



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Luz Alexandra Saldarriaga Cadavid**

**Fluorosis dental en una zona endémica del norte de Colombia y  
análisis de factores asociados**

**Araraquara**  
**2020**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Luz Alexandra Saldarriaga Cadavid**

**Fluorosis dental en una zona endémica del norte de Colombia y  
análisis de factores asociados**

Tesis presentada al Programa de Pos-Graduación en Ciencias Odontológicas, de la Facultad de Odontología de Araraquara, de la Universidad Estadual Paulista (Unesp) para obtención del título de Doctor en Ciencias Odontológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Fabiano Jeremias

**Araraquara**

**2020**

Saldarriaga Cadavid, Luz Alexandra

Fluorosis dental en una zona endémica del norte de Colombia y análisis de factores asociados / Luz Alexandra Saldarriaga Cadavid. -- Araraquara: [s.n.], 2020  
93 f.; 30 cm.

Tesis (Doctor en Ciencias Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia  
Orientador: Prof. Fabiano Jeremias

1. Fluorosis dental 2. Dentición permanente 3. Diagnóstico  
4. Estudios longitudinales 5 Factores asociados I. Título

**Luz Alexandra Saldarriaga Cadavid**

**Fluorosis dental en una zona endémica del norte de Colombia y  
análisis de factores asociados**

**Comisión Juzgadora**

Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Odontológicas

**Presidente y orientador:** Prof. Dr. Fabiano Jeremias

2° Examinador: Profa. Dra. Lourdes Aparecida Martins dos Santos-Pinto

3° Examinador: Profa. Dra. Elaine Pereira da Silva Tagliaferro

4° Examinador: Profa. Dra. Juliana Feltrin de Souza

5° Examinador: Prof. Dr. Manuel Restrepo Restrepo

Araraquara, 10 de septiembre de 2020.

## DATOS CURRICULARES

*Luz Alexandra Saldarriaga Cadavid*

NACIMIENTO: 22/07/1962 – Medellín – Colombia

FILIACIÓN: Jaime Alberto Saldarriaga M. y Marietta Cadavid Q.

### FORMACIÓN ACADÉMICA

1981-1985: Curso de Odontología Facultad de odontología Universidad CES

1986-1987: Practica Social Obligatoria. Cooperativa de cafeteros Andes-Antioquia.  
Empresas públicas de Medellín

1988-1989: Curso de Posgrado especialización en Odontopediatria y Ortodoncia  
Interceptiva. Facultad de Odontología Universidad CES.

2000-2002: Especialización en Epidemiología Universidad CES.

2002-2003: Maestría en Epidemiología Universidad CES.

2001-2001: Curso de investigación clínica en odontología Universidad de Washington.  
Seattle, EUA. Julio- agosto.

2007-2009: Cursos corta duración Sistema de medición de caries dental ICDAS.  
Universidad El Bosque-Bogota; Universidad de Michigan-EUA; Universidad  
Javeriana-Bogota.

2012-2012: La Salud pública dental en el contexto de la Salud general. Universidad  
CES-Aarhus University. Colombia-Dinamarca. Octubre.

1990-2020: Docente Universidad CES.

1990-2020: Miembro Academia Colombiana de Odontología Pediátrica. ACOP

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a la profesora Tuka por esta gran oportunidad y por haber hecho posible este sueño, junto a el Programa DINTER FOAr-UNESP (Brasil)/CES-Colombia.

A mi familia y en especial a mi esposo Fernando y a mi hijo Federico por todo su apoyo, su amor y su paciencia.

A mi orientador Fabiano, por todo su acompañamiento y apoyo en este caminar.

Al Doctor Julian Emilio, decano de la Universidad CES, por la oportunidad y motivación hasta el final.

A Diego Fernando Rojas por su apoyo permanente.

A Manuel Restrepo y mis compañeras de doctorado Rosana, Jenny, Adriana, Liseth, Melissa y muy especialmente a Yazmi, por su apoyo y motivación.

A la profesora Marília Buzalaf y Thamyris Carvalho, de la Facultad de Odontología de Bauru (Universidad de São Paulo), por su apoyo en este trabajo.

A la profesora Fernanda y demás profesores del Programa de Posgraduación en Ciencias odontológicas, de la Facultad de Odontología de Araraquara (Unesp), por compartir su conocimiento y amistad.

A la Universidad CES, por el soporte académico moral y ético; y su apoyo con la financiación del proyecto. (INV032017008)

A Dios, por estar siempre conmigo y por haber puesto a todas estas hermosas personas en mi camino.

## AGRADECIMENTOS

A la **Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP**, em la persona de su Magnífico Rector, Prof. Dr. Sandro Roberto Valentini y el Vice-Rector, Prof. Dr. Sérgio Roberto Nobre.

A la **Facultad de Odontología de Araraquara** – Universidad Estadual Paulista, representada por el Director Prof. Dr. Edson Alves de Campos y por la Vice-directora Profa. Dra. Patrícia Petronília Nordi Sasso Garcia.

A la **Coordinación de Pós-Graduación en Ciências Odontológicas** de la Facultad de Odontología de Araraquara – FOAr – UNESP, representada por la Coordinadora, Profa. Dra. Fernanda Lourenção Brighenti y la Vice-Coordinadora, Profa. Dra. Alessandra Nara de Souza Rastelli.

A mi orientador, **Prof. Dr. Fabiano Jeremias**, por la contribución y orientación para este trabajo.

A la **seccion de Pós-Graduación**, en especial a Cristiano, por su acompañamiento.

A todos los **funcionarios de la Biblioteca** de la FOAr - UNESP por su colaboración.

A los **profesores de la Disciplina de Odontopediatria** de la Facultad de Odontología de Araraquara - FOAr – UNESP, Angela Cristina Cilense Zuanon, Cyneu Aguiar Pansani, Elisa Maria Aparecida Giro, Fabio César Braga de Abreu e Lima, Fernanda L. Brighenti, Josimeri Hebling Costa, Lourdes Aparecida Martins dos Santos-Pinto, Rita de Cássia Loiola Cordeiro, por conocimiento compartido.

Saldarriaga Cadavid LA. Fluorosis dental en una zona endémica del norte de Colombia y análisis de factores asociados [Tesis de doctorado]. Araraquara: Facultad de Odontología de UNESP; 2020.

## RESUMEN

**Introducción:** El Cedro es una zona endémica de fluorosis dental (FD) con condiciones geográficas específicas y acceso limitado, de gran interés para el estudio epidemiológico y clínico de la FD, falta claridad sobre sus factores asociados. **Objetivo:** caracterizar la fluorosis dental su prevalencia, cambio clínico y factores asociados en los niños del corregimiento El Cedro, Córdoba (Colombia) **Métodos:** En el marco de un estudio observacional analítico con diseño transversal se realizó diagnóstico visual de FD en los dientes permanentes, según los criterios del índice de Thylstrup y Fejerskov (TFI). Se realizaron tres estudios. El primer estudio, evaluó la prevalencia y severidad de la enfermedad y factores asociados, mediante un cuestionario aplicado a los padres. Todos los escolares de 8 a 12 años (n=220) fueron llamados, solo acudieron 77 niños (evaluados en 2018). El segundo estudio analizó el cambio en la manifestación clínica de la enfermedad después de tres años de acuerdo al diagnóstico de severidad (TFI) en cada diente permanente y su relación con sexo, edad y severidad al inicio; fueron evaluados 92 niños (2015 y 2018). El tercer estudio determinó los cambios en la frecuencia de la FD según cohorte de nacimiento, en todos los niños evaluados en 2015 o 2018 (n=274). Adicionalmente, un análisis puramente exploratorio evaluó la exposición actual al fluoruro (F) en las uñas de los pies de 37 niños voluntarios y se midió la concentración de F en  $\mu\text{g F/gr(L)}$  (en materiales locales), mediante método de difusión-HMDS utilizando un electrodo de ion-específico. En el primer estudio se utilizó un modelo de regresión logística ordinal, en el segundo y el tercero se utilizó un modelo de regresión logística binomial con enlace logarítmica, a un nivel de significancia del 5%. **Resultados:** En el estudio uno se encontró una prevalencia de FD de 98,70% en los niños de 8 a 12 años, con severidad entre escores 1-7 distribuido así TF1 (9,20%), TF2 (22,30%), TF3 (48,60%), TF4 (2,60%), TF5 (14,40%), TF6 (1,32%) y TF7(1,32%). No se encontró asociación entre la severidad y la edad y el género ( $p \geq 0,05$ ), mientras si se observó con relación a la cantidad de crema dental utilizada como alverja pequeña ( $p=0,02$ ) y la utilización de fogón de leña interno para la preparación de los alimentos ( $p=0,04$ ). En el segundo estudio, al evaluar el cambio de la severidad de las lesiones en los dientes se encontró predominio de FD 1-3, siendo la categoría 2 la más frecuente en los dientes evaluados en 2018. El 46,30% de los dientes permanecieron igual, el 29,60% presentó disminución, y el 32,93% presentó aumento en la severidad según TFI; no se encontró asociación con la edad ( $p > 0,05$ ). En el tercer estudio se encontró en 274 niños, entre 8 y 18 años de edad, de ambos géneros, un porcentaje de incremento de la FD promedio estimado del 17,00% con un RR=1,17 IC del 95%: 0,89-

