

## COMPOSICIÓN QUÍMICA Y MICROESTRUCTURA DE LA DENTINA DE PACIENTES COLOMBIANOS

Carolina Montoya Mesa<sup>1\*</sup>, Edgar Alexander Ossa Henao<sup>1</sup>

1: Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad Eafit, Medellín, Colombia

\*Contacto: cmonto18@eafit.edu.co

### RESUMEN

La dentina es un tejido duro que ocupa la mayor porción del diente humano. En estudios preliminares realizados en la dentina de pacientes de Estados Unidos y Colombia se han encontrado ciertas diferencias en cuanto al tamaño y distribución de los túbulos dentinarios de pacientes jóvenes; esta característica puede tener un efecto importante en las propiedades del material. De acuerdo con esto, como un primer paso para definir el efecto del origen étnico en las propiedades de la dentina, en este estudio se evaluó la microestructura y composición química de la dentina de un grupo de pacientes jóvenes colombianos utilizando técnicas de microscopía y Espectroscopía Raman. En términos generales se encontró una disminución en el diámetro, cantidad de túbulos dentinarios y contenido de material orgánico al acercarse a la unión amelodentinaria (DEJ). Los resultados obtenidos, son semejantes a los encontrados en estudios realizados en pacientes jóvenes norteamericanos, evidenciando que estas propiedades son independientes de las características étnicas del paciente.

**Palabras Clave:** *Dentina, Microestructura, Tejidos duros, Espectroscopia Raman*

### ABSTRACT

Dentin is a hard tissue that occupies the majority of the human tooth. Preliminary research conducted in the United States showed that the microstructure of human dentin from patients of Colombia is unique, since the lumens showed to be smaller and the tubule distribution was non-uniform. This quality is critically important to the mechanical properties of dentin. According to these results, as a first step to define the importance of ethnic background on the properties of dentin, in this study the microstructure and chemical composition of the dentin of a group of young Colombian patients was studied using microscopic techniques and Raman Spectroscopy. It was found a decrease in tubules diameter and density as well as organic matter content when approaching the Dental Enamel Junction (DEJ). The results obtained were similar to those found for US patients, showing that these properties are independent of ethnic background.

**Keywords:** *Dentin, Microstructure, Hard tissues, Raman Spectroscopy*

### 1 INTRODUCCIÓN

Los dientes poseen los tejidos más duros del cuerpo humano, los cuales están compuestos de tres tejidos duros que son la dentina, el esmalte y el cemento y un tejido blando que es la pulpa. La dentina es el tejido que ocupa la mayor parte del diente y la cual está conformada por 50% de material mineral (HA), 35% de material orgánico (Colágeno tipo I) y 15% de agua [1].

Las propiedades de la dentina, tales como su espesor, composición química y microestructura, pueden variar dependiendo del tipo de diente y de la edad del paciente. En el caso del espesor de la dentina de pacientes jóvenes, esta puede variar desde 2.00 mm para los incisivos inferiores hasta 3.00 mm para los caninos y molares; sin embargo, con el envejecimiento el espesor de la dentina tiende a incrementarse debido al crecimiento aposicional [2].

La microestructura de la dentina está conformada en su mayoría por túbulos dentinarios, los cuales son los encargados de alojar los procesos odontoblásticos y de recorrer la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria (DEJ). La dentina que recubre estos túbulos es llamada dentina peritubular, en tanto que aquella entre los túbulos es llamada dentina intertubular [3]. De acuerdo a la distancia de la dentina con el esmalte dental, esa puede ser clasificada como: Dentina superior, dentina central y dentina inferior, estas se diferencian entre sí por la cantidad y diámetro de los túbulos y por su composición química, estas características hacen de la dentina un material anisotrópico cuyas propiedades mecánicas dependen de su ubicación en el diente [4].

Varios estudios se han realizado con el fin de caracterizar la dentina y de conocer su estructura y comportamiento mecánico, en estos estudios se han reportado valores para la densidad de túbulos entre 15.000 y 24.000 túbulos/mm<sup>2</sup> para la dentina superior; entre 35.000 y 40.000 túbulos/mm<sup>2</sup> para la dentina media; y entre 43.000 y 65.000 túbulos/mm<sup>2</sup> para la dentina inferior [5,6,7]; en el caso de los túbulos dentinarios, se ha determinado un diámetro entre 0.5 y 0.9 μm para la dentina superior, 1.0 y 2.0 μm para la dentina media y entre 2.0 y 3.0 μm para la dentina inferior [8]. Por último, en el caso de la composición química de la dentina se ha encontrado una disminución en la cantidad de contenido orgánico desde la pulpa hasta la unión con el esmalte así como una disminución en el espesor de los cristales de hidroxiapatita presentes en la dentina al acercarse a la DEJ [9].

