercuspal dimensions: genetic input to phenotypic variation. *J Dent Res.* 2003; 82:350-355.
40. Kolakowski D, Harris EF, Bailit HL. Complex segregation analysis of Carabelli's trait in a Melanesian population. *Am J Phys Anthropol.* 1980; 53:301-308.