1,55, entre los períodos evaluados 2015 y 2018. La frecuencia de FD fue mayor en las edades más jóvenes, que corresponden a individuos nacidos en cohortes (2003 – 2011), contrario a la cohortes más antiguas (2000-2002). En las uñas analizadas se encontró  $2,48 \pm 2,29 \mu\text{g F/gr}$  (mínimo-0,03, máximo-8,68  $\mu\text{g F/gr}$ ). Cerca de 37,83% de los niños presentaron concentraciones de Fluoruro (F) en uñas  $\geq 2 \mu\text{g F/gr}$ . En la muestra exploratoria de tierra y carbón la concentración fue de  $0,12 \pm 0,14 \mu\text{g F/gr}$ ; en la de agua fue de  $0,01 \pm 0,00 \mu\text{g F/gr}$ ; en los snacks se encontró  $0,5 \pm 0,55 \mu\text{g F/gr}$ , mientras que en el condimento fue de  $6,70 \mu\text{g F/gr}$ ; y en los medicamentos reportados ser consumidos por las madres en el ultimo trimestre de embarazo, varió entre 0,10 y 0,80  $\mu\text{g F/gr}$ . **Conclusion:** La FD es una enfermedad endémica con una prevalencia alta, en el Cedro. El aumento en la frecuencia de FD observado entre los períodos 2015 y 2018 no logra explicarse por el cambio en la incidencia según cohorte de nacimiento. Se identificó una exposición al F moderada, la exposición al F encontrada es reciente, se debe tener presente que no hay temporalidad con la FD encontrada. Se observó variabilidad en el cambio de FD después de 3 años; los dientes de erupción posterior presentaron mayor incidencia de aumento en la severidad, según el TFI. La severidad de FD encontrada presentó asociación con la cantidad de crema dental utilizada y la utilización de fogón de leña interno para la preparación de los alimentos, en los primeros años de vida. La FD se comporta como una enfermedad dinámica con cambios pos eruptivos entre la niñez y la adolescencia y puede estar relacionada con el estilo de vida local.

**Palabras claves:** Fluorosis dental. Dentición permanente. Diagnóstico. Estudios longitudinales. Factores asociados.

Saldarriaga Cadavid LA. Fluorose dentária em uma área endêmica do norte da Colômbia e análise de fatores associados [Tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

## RESUMO

**Introdução:** El Cedro é uma área endêmica de fluorose dentária (FD) com condições geográficas específicas e acesso limitado, de grande interesse para o estudo epidemiológico e clínico da FD. **Objetivo:** caracterizar a fluorose dentária e o comportamento dos fatores associados risco em crianças do distrito de El Cedro, Córdoba (Colômbia). **Métodos:** No âmbito de um estudo observacional analítico, de delineamento transversal, foi realizado um diagnóstico visual da FD em dentes permanentes, segundo os critérios do índice de Thylstrup e Fejerskov (TFI). Três estudos foram realizados. O primeiro estudo avaliou a prevalência e severidade da doença e sua associação com fatores associados por meio de questionário aplicado aos pais; Todos os escolares de 8 a 12 anos (n=220) foram convidados, mas foram avaliadas 77 crianças (avaliadas em 2018). O segundo estudo analisou a mudança na manifestação clínica da doença após três anos e sua relação com sexo, idade e severidade no início do estudo; foram avaliadas 92 crianças (2015 e 2018). O terceiro estudo determinou as mudanças na frequência do DF de acordo com o coorte de nascimentos, em todas as crianças avaliadas em 2015 e 2018 (n = 274). Adicionalmente, uma análise puramente exploratória avaliou a exposição atual ao flúor (F) nas unhas dos pés de 37 crianças; a concentração de F também foi medida em  $\mu\text{g F/gr}$  (em materiais locais), pelo método de difusão-HMDS usando um eletrodo íon-específico. No primeiro estudo, foi utilizado um modelo de regressão logística ordinal; no segundo e terceiro estudos, um modelo de regressão logística binomial com ligação logarítmica, ao nível de significância de 5%. **Resultados:** No primeiro estudo, foi encontrada uma prevalência de FD de 98,70%, com severidade entre os escores 1-7, distribuído assim TF1 (9,20%), TF2 (22,30%), TF3 (48,60%), TF4 (2,60%), TF5 (14,40%), TF6 (1,32%) y TF7(1,32%). Não foi encontrada correlação entre severidade e idade e sexo ( $p \geq 0,05$ ), mas foi observada em relação à quantidade de creme dental utilizada como ervilha pequena ( $p = 0,02$ ) e ao uso de um fogão a lenha interno para a preparação da comida ( $p = 0,04$ ). No segundo estudo, ao avaliar a alteração na severidade das lesões nos dentes, foi encontrada uma predominância de FDI 1-3, sendo a categoria 2 a mais frequente em 2018. Cerca de 46,30% dos dentes mantiveram os mesmos escores; 29,60 % diminuíram e 32,93% aumentaram; não foi encontrada associação com a idade ( $p > 0,05$ ). No terceiro estudo, 274 crianças, de 8 a 18 anos, de ambos os sexos, apresentaram um percentual médio estimado de aumento de FD de 17,00%, com RR = 1,17 (IC 95%: 0,89-1,55), entre os períodos avaliados de 2015 e 2018. O aumento da frequência de FD foi maior nas idades mais jovens,

correspondendo a indivíduos nascidos em coortes (2003-2011), ao contrário da coorte mais antiga (2000-2002). Foi observado nas unhas analisadas  $2,48 \pm 2,29 \mu\text{g F/gr}$  (mínimo-0,03, máximo-8,68  $\mu\text{g F/gr}$ ). Cerca de 37,83% das crianças apresentou concentrações de fluoreto (F) nas unhas  $\geq 2 \mu\text{g F/gr}$ . Na amostra exploratória do solo e carvão, a concentração foi de  $0,12 \pm 0,14 \mu\text{g F/gr}$ ; na água foi de  $0,01 \pm 0,00 \mu\text{g F/gr}$ ; nos lanches foi encontrado  $0,50 \pm 0,55 \mu\text{g F/gr}$ , no tempero foi de  $6,70 \mu\text{g F/gr}$ ; e nos medicamentos relatados pelas mães variaram entre 0,10 e 0,80  $\mu\text{g F/gr}$ . **Conclusão:** A FD é uma condição endêmica, com alta frequência em El Cedro. O aumento da frequência de FD observado entre os períodos de 2015 e 2018 não pode ser explicado pela mudança na incidência de acordo com a coorte de nascimentos. Foi identificada uma exposição moderada ao flúor, tenha em mente a não temporalidade com a FD encontrada. A variabilidade na mudança foi observada após 3 anos do primeiro exame, de acordo com o TFI; dentes com irrupção posterior apresentaram maior incidência de aumento na severidade. A severidade da FD encontrada foi associada com a quantidade de creme dental utilizada e o uso de fogão a lenha interno para a preparação de alimentos nos primeiros anos de vida. A FD se comporta como uma doença dinâmica, com alterações pós-irruptivas entre a infância e a adolescência e pode estar relacionada ao estilo de vida local.