En estudios realizados en la dentina de pacientes de Estados Unidos y Colombia se han encontrado ciertas diferencias en cuanto al tamaño de los túbulos dentinarios de pacientes jóvenes, por lo cual se generan dudas si las diferencias encontradas en las propiedades de la dentina podrían estar relacionadas con el origen étnico del paciente [10]. De acuerdo con esto, como un primer paso para definir el efecto del origen étnico en las propiedades de la dentina, en este estudio se evaluó tanto la microestructura como composición química de la dentina de un grupo de pacientes jóvenes colombianos entre los 18 y 30 años.

## **2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Terceros molares (N=12) obtenidos durante procesos rutinarios de extracción en la Facultad de Odontología de la Universidad Cooperativa de Colombia, fueron extraídos siguiendo los procedimientos y lineamientos planteados en la Declaración de Helsinki. En todos los casos, las muestras se encontraban libres de caries y no habían sido sometidas a tratamientos reconstructivos previos.

Luego de la extracción, los dientes fueron rotulados con información sobre el sexo y edad del paciente. En todos los casos las piezas extraídas fueron almacenadas a una temperatura de 2°C en una solución salina balanceada de Hank (HBSS) y en un período no superior a tres semanas posterior a la extracción, estas fueron cortadas y preparadas de acuerdo a las pruebas realizadas.

Las piezas fueron cortadas en sentido mesiodistal a la altura de la DEJ con el fin de exponer la dentina del diente, el corte se realizó utilizando un disco abrasivo impregnado de diamante continuamente enfriado por agua. Posteriormente, las muestras fueron embebidas en resina epóxica y pulidas usando papeles abrasivos y pasta de diamante de 6, 3 y 1  $\mu\text{m}$ .

La microestructura de la dentina fue analizada utilizando microscopía óptica con el fin de determinar los diámetros de los túbulos dentinarios, diámetro de la dentina peritubular y la cantidad de túbulos dentinarios. Una vez analizada la superficie de la dentina se realizó un nuevo proceso de pulido removiendo aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  de material, este procedimiento se continuó hasta alcanzar la pulpa del diente. De esta manera fue posible estudiar los cambios que se dan en la dentina en función de la profundidad en el diente.

La información obtenida en cada punto a lo largo de la muestra fue normalizada con el espesor de la dentina y fue clasificada como dentina superior (1.00-0.76), dentina media (0.75-0.36) y dentina inferior (0.35-0.00). En todos los casos, con el fin de analizar las diferencias obtenidas en cuanto al tipo de dentina, se realizó un análisis de varianza con un nivel de confiabilidad del 95%.

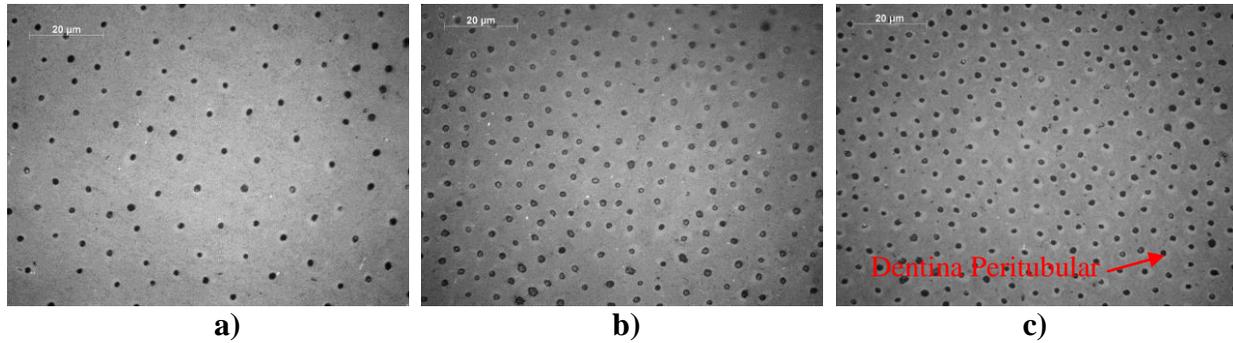
Para la determinación de la composición química de la dentina, terceros molares fueron seccionados transversalmente con el fin de exponer la dentina superior, media e inferior así como la DEJ, las muestras fueron pulidas siguiendo el procedimiento planteado anteriormente. Para la realización de las pruebas, se utilizó un equipo Espectrómetro Raman confocal marca Horiba Jobin Yvon, Modelo Labram HR de alta resolución. Para cada muestra se realizaron cuatro medidas, distribuidas desde la pulpa hasta la DEJ.