**Palavras chave:** Fluorose dentária. Dentição permanente. Diagnóstico. Estudos longitudinal. Fatores associados.

Saldarriaga Cadavid LA. Dental fluorosis in an endemic area of northern Colombia and analysis of associated factors [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

## ABSTRACT

**Introduction:** El Cedro is an endemic area of dental fluorosis (DF) with specific geographical conditions and limited access, of great interest for the epidemiological and clinical study of DF. **Objective:** To characterize dental fluorosis and the behavior of associated factors in children in the district of El Cedro, Córdoba (Colombia). **Methods:** As part of an observational analytical study, with a cross-sectional design, a visual diagnosis of DF was performed on permanent teeth, according to the criteria of the Thylstrup and Fejerskov index (TFI). Three studies were carried out. The first study evaluated the prevalence and severity of the disease and its association with associated factors using a questionnaire applied to parents. All schoolchildren aged 8 to 12 (n=220) were called, but 77 children were included (evaluated in 2018). The second study analyzed the alteration in the clinical manifestation of the disease after three years and its relationship with sex, age and severity at the beginning of the study; 92 children (2015 and 2018) were evaluated. The third study determined changes in the frequency of DF according to the birth cohort, in all children assessed in 2015 and 2018 (n = 274). In addition, a purely exploratory analysis assessed the current exposure to fluoride in the toenails of 37 children; the fluoride concentration was also measured in  $\mu\text{g F/gr}$  (in local materials), using the HMDS-diffusion method using an ion-specific electrode. In the first study, an ordinal logistic regression model was used; in the second and third studies, a binomial logistic regression model with logarithmic link, at 5% significance level. **Results:** In the first study, a prevalence of DF of 98.70% was found, with severity scores 1-7, distributed as TF1 (9,20%), TF2 (22,30%), TF3 (48,60%), TF4 (2,60%), TF5 (14,40%), TF6 (1,32%) y TF7(1,32%). No association was found between severity and age and sex ( $p \geq 0,05$ ), but it was observed in relation to the amount of toothpaste used as small peas ( $p = 0,02$ ) and the use of an internal wood stove for the food preparation ( $p = 0,04$ ). In the second study, when assessing the alteration in the severity of lesions on the teeth, a predominance of TFI 1-3 was found, with score 2 being the most frequent in 2018. About 46,30% of the teeth maintained the same scores; 29,60% decreased and 32,93% increased; no association was found with age ( $p > 0,05$ ). In the third study, 274 children, 8 to 18 years old, of both sexes, had an estimated average percentage increase in DF of 17,00%, with a RR= 1,17 (95% CI: 0,89-1,55), among the evaluated periods of 2015 and 2018. The increase in the frequency of DF was greater at younger ages, corresponding to individuals born in cohorts (2003-2011), in contrast to the cohort (2000-2002). It was observed in the nails analyzed  $2,48 \pm 2,29 \mu\text{g F/gr}$  (minimum-0,03,

maximum-8,68  $\mu\text{g F/gr}$ ). Approximately 37,83% of the children had fluoride (F) concentrations in the nails  $\geq 2 \mu\text{g F/gr}$ . In the exploratory sample of soil and coal, the concentration was  $0,12 \pm 0,14 \mu\text{g F/gr}$ ; in water it was  $0,01 \pm 0,00 \mu\text{g F/gr}$ ; in snacks it was found  $0,50 \pm 0,55 \mu\text{g F/gr}$ , in seasoning it was  $6,70 \mu\text{g F/gr}$ ; and the drugs reported by the mothers ranged between  $0,10$  and  $0,80 \mu\text{g F/gr}$ . **Conclusion:** DF is a very common endemic condition in El Cedro. The increase in the frequency of DF observed between the periods of 2015 and 2018 cannot be explained by the change in incidence, according to the birth cohort. Moderate exposure to fluoride was identified, although there is no temporality with the DF. The variability in the change was observed 3 years after the first exam, according to the TFI; teeth with late eruption had a higher incidence of increased severity. The severity of the DF found was correlated with the amount of toothpaste used and the use of an internal wood stove for food preparation in the first years of life. DF behaves like a dynamic disease, with post-breakthrough changes between childhood and adolescence and may be related to the local lifestyle.

**Keywords:** Dental fluorosis. Permanent dentition. Diagnosis. Longitudinal studies. Risk factors.

## CONTENIDO

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>2 PROPOSICIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Objetivo General .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>3 PUBLICACIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Estudio 1.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Estudio 2.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Estudio 3.....</b>	<b>61</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>APENDICES .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

La fluorosis dental (FD) es un defecto del esmalte que ocurre durante su desarrollo, como consecuencia de la ingesta crónica o continua de fluoruro (F)<sup>1-3</sup>. La mayoría de los cambios causados por el F están relacionados con la interacción mineral en la matriz celular, es decir, durante la fase de mineralización<sup>1-6</sup>. El mecanismo por el cual el F altera la maduración del esmalte es multifactorial; se sabe que ocurre durante la fase de maduración del esmalte por un retraso en la remoción de las amelogeninas, fase necesaria para la mineralización del esmalte; pero no se conoce a profundidad el efecto del F en la interacción de la matriz celular y su mecanismo molecular<sup>3, 7, 8</sup>. El F puede inclusive afectar el citoplasma, la actividad celular e interferir en el proceso metabólico, no solo de los dientes, sino también del sistema esquelético.

Al mismo tiempo que se identificó la ingesta de altas concentraciones de F con la FD, las investigaciones mostraron su efecto inhibitorio en la caries dental, con la consecuente aparición, de múltiples formas de fluoruros tópicos como dentífricos, enjuagues, barnices y geles; así como el interés por la utilización de la fluorización sistémica como medida de salud pública, con la fluorización de aguas, tabletas, gotas, sales y leche, influyendo esto en los alimentos, bebidas y formulas infantiles<sup>6, 9-15</sup>.

Con la expansión en la distribución del F en el mundo y el consecuente aumento a su exposición en la población, la prevalencia de la enfermedad ha aumentado en las últimas décadas, con reportes de frecuencias en Noruega (36,00%)<sup>9</sup>, Suiza (38,00%)<sup>11</sup>, EU (65,00%)<sup>16</sup>, México (14,30%)<sup>17</sup>, Brasil (16,70%)<sup>18</sup>, Ecuador (63,70%)<sup>19</sup>, Uruguay (45,00%)<sup>20</sup> y en Colombia (62,10%)<sup>21</sup>; inclusive se há identificado poblaciones endémicas para FD<sup>11,22-26</sup>. Las zonas endémicas se caracterizan porque la frecuencia de la enfermedad se mantiene constante en el tiempo.

Colombia cuenta con fluorización de la sal de consumo humano como medida de salud pública para la prevención de caries dental en toda la población, desde 1989 (180-220 mg F/Kg de sal), con un consumo promedio de 11,90 g de sal/día. No obstante, existen zonas con fluorosis endémicas por sus altos contenidos de fluoruro en el agua natural en diferentes concentraciones y otras posiblemente por los contenidos de fluoruro en la sal, pero aún no reconocidas, teniendo en cuenta la variabilidad de la concentración de este mineral en la sal<sup>27</sup>. El Cedro (municipio Ayapel, norte Colombia) se considera una población endémica para FD, en un estudio de Restrepo y col. 2016<sup>28</sup> se encontró una prevalencia de

FD de 85,00% en los niños entre 8 y 12 años de edad, prevalencia mayor a la encontrada de 62,10%, a los 12 años de edad en Colombia<sup>21</sup>.