La relación entre la porción mineral y la matriz de colágeno de la dentina fue calculada relacionando la banda asociada a los movimientos de flexión de los grupos  $\nu_4\text{PO}_4$  presentes en la hidroxiapatita ( $589\text{ cm}^{-1}$ ) y la banda asociada a los movimientos fuera del plano del enlace péptido presentes en el colágeno ( $1254\text{ cm}^{-1}$ ) [11,12].

### 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

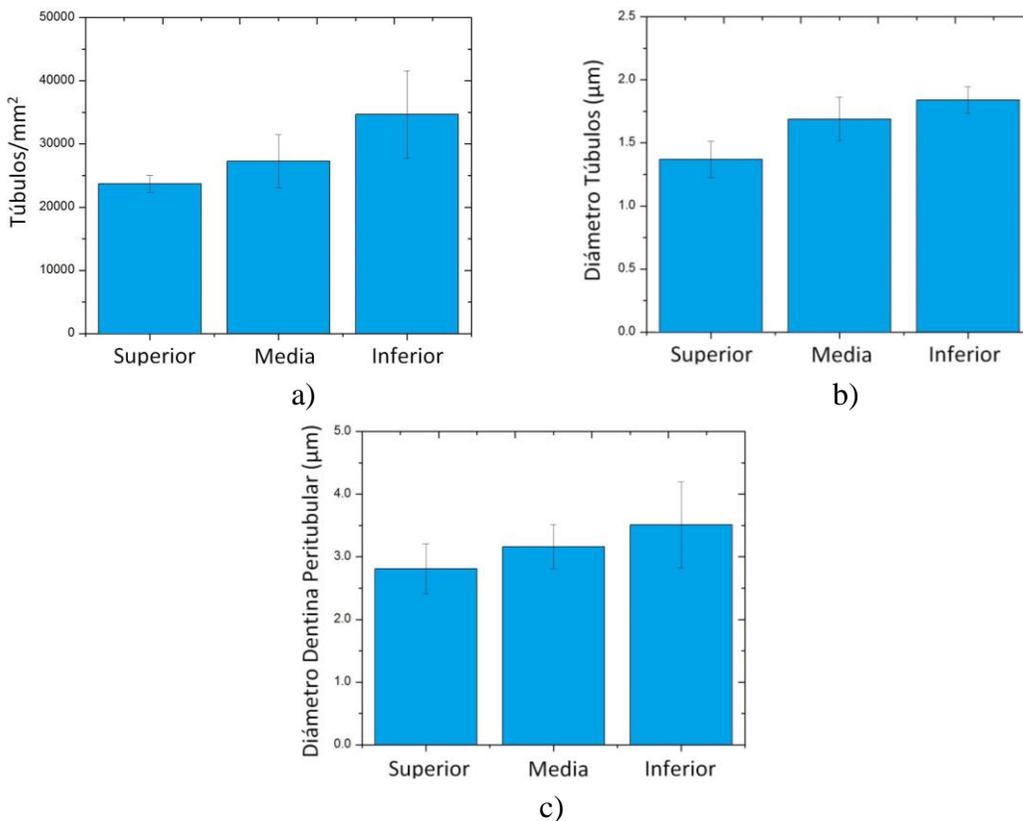
En la figura 1 se muestra la microestructura encontrada para cada tipo de dentina, en donde se puede ver una diferencia en el tamaño de los túbulos dentinarios y su cantidad, así mismo, se puede ver la dentina peritubular que rodea a cada uno de los túbulos dentinarios.