Aunque los factores de riesgo para FD han sido ampliamente estudiados en el mundo y su etiología parece clara en las áreas con concentración alta de F en el agua o en las sales de consumo y aun cuando hay combinación con otras fuentes, su patogénesis no está clara. La información disponible es controvertida, el uso de dentífricos fluorados desde temprana edad y su ingesta fuera de los patrones considerados normales en cuanto cantidad y frecuencia ha sido apoyado por unos y controvertido por otros y su evidencia es débil<sup>12,15,29,30</sup>. Otros factores predisponentes y de riesgo que pueden influir en su manifestación y que aún no han sido plenamente identificados, también generan controversia, entre ellos los diferentes factores ambientales y en su relación con la ingesta de fluoruro; la temperatura del aire para algunos puede aumentar el consumo diario de agua influyendo en la ingesta de F y para otros no<sup>15,23</sup>. La altitud y las condiciones climáticas como factor asociado, se reconoce, pero aún no hay claridad si su influencia es por el metabolismo del individuo, por las costumbres y/o hábitos de ingesta de alimentos<sup>15,23,29,31-33</sup>; otros factores, como la presencia o ausencia de elementos químicos y su interacción con el F, que pueden afectar la biodisponibilidad del F; factores socioeconómicos y su influencia en la calidad y estilo de vida<sup>3,12,15,33-37</sup>; y reporte de una susceptibilidad genética a la FD, relacionada con la presencia de algunos polimorfismos genéticos que pueden aumentar el riesgo de los individuos a presentar FD<sup>38</sup>, requieren más investigación.

Clínicamente, la FD en sus formas leves se caracteriza por la apariencia blanco opaca del esmalte, con numerosas líneas horizontales blancas que corren a través de la superficie del diente, y opacidades como “copos de nieve” en los bordes incisales recién erupcionados. Las líneas blancas corren a lo largo de los perikimatas como puentes transversales en la superficie del diente, o líneas incrementales del esmalte conocidas como estrías de Retzius. Las lesiones de fluorosis moderada presentan manchas café claro o amarillas; en casos muy severos, el esmalte es altamente poroso, y con alto contenido de proteínas<sup>6, 29,39</sup>.

Las características clínicas de las lesiones de FD pueden presentar cambios en el tiempo; las formas más leves expuestas a la atrición, como en los bordes incisales y en particular las superficies oclusales, pueden desgastarse al punto en que las zonas hipomineralizadas desaparecen<sup>29,39</sup>; en el esmalte severamente afectado, la hipomineralización es más extensa, la superficie externa es frágil y puede quebrarse

fácilmente con las fuerzas mecánicas de masticación. Aunque los dientes pueden presentar esmalte con signos de fosas u hoyitos al momento de erupción, la aparición de nuevos hoyitos o fosas puede darse por fracturas del esmalte poseruptivamente, en algunos casos la superficie del esmalte se pierde en las cúspides y bordes incisales<sup>6,29</sup>. Las pérdidas de estructura en el tiempo pueden presentar cambio de coloración o pigmentaciones y favorecer la aparición de caries dental<sup>39-43</sup>. El daño en la estructura del esmalte afectado por FD puede aumentar en meses y años según la severidad<sup>41,44</sup>; sin embargo, los estudios clínicos que dan cuenta de su evolución poseruptiva son pocos<sup>39,44</sup>.

Las diferencias en la prevalencia de FD en el mundo, así como su aumento sugieren, la presencia de posibles factores y fuentes, más allá de las normalizadas que pudieran estar influyendo. En este contexto la complejidad de su patogénesis y los múltiples factores de riesgo que pueden influir en su prevalencia, en su evolución clínica, unido a la preocupación actual en la comunidad académica y científica por el manejo de las políticas que regulan las múltiples formas de exposición al F, hacen que la investigación de FD, sea pertinente. El seguimiento longitudinal del diagnóstico clínico de la condición puede dar indicios de cómo se afecta y se comporta su frecuencia, severidad y su relación con la caries dental y otras condiciones dentales; para contribuir no solo al perfil del conocimiento de la FD, sino también al perfil de riesgo del uso de fluoruros<sup>2</sup> y a la prevención de necesidades de tratamiento que pueda crear su severidad.

El estudio de comunidades endémicas específicas de individuos que comparten las mismas condiciones y estilo de vida, el entorno social y ambiental es fundamental. En este caso, el Cedro puede aportar o motivar la reconstrucción del conocimiento en torno a la distribución del F para el equilibrio del riesgo beneficio del mismo.

## **2 PROPOSICIÓN**

### **2.1 Objetivo General**

El objetivo de este estudio fue caracterizar la fluorosis dental y conocer sus factores asociados en los niños del distrito de El Cedro, Ayapel, Córdoba (Colombia).

### **2.2 Objetivos Específicos**

#### **Estudio 1:**

Determinar la presencia de la FD en niños de 8 a 12 años, establecer su severidad y asociación con HMI, CD, antecedentes médicos y factores relacionados con el estilo de vida en los primeros años de vida.

#### **Estudio 2:**

Describir los cambios clínicos de las lesiones de FD según su severidad después de 3 años, y analizar su asociación con sexo, edad, grado de severidad por diente y caries dental en niños de 8 a 12 años de edad en una comunidad en el norte de Colombia (El Cedro).

#### **Estudio 3:**

Analizar cambios en la frecuencia de la FD según cohorte de nacimiento como posible explicación del aumento de la prevalencia de la enfermedad en un área endémica del norte de Colombia; y explorar la exposición al F en una serie de casos utilizando las uñas de los pies, como biomarcador y evaluar la presencia de F en algunos alimentos tipo snacks, condimento alimenticio (ampliamente consumidos), así como en elementos geológicos del entorno.

### 3 PUBLICACIONES

#### 3.1 Estudio 1\*

**Severidad de la fluorosis dental y factores asociados en niños de 8-12 años de edad: estudio epidemiológico en una zona endémica.**

Alexandra Saldarriaga,<sup>1,2</sup>. Diego Rojas-Gualdrón<sup>3</sup>. Manuel Restrepo<sup>4</sup>. Lourdes Santos-Pinto<sup>5</sup>. Fabiano Jeremias<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> DDS, MSc. Ph.D. Student. Graduate Program in Dental Science, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup> DDS. MSc. Professor. School of Dentistry, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> MSc, Ph.D. Professor. School of Medicine, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup> DDS, MSc, Ph.D. Professor. School of Dentistry, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>5</sup> DDS, MSc, Ph.D. Full Professor. Department of Morphology and Pediatric Dentistry, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>6</sup> DDS, MSc, Ph.D. Collaborator Professor, Graduate Program in Dental Science, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

#### **Correspondencia:**

Fabiano Jeremias

Graduate Program in Dental Science,

School of Dentistry, Araraquara - UNESP

Rua Humaitá, 1680

Araraquara, SP Brasil 14801-903

Email: [f.jeremias@unesp.br](mailto:f.jeremias@unesp.br)

---

\* Este artículo está formateado según las normas de la revista *General Dentistry*, al cual fue sometido para publicación. Disponible en: <https://www.agd.org/publications-and-news/general-dentistry/information-for-authors>

## RESUMEN

Objetivo: determinar la prevalencia y severidad de la Fluorosis Dental (FD) y la asociación de la severidad con factores de riesgo. Metodología: en un estudio transversal, niños (8-12 años-de-edad), nacidos en Ayapel (El Cedro-Colombia) fueron evaluados por 2 examinadores calibrados, en los criterios del índice de Thylstrup y Fejerskov (TFI) para FD. También se evaluaron la Hipomineralización molar-incisiva (HMI) y la caries dental (CD). Se aplicó un cuestionario de factores de riesgo y económicos, a los padres/responsables de los niños. Se utilizó un modelo de regresión logística ordinal ( $p < 0.05$ ). Resultados: se encontró FD en 76 (98.7%) niños (con una media de dientes permanentes afectados de  $18.4 \pm 1.81$ ). La severidad score TF2 fue la más observada (34.8%) en los dientes evaluados. Las lesiones que presentan pérdida estructural moderada TF 6-7, fueron evidenciadas en el grupo de edad de 12 años. No se encontró asociación entre la severidad y la CD (OR=1.35; IC95%:0.56-3.26) o con HIM (OR=1.39; IC95%:0.43-4.46). Se encontró una asociación significativa con la severidad de la FD en los niños que utilizaban fogón de leña-interno para la preparación de los alimentos (OR=9.34; IC95%:1.11-78.57) y utilizaban un volumen de crema dental del tamaño de una alverja-pequeña (OR=27.42; IC95%:1.57-477.36). Conclusión: la frecuencia de la FD fue alta y la severidad mostró correlación con la utilización de fogón de leña interno para la preparación de los alimentos y la cantidad de crema-dental utilizada.

**Palabras-clave:** Fluorosis dental, severidad, niños, estudio epidemiológico.

## INTRODUCCIÓN

La FD es una enfermedad endémica en varias partes del mundo<sup>1-3</sup>. Como factor asociado se reconoce la cantidad total de Fluoruro (F) ingerido desde diversas fuentes, durante el periodo de la amelogenésis<sup>4,5</sup>. Existen múltiples fuentes de F y todas tienen el potencial de causar fluorosis dental, incluyendo F-natural, F-artificial o adicionado al agua, productos dentales, sal de cocina, leche y suplementos dietéticos, además, exposiciones vinculadas con la ocupación o estilo de vida<sup>5,7</sup>.

Además hay otras formas de fluorosis endémica (FE), en las que intervienen otros factores, en China, donde alimentos como el té, maíz, ají, entre otros, cocinados por largo tiempo y a altas temperaturas en fogones de carbón y barro, han sido asociados con la FD<sup>1,3,8,10</sup>. Otras partes en el mundo reportan concentraciones bajas de F en el agua y altas prevalencias de FD, como India (64.3%)<sup>11</sup>; Nigeria (26.1%-51%)<sup>12</sup>; México (83.8%)<sup>13</sup> con sal fluorada; y Brasil (8.53%- 80.4%)<sup>14</sup> con otros factores asociados: frecuencia de cepillado-dental e inicio del uso de crema-dental desde la aparición del primer diente en boca<sup>20</sup>, agentes de F-tópico comunes en varias partes del mundo<sup>6,9</sup>.

Los factores asociados incluyen la frecuencia del cepillado de los dientes, el tiempo transcurrido entre la aparición del primer diente y el uso de crema-dental<sup>15</sup>, y el F en agentes tóxico comunes en muchas partes del mundo<sup>4</sup>. Los diversos factores socioeconómicos, ambientales, hidroquímicos, y factores individuales modifican la exposición al F y su severidad<sup>1,3,14,16</sup> y conducen a diferencias en la exposición al F, entre países, regiones y distritos

La expansión en las fuentes de F y las diferencias en los factores asociados, han generado controversias en el riesgo-beneficio y dosis de F, que ameritan nuevos estudios. El seguimiento del diagnóstico clínico y epidemiológico de la enfermedad desde distintos escenarios o subgrupos, con el estudio de comunidades endémicas específicas, de individuos que comparten las mismas condiciones, estilo de vida, entorno social y ambiental. Las características endémicas pueden dar indicios de cómo se afecta y se comporta la severidad, su relación con factores demográficos, hábitos de higiene bucal y factores individuales del niño, para contribuir al perfil del conocimiento de la enfermedad, del riesgo y del uso de fluoruros<sup>17</sup>.

Es importante identificar todos los factores de riesgo y todas las fuentes de F que pueden conducir a esta alteración del esmalte, identificar el problema tempranamente desde la dentición primaria y prevenir la FD en la dentición permanente<sup>18</sup>. Por lo tanto, su detección clínica, la identificación de sus factores asociados y la determinación de su diagnóstico diferencial son esenciales para el manejo clínico de los pacientes afectados. El conocimiento epidemiológico de la enfermedad es un importante indicador para determinar acciones para promover la salud bucal y puede contribuir a prevenir la aparición de la FD en futuras generaciones. Este hecho motivo el desarrollo del presente estudio, cuyo objetivo fue determinar la presencia de la FD en niños de 8 a 12 años, establecer su severidad y asociación con HMI, CD, antecedentes médicos y factores relacionados con el estilo de vida, en una comunidad rural aislada donde existe preocupación por la FD y su severidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

Este estudio está descrito conforme a las guías STROBE, para el reporte de estudios transversales. Se realizó un estudio transversal descriptivo, en una muestra de 77 niños, entre 8 a 12 años de edad de la población de El Cedro (Norte de Colombia). Con una población total de 929 habitantes aproximadamente, la cual está cubierta por el programa de salud pública en Colombia, de fluorización de la sal de cocina (180-220 ppm), desde 1989. La zona tiene una concentración media de F en el agua de 0.10 ppm F, temperatura media de 32.7 °C, altura sobre el nivel del mar de 40 mts, recibe el agua de pozo natural, no cuenta con acueducto municipal para su tratamiento, y es de acceso fluvial. La información se recolectó en un periodo de una semana en agosto de 2018.

### **Participantes**

Se incluyeron niños entre los 8 y los 12 años naturales de Ayapel; con presencia de al menos los primeros molares y los incisivos permanentes superiores e inferiores. Los criterios de no inclusión fueron: presencia de síndromes ligados a malformaciones del esmalte, defectos del esmalte dentario causados por trauma, y niños con aparatos ortodónticos. Todos los niños (8-12 años) del colegio local (n=220), fueron llamados para ser evaluados; sin embargo, no se alcanzó el total de niños debido a: niños ausentes el día de clase, falta de incisivos permanentes en algunos niños y falta de envío de autorización por parte de los padres, para una evaluación final de 77 niños.

## **Variables y mediciones**

La evaluación clínica fue realizada en un consultorio odontológico, dotado con luz artificial, y jeringa triple, utilizando espejo plano número 5 y sonda periodontal, recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Después de una limpieza con profilaxis profesional y secado de los dientes con gaza, el examen completo fue efectuado por dos evaluadores calibrados para el diagnóstico de FD (Kappa intra-examinador=0.89; Kappa inter-examinador=0.87), en los criterios propuestos por Thylstrup y Fejerskov<sup>19</sup>; para el diagnóstico de HMI, los criterios adoptados por la Academia Europea de Odontología Pediátrica (EAPD)<sup>20</sup> (Kappa > 0.85) ; para caries dental en dientes permanentes, los criterios para dientes cariados, perdidos y obturados (CPO-D) de la OMS<sup>21</sup> (Kappa > 0.85) y para el diagnóstico diferencial con otras opacidades del esmalte no fluoróticas, y mancha blanca de caries dental (CD), los criterios de Seow<sup>22</sup> (Kappa > 0.85). Para la calibración inter-examinador se evaluaron 20 niños de cada grupo de edad y para la calibración intra-examinador 10 niños seleccionados al azar. El personal entrenado aplicó un cuestionario semiestructurado, a todos los padres o acudientes de los niños, para evaluar los factores económicos, como agua de consumo, Fogón y preparación de alimentos, hábitos de higiene-bucal y otros factores individuales del niño, en los primeros años de vida.

## **Componente ético**

Este estudio fue previamente aprobado por el comité Institucional de ética de la Investigación en seres humanos de la Universidad CES (Medellín, Colombia) (Acta N° 110-Código 718). Los padres de los niños firmaron un consentimiento de aprobación para la participación de los niños.