Los valores obtenidos para la densidad y diámetro de los túbulos dentinarios, así como el diámetro de la dentina peritubular se muestran en la figura 2. En el caso de la densidad de túbulos, se encontró una disminución en la cantidad de túbulos al disminuir la distancia al DEJ, encontrados valores de 23.700 túbulos/ $\text{mm}^2$  para la dentina superior y 34.600 túbulos/ $\text{mm}^2$  para la dentina inferior, estos resultados aunque inferiores, son similares a los encontrados en la literatura por Marshall et al. [13]. En los resultados obtenidos, se encontró una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la densidad en los túbulos dentinarios encontrados para los diferentes tipos de dentina.



**Figura 1.** Microestructura para diferentes tipos de dentina. a) Superior, b) Media c) Inferior.

Un comportamiento similar se encontró para el diámetro de los túbulos dentinarios, en donde se tiene un diámetro promedio de 1.84 µm para la dentina inferior y el cual disminuye hasta 1.37 µm al acercarse a la DEJ. Cuando se comparan estos valores con los encontrados en la literatura para la dentina de pacientes jóvenes de Estados Unidos, no se encontraron diferencias significativas, encontrando valores de 1.60 µm para la dentina inferior, 1.40 µm para la dentina media y 1.20 µm para la dentina superior, estos resultados sugieren que las características microestructurales de la dentina podrían no estar definidas por el origen étnico del paciente.

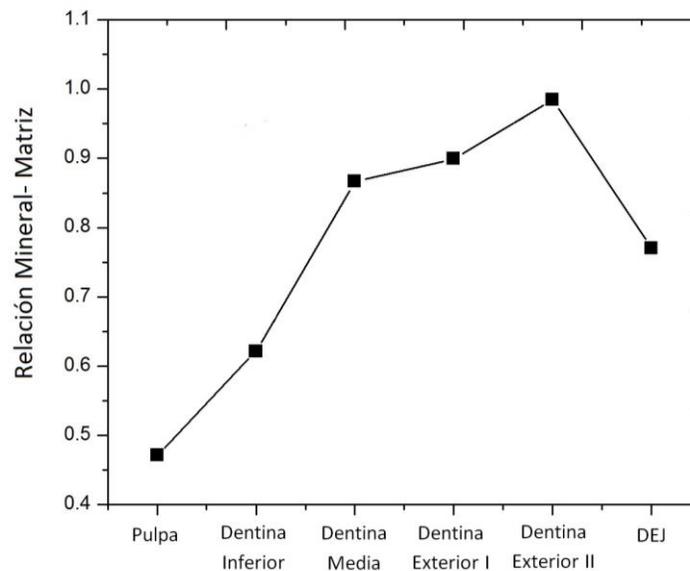


**Figura 2.** Resultados obtenidos para diferentes tipos de dentina. a) Densidad túbulos dentinarios, b) Diámetro túbulos dentinarios, c) Diámetro dentina peritubular.

Los resultados encontrados para el diámetro de la dentina peritubular muestran un comportamiento similar al encontrado para el diámetro de los túbulos, en donde se tiene un

mayor diámetro para aquellos túbulos cercanos a la pulpa, los valores encontrados para estos diámetros muestran que el diámetro de la dentina peritubular corresponde al doble del diámetro tubular. En los resultados obtenidos, se encontró una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre los valores encontrados para los diferentes tipos de dentina.

Los resultados obtenidos para la relación mineral-matriz de los diferentes tipos de dentina se muestran en la figura 3. Se observa un aumento en la relación mineral- matriz al acercarse a la DEJ, una mayor relación mineral-matriz describe una dentina con una menor proporción de material orgánico, este comportamiento se debe a que cerca de la pulpa los odontoblastos secretan dentina secundaria desde la pulpa hasta la DEJ durante toda la vida, esta dentina depositada no es mineralizada, por lo que presenta una mayor cantidad de colágeno [14]. Resultados similares fueron obtenidos por Ryou et al., quienes evaluaron la composición química de la dentina por medio de FTIR [15].



**Figura 3.** Relación Mineral- Matriz para diferentes ubicaciones en el diente obtenidos por Espectroscopia Raman.

En el caso del DEJ, se presenta una disminución de aproximadamente 20% en el valor de la relación mineral-matriz al comprar con la dentina exterior, esto significa que cerca al esmalte predomina el contenido de colágeno, lo cual dada la función del diente permite la transferencia de cargas entre el esmalte y la dentina y disminuir la propagación de grietas dentro de la dentina en caso de fractura del esmalte.