## **Análisis estadístico**

Los datos fueron procesados en el Programa STATA version16. En el análisis descriptivo se emplearon frecuencias y porcentajes con las variables categóricas, y medidas de tendencia central y dispersión con las variables cuantitativas. El análisis de factores, asociados a severidad de FD, se realizó mediante regresión logística ordinal, solo se incluyeron 76 niños con diagnóstico de FD. Se presenta OR con intervalos de confianza del 95% y valor p. Las variables con valor  $p < 0.25$  fueron introducidas en un modelo multivariado y adicionalmente se incluyó el género como variable que suele ser de confusión.

Asumiendo una tasa de error tipo I de 5% y proporción en el grupo de referencia igual a 40%, la muestra de 76 participantes permite poder  $\geq 80\%$  para  $OR \geq 2,3$  o  $OR \leq 0,44$ .

## RESULTADOS

Se evaluaron 77 niños entre 8 y 12 ( $10.2 \pm 1.99$ ) años del distrito de El Cedro. Se encontró una frecuencia de FD del 98.7% ( $n= 76$ ). Para el análisis de severidad solo se incluyeron los 76 niños con FD,  $TF \geq 1$ . En la tabla 1 se encuentra la distribución de la población estudiada, según el género, la edad, severidad del TF, HMI, CPO-D y otras variables individuales de la encuesta. No se observó diferencia estadística significativa en la frecuencia de FD, entre el género masculino y femenino ( $p=0.33$ ). Se observa que, a nivel niños, el máximo TFI fue TF7, siendo más frecuente el TF3 (48.6%), seguido por el grado TF2 (22.3%).

La condición económica mostró que, el 72.3% de las familias de los niños estudiados no percibían renta familiar, y para la preparación de los alimentos, el 44.7% utilizaba fogón de leña-externo.

La tabla 2 muestra la distribución de los dientes afectados con la FD, según edad y grado de severidad (TFI)<sup>23</sup>. Los grados de severidad TF1-TF3 fueron el diagnóstico más observado a nivel diente, siendo el TF2(34.8%) el más frecuente. También, las lesiones que presentan pérdida de estructura TF5 se hallaron en todos los grupos de edad, y las lesiones TF6-TF7 pertenecen a los dientes de los niños del grupo de 12 años de edad, principalmente, aunque, no se encontró asociación entre el aumento de edad y la severidad de la FD ( $p \geq 0.05$ ). Se encontró  $18.4 \pm 1.81$  dientes permanentes afectados por cada niño.

El gráfico 1 presenta la proporción de dientes que cada niño tiene afectados, según la escala de TFI<sup>23</sup>. El 98.7% de los niños examinados tiene al menos 1 diente con TF 1 o mayor ( $TF \geq 1$ ), el 89.6% tienen dientes con TF 2 o mayor y el 68.4% tienen dientes con TF 3 o mayor, el TF 4 o mayor se encontró en los dientes del 19.7% y el TF 5 o mayor en el 17.11%. Así mismo, se halló que el 82.9% tenía al menos el 50% de los dientes con  $TF \geq 1$ , el 17.1% tenían al menos el 50% de sus dientes con  $TF \geq 3$  y el 26% tenían 1.3% de los dientes con  $TF \geq 5$ .

En el análisis por diente el diagnóstico más frecuente fue el TF2. La distribución de la severidad por score entre los dientes mostro que el TF1 fue el más recurrente en los

incisivos centrales superiores e inferiores, y en los incisivos laterales inferiores. El diagnóstico TF2 fue el más frecuente en los incisivos laterales superiores y primeros molares permanentes. En los segundos molares permanentes, predominó el grado de severidad TF3.

Al comparar el arco superior con el inferior, se ve una correlación de la severidad entre ambos arcos, con fuerza moderada (Correlación Spearman -  $\rho=0.693$ ) y valor de  $p=0.000$  (grafico 2).

La tabla 3 indica la relación de las variables estudiadas con la severidad (máximo grado TFI) en los niños estudiados. Los resultados crudos del análisis bivariado muestran la no diferencia de la severidad según edad ( $p=0.65$ ). Se observa mayor odds de severidad en los hombres que en las mujeres (OR=1.13;IC95%:0.49-2.63), sin asociación significativa; no hubo asociación entre la severidad de la FD y tener HMI (OR=1.39;IC95%:0.43-4.46) o tener CD (OR=1.35;IC95%:0.56-3.26); mientras que sí hubo asociación significativa en los niños que se cepillaban los dientes 3 veces al día (OR= 4.05; IC95%:1.22-13.44), en los niños de familias con renta familiar de un salario mínimo (OR=2.95;IC95%:1.14-6.67), y los que utilizaban agua del pozo (OR=2.76;IC95%:1.14-6.67) y fogón de leña interno (OR=9.62;IC95%:1.58-58.50) o externo (OR=5.68;IC95%:1.10-29.33) para la preparación de los alimentos ( $p<0.05$ ).

Al ajustar por regresión múltiple, solo se encontraron 2 variables que pudieran explicar la severidad encontrada, siendo la cantidad de crema-dental del tamaño de una alverja (OR=27.42; IC95%:1.57-477.36), comparada con otros tamaños (todos los niños utilizaban crema dental) y el que los niños pertenezcan a familias, que preparaban los alimentos en fogón de leña interno (OR=9.34; IC95%:1.11-78.57), ( $p<0.05$ ).

Otras variables perinatales, como peso al nacer, ser prematuro, ictericia, antibióticos recibidos por el niño, medicamentos en la madre, suplementos de F e información previa sobre FD, no presentaron asociación con la severidad de la FD encontrada ( $p\geq 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

La prevalencia de FD fue muy alta en la población estudiada (98,7%), fue mayor que la encontrada en Colombia del 62.1%, según los criterios de Dean<sup>24</sup>. y semejante a reporte reciente en una zona del Sur de Colombia, con el 98.2% de los niños afectados, de acuerdo con los criterios TFI<sup>25</sup>.

Casi el 100% de los niños de 8 a 12 años de esta comunidad tienen FD, frecuencia mayor, que reportes en otros países con agua fluorada, como EUA (65.0%)<sup>26</sup>; en áreas endémicas por aguas subterráneas, como Kenia (86.0%) en niños menores de 14 años<sup>27</sup>; o áreas endémicas rurales de Brasil con condiciones climáticas semejantes a la población del presente estudio (80.4%)<sup>14</sup>; Tailandia (18.4%)<sup>16</sup>; áreas de Nigeria (11.3% de los niños entre 12 y 15 años de edad)<sup>17</sup>.

En este estudio los niños fueron clasificados según el valor más alto de la escala de 10 grados de severidad de TFI<sup>23</sup>. El grado TF3 fue el más frecuente, diferente a lo reportado y diferente a Conway y col.<sup>28</sup> quien reporta una alta prevalencia de TF1-TF2 en niños de 7 a 9 años de edad y Armas-Vega y col.<sup>29</sup> con mayor frecuencia del TF2, en niños de 10-12 años.

Al comparar la severidad de la FD de forma agrupada (leve-moderada-severa), debe tenerse presente los criterios utilizados para medirla y la edad. La severidad encontrada en el presente estudio fue mayor que otros reportes con los criterios de Dean. En EU se encontró en niños de 12 a 15 años, una severidad moderada en el 28.0% y severa en el 2.6% de los niños entre 12 a 15 años respectivamente<sup>26</sup>. En Nigeria, el 9.2% tiene lesiones muy leves, el 1.2% leves y el 0.7% lesiones moderadas, sin reporte de lesiones severas de FD<sup>12</sup>, y en Tailandia, en niños de 8 a 10 años no encontraron lesiones severas, un 16.1% presentó lesiones muy leves y 2.3% leves<sup>16</sup>. Bhagabatula y col.<sup>4</sup>, encontraron FD principalmente leve y menos del 1% presentó FD severa.

Algunas limitantes de este estudio, son su naturaleza transversal y el sesgo de memoria que puede presentarse al hacer cuestionarios; y una fortaleza es que se analizaron todos los dientes permanentes presentes, de manera individual y separado arco superior e inferior.

No se encontró diferencias significativas en el grado de severidad entre los dientes del arco superior e inferior, a diferencia de Larsen y col.<sup>30</sup> quienes reportaron variabilidad en el período de riesgo para la FD en los dientes del maxilar superior e inferior, cuando se examinan separadamente, y Bhagavatula y col.<sup>4</sup> aunque no midió de manera individual y afirma que los períodos de desarrollo para cada tipo de diente en el arco superior e inferior son semejantes.

En relación a la severidad según tipo de diente, aunque no hubo diferencias significativas, los hallazgos de este estudio muestran cómo el tiempo de exposición al F

acumulado y el tiempo de formación y mineralización de los dientes <sup>4</sup>, se pueden reflejar en la severidad. Se encontró en los dientes permanentes, como los incisivos centrales de ambos arcos y los laterales inferiores (desarrollo-primeros 4-años-de-edad), predominio de severidad TF1, seguidos por los incisivos laterales superiores y el primer molar con predominio de severidad TF2. Los segundos molares y premolares (desarrollo 5-8-años-de-edad), que tuvieron predominio de severidad TF3. Empero, deben considerarse otros factores: el efecto de la abrasión y el cepillado en las lesiones, más leves y en dientes como los incisivos centrales que están más expuestos, y en otras condiciones al momento del examen clínico <sup>4,31</sup>.

Aunque en este estudio no hubo relación significativa de la severidad de la FD con la edad y el género, y pocos estudios han analizado los factores asociados con la severidad como se hizo en este estudio, este resultado coincide con Pontigo-Loyola y col. <sup>13</sup>, quien no encontró relación entre la severidad y el género, y difiere de Ferreira y col. <sup>14</sup>, quien encontró asociación entre la edad y la severidad ( $p < 0.05$ ); otros sí señalaron diferencias según género en la frecuencia de la FD<sup>29</sup>, y otros no hallaron asociación significativa entre la FD y edad, sexo o estrato-socioeconómico<sup>12</sup>. Desde el aspecto económico la población del presente estudio, es vulnerable, solo el 25.3% de las familias recibe como renta un salario-mínimo y en el 81.5% de las familias viven entre 3 y 7 personas. No obstante, aunque el factor económico en esta población es una constante, llama la atención que en el análisis bivariado se encontró asociación entre recibir una renta familiar de un salario-mínimo (\$247 USD) y la severidad de la FD; aunque en el análisis ajustado otras variables explican la severidad ( $p = 0.09$ ). Numerosos estudios asocian el estrato socioeconómico con la FD, considerando que, a mayor ingreso, más oportunidad de adquirir cremas-dentales y otros fluoruros tópicos<sup>16,28,29,32</sup>.

Entre los factores que presentaron significancia ( $p < 0.05$ ) en el presente estudio, la cantidad de crema-dental utilizada mostró asociación con la severidad. Otras variables como el inicio del cepillado antes de los 3 años, la frecuencia del cepillado, el tipo de crema-dental y tragarse la crema en los primeros años, que han mostrado en otros estudios <sup>4,6,15,26,29</sup>, relación con la frecuencia de la FD no tuvo relación con la severidad de la FD en este estudio.

Aunque el 92.1% de los niños recibió alimentación materna, tomar leche de vaca mostró asociación con la severidad de la FD, con un valor  $p = 0.06$  en el análisis ajustado; sin embargo, otros reportes sugieren que la leche de vaca tiene poco contenido de F; podría

aumentar la concentración de F con el uso de fórmulas infantiles, como sucede con el aumento de alimentos y bebidas procesados con agua fluorada<sup>26</sup>, situación que puede presentarse igualmente con los alimentos preparados con sal fluorada.

En el presente estudio se encontró asociación entre la severidad de la FD y los niños que recibieron alimentos preparados en fogón de leña interno en sus casas. La población estudiada utiliza sal fluorada y el 59.2% de las familias, utiliza entre 1 y 2 cucharadas de sal al preparar los alimentos. vive en una altitud de 40mts sobre el nivel del mar y presentó una frecuencia alta de FD, con mayor severidad que otras áreas de diferente altitud. La preparación de alimentos y la altitud, han sido consideradas como un factor de riesgo en otros estudios y este último sobretodo se ha considerado que puede actuar como un factor modificante de la prevalencia de FD, pero no se ha relacionado con la severidad, no hay evidencia sólida<sup>3,10,13,33,34</sup>. En relación a la preparación de alimentos, en algunas partes de China Fawell y col. <sup>2</sup>, reportan una alta concentración de F en el aire interno como resultado del uso de carbón rico en F para el secado, cocción y preparación de alimentos; otros estudios reportan aumento en la concentración del F, cuando la comida y el agua son hervidas por mucho tiempo e igualmente cuando estas aguas son utilizadas para la preparación de fórmulas infantiles <sup>16,35</sup>. Esta costumbre es frecuente en las comunidades con fogón de leña interno. Pero de nuevo, hay poca evidencia en este contexto.

La falta de evidencia concluyente en factores de riesgo para FD, y su severidad es clara, mostrando la necesidad de nuevos estudios y en muestras mayores de la población<sup>15</sup>, inclusive para identificar la presencia de otros factores que pudieran modificar o multiplicar el efecto o la exposición al F<sup>13,26</sup>. Aunque la frecuencia de FD es alta en la población del Cedro, en niños de 8-12 años, dado que los hallazgos son limitados a un área con exposición al F en sal doméstica, debe tenerse precaución al extrapolar estos resultados a la población general.

## **CONCLUSIÓN**

1.La población rural evaluada presentó una frecuencia alta de FD.

2.La distribución de la severidad de la FD por tipo de diente, proporciona evidencia de la amplia ventana de susceptibilidad, y su relación con la exposición acumulada al F, con menor compromiso y severidad en los incisivos inferiores.

3. Los principales factores relacionados con la severidad de la enfermedad en niños de 8 a 12 años fueron utilizar fogón de leña interno para preparar los alimentos y la cantidad de crema dental utilizada en los primeros años de vida.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Alfonso Escobar Rojas, profesor de la Universidad CES por su apoyo y colaboración con el desarrollo del proyecto. Y a la comunidad de El Cedro Ayapel Colombia, por su participación.

## REFERENCIAS

1. Ibrahim YE, Abuaffan AH, Bjorvatn K. Prevalence of dental fluorosis in Sudanese children from two villages with 0.25 and 2.56 ppm fluoride in the drinking water. *Int J Paediatr Dent* 1995; 5:223-229.
2. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L, Magara Y. Fluoride in Drinking-water. London: World Health Organization, 2006. [accessed on December 10, 2015] Available from: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/fluoride\\_drinking\\_water\\_full.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water_full.pdf).
3. Rwenyonyi C, Bjorvatn K, Birkeland J, Haugejorden O. Altitude as a risk indicator of dental fluorosis in children residing in areas with 0.5 and 2.5 mg fluoride per liter in drinking water. *Caries Res* 1999; 33:267-274.
4. Bhagavatula P, Levy SM, Broffitt B, Weber-Gasparoni K, Warren JJ. Timing of fluoride intake and dental fluorosis on late-erupting permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016; 44:32-45.
5. Buzalaf MAR. Fluoride and the oral environment. *Monogr Oral Sci* 2011; 22:1-178.
6. Celeste RK, Luz PB. Independent and additive effects of different sources of fluoride and dental fluorosis. *Pediatr Dent* 2016; 38:233-238.