#### 4 CONCLUSIONES

Utilizando técnicas de microscopía y espectroscopía fue posible estudiar la dentina de pacientes colombianos entre 18 y 30 años. Se encontró un cambio en la cantidad y tamaño de los túbulos dentinarios y la dentina peritubular desde la pulpa hasta la DEJ, presentándose una disminución tanto en la densidad como en el diámetro de los túbulos. Los resultados encontrados son similares a los reportados para pacientes de Estados Unidos, por lo que las características de la dentina podrían no estar definidas por el origen étnico del paciente. En el caso de la composición

química, se encontró una disminución en el contenido de material orgánico de la dentina al acercarse al esmalte, sin embargo, justo en la DEJ se encontró un aumento en la cantidad de colágeno.

## **5 AGRADECIMIENTOS**

Los autores quisieran expresar su agradecimiento al Dr. Santiago Arango de la Universidad Cooperativa de Colombia por su colaboración en la consecución de las muestras dentales y al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias por su apoyo económico mediante beca para estudios doctorales nacionales.

## **6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Ten Cate, A.R. "Oral histology: development, structure and function". Philadelphia, Mosby, 1998.
2. Gómez de Ferraris, M., Campos Muñoz, A. "Histología, Embriología E Ingeniería Tisular Bucodental". Mexico D.F., Editoria Medica Panamericana, 2009.
3. Giannini, M., Chaves, P., Oliveria, M. "Effect of tooth age on bond strength to dentin", *J Appl Oral Sci*, Vol. 11, No. 4, pp. 342-347, 2003.
4. Ivancik J., Arola D.D., "The importance of microstructural variations on the fracture toughness of human dentin", *Biomaterials*, vol. 34, No. 4, pp. 864-74, 2013.
5. Pashley, D.H. "Dentin: a dynamic substrate-a review", *Scanning Microsc.* Vol. 3, No. 1, pp. 161-174, 1989.
6. Olsson, S., Oilo, G., Adamczak, E., "The structure of dentin surfaces exposed for bond strength measurements", *Scand J Dent Res*, Vol. 101, No. 3, pp. 180-184, 1993.
7. Fosse, G., Saele, P.K., Eide, R.. "Numerical density and distributional pattern of dentin tubules", *Acta Odontol Scand*, Vol. 50, No. 4, pp. 201-210, 1992.
8. Patteta, "Basic Sciences Bhatia's Dentogist MCQs in Dentistry with Explanatory Answers Updated till 2007 5/e 2008", Noida. Jaypee Brothers Publishers, 2008.
9. Tesch, W., Eidelman, N., Roschger, P., Goldenberg, F., Klaushofer, K., Fratzl, P., "Graded microstructure and mechanical properties of human crown dentin", *Calcif TissueInt*, Vol. 69, No. 3, pp. 147-153, 2001.
10. Ivancik, J., Arola, D., "A microstructural analysis of the tubules in human dentin", 89th General Session and Exhibition of the IADR, San Diego CA, March 16-19, 2011a, Abstract 0830.
11. Goodyear, S.R., Gibson, I.R., Skakle, J.M.S., Wells, R.P.K., Aspden, R.M., "A comparison of cortical and trabecular bone from C57 Black 6 mice using Raman spectroscopy", *Bone*, Vol. 44, No. 5, pp. 899-907, 2009.
12. Kazanci, M., Roschger, P., Paschalis, E.P., Klaushofer, K., Fratzl, P., "Bone osteonal tissues by Raman spectral mapping: orientation-composition", *J Struct Biol*, Vol. 156, No. 3, pp. 489-496, 2006.
13. Marshall, G.W., Marshall, S.J., Kinney, J.H., Balooch, M., "The dentin substrate: structure and properties related to bonding", *J Dent*, Vol.25, No. 6, pp. 441-458, 1997.
14. Krishna, G., "Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry: An Adaptation, 1/e", Chennai, Elsevier, 2013
15. Ryou, H., Amin, N., Ross, A., Eidelman, N., Wang, D.H., Romberg, E., Arola, D., "Contributions of microstructure and chemical composition to the mechanical properties of dentin", *J Mater Sci Mater Med*, Vol. 22, No. 5, pp. 1127-1135, 2011.