7. Den Besten P, Li W. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr Oral Sci* 2011; 22:81-96.
8. Lyaruu DM, Medina JF, Sarvide S, y col. Barrier formation: potential molecular mechanism of enamel fluorosis. *J Dent Res* 2014; 93:96-102.
9. Pérez-Pérez N, Irigoyen-Camacho ME, Boges-Yañez AS. Factors affecting dental fluorosis in low socioeconomic status children in Mexico. *Community Dent Health* 2017; 34:66-71.
10. Fan Z, Gao Y, Wang W, y col. Prevalence of brick tea-type fluorosis in the Tibet Autonomous Region. *J Epidemiol* 2016; 26:57-63.
11. Mahantesha T, Dixit UB, Nayakar RP, Ashwin D, Ramagoni NK, Ellore VPK. Prevalence of dental fluorosis and associated risk factors in Bagalkot, Karnataka, India. *Int J Clin Pediatric Dent* 2016; 9:256-263.
12. Okoye LO, Ekwueme OEC, Sote EO, Amaechi BT. Prevalence of dental fluorosis among 12-15-year-old students in Enugu Metropolis, Nigeria. *Indian J Dent Res* 2019; 30:462-467.
13. Pontigo-Loyola AP, Islas-Márquez A, Loyola-Rodríguez JP, Maupome G, Marquez-Corona L, Medina-Solís CE. Dental fluorosis in 12- and 15-year-olds at high altitudes in above-optimal fluoridated in Mexico. *J Public Health Dent* 2008; 68:163-166.
14. Ferreira EF, Vargas AMD, Castilho LS, Velásquez LNM, Fantinel LM, Abreu MHNG. Factors associated to endemic dental fluorosis in Brazilian rural communities. *Int J Environ Res Public Health* 2010; 7:3115-3128.
15. Azevedo MS, Goettems ML, Torriani DD, Demarco FF. Factors associated with dental fluorosis in school children in southern Brazil: a cross-sectional study. *Braz Oral Res* 2014; 28:1-7.

16. Nakornchai S, Hopattaraput P, Vichayanrat T. Prevalence, severity and factors associated with dental fluorosis among children aged 8-10 years in Bangkok, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2016; 47:1105-1111.
17. SCHER. Scientific committee on health and environmental risk 2011 [Available from: <https://projectne.thomsonreuters.com/#/login?app=endnote>].
18. Molina-Frecheró N, Gaona E, Angulo M, Sánchez Pérez L, González González R, Nevarez Rascón M, Bologna-M. Fluoride Exposure Effects and Dental Fluorosis in Children in Mexico City. *Med Sci Monit* 2015; 21:3664-70.
19. Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *Community Dent Oral Epidemiol* 1978; 6:315-328.
20. Weerheijm KL, Duggal M, Mejàre I, y col. Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: a summary of the European meeting on MIH held in Athens, 2003. *Eur J Paediatr Dent* 2003; 4:110-113.
21. World Health Organization (WHO). Oral Health Surveys. Basic Methods. France: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2013.
22. Seow WK. Clinical diagnosis of enamel defects: pitfalls and practical guidelines. *Int Dent J* 1997; 47:173-182.
23. Fejerskov O, Manji F, Baelum V, Ingolf JM. Dental fluorosis a handbook for health workers. Denmark. Munksgaard; 1988.
24. Ministry of Health and Social Protection. Colombia. IV National Oral Health Study: oral health situation. ENSAB. Bogotá Colombia. 2015.
25. Martignon S, Opazo-Gutierrez MO, Velasquez-Riaño M, y col. Geochemical characterization of fluoride in water; table salt, active sediment, rock and soil samples, and its possible relationship with the prevalence of enamel fluorosis in

- children in four municipalities of the department of Huila (Colombia). *Environ Monit Asses* 2017; 189:264.
26. Neurath C, Limeback H, Osmunson B, Connett M, Kanter V, Wells CR. Dental fluorosis trends in US Oral Health Surveys: 1986 to 2012. *JDR Clin Trans Res* 2019; 4:298-308. DOI: 10.1177/2380084419830957.
  27. Gevera P, Mouri H, Maronga G. Occurrence of fluorosis in a population living in a high-fluoride groundwater área: Nakuru area in the Central Kenyan Rift Valley. *Environ Geochem Health* 2019; 41:829-840.
  28. Conway DI, MacPherson LM, Stephen KW, y col. Prevalence of dental fluorosis in children from non-water-fluoridated Halmstad, Sweden: fluoride toothpaste uses in infancy. *Acta Odontol Scand* 2005;63(1):56-63.
  29. Armas-Vega AC, Gonzalez–Martinez FD, River-Martinez MS, Mayorga-Solórzano MF, Banderas-Benítez VE, Guevara-Cabrera OF. Factors associated with fluorosis in three zones of Ecuador. *J Clin Exp Dent* 2019;11:c42-c48.
  30. Larsen MJ, Richards A, Fejerskov O. Development of dental fluorosis according to age at start of fluoride administration. *Caries Res* 1985; 19:510-527.
  31. Cavalheiro JP, Giroto-Bussaneli D, Restrepo M, y col. Clinical aspects of dental fluorosis according to histological features: a Thylstrup Fejerskov index review. *Rev CES Odont* 2017; 30:41-50.
  32. Angulo M, Cuitiño E, Molina-FrecheronN, y col. The association between the prevalence of dental fluorosis and the socio-economic status and area of residence of 12-year-old students in Uruguay. *Acta Odontol Scand* 2019;78:26-30.
  33. Martínez-Mier EA, Soto-Rojas AE, Ureña-Cirett JL, y col. Dental fluorosis and altitude: a preliminary study. *Oral Health Prev Dent* 2004;2:39-48.

34. Akosu TJ, Zoakah AI, Chirdan OA. The prevalence and severity of dental fluorosis in the high and low altitude parts of Central Plateau, Nigeria. *Community Dent Health* 2009;26:138-42.
35. Grimaldo M, Borja-Aburto VH, Ramírez AL, y col. Endemic fluorosis in San Luis Potosi, Mexico. I. Identification of risk factors associated with human exposure to fluoride. *Environ Res* 1995;68:25-30.

**Tabla 1.** Distribución de las características de los niños de 8-12 años (n=76), El Cedro. Ayapel. Colombia. 2018.

<b>Variable</b>	<b>n(%)</b>
<b>Genero</b>	
Masculino	37 (48.6)
Femenino	39 (51.3)
<b>Edad</b>	
8	11 (14.4)
9	17 (22.3)
10	12 (15.7)
11	17 (22.3)
12	19 (25.0)
<b>TF</b>	
1	7 (9.2)
2	17 (22.3)
3	37 (48.6)
4	2 (2.6)
5	11 (14.4)
6	1 (1.3)
7	1 (1,3)
<b>HMI</b>	
HMI = 0	65(85.5)
HMI ≥ 1	11(14.4)
<b>CPO-D</b>	
CPO-D = 0	47 (61.8)
CPO-D ≥ 1	29 (38.1)
<b>Inicio de cepillado</b>	
< de 3 años	50(65.7)
> de 3 años	26(34.2)
<b>Cepillado dental</b>	
1 vez	25(32.8)

2 veces	35(46.0)
3 veces	16(21.0)
<b>Cantidad de crema</b>	
mínima cantidad	3(3.9)
capa pequeña	25(32.8)
Alverja	35(46.0)
Más que una alverja	13(17.1)
<b>Tipo de crema dental</b>	
Infantil	34(44.7)
Adulto	38(50.0)
Ambas	4(5.2)
<b>Tragaba la crema</b>	
Si	42(55.2)
No	34(44.7)
<b>Tipo de leche</b>	
Materna	70(92.1)
Leche de infantil	4(5.2)
Leche de vaca	2(2.6)
<b>Origen del agua</b>	
Acueducto sin tratamiento	38(50.0)
Pozo	38(50.0)
<b>Tipo de fogón</b>	
Eléctrico	6(7.8)
Gas	21(27.6)
Leña interno	15(19.7)
Leña externo	34(44.7)
<b>Renta familiar</b>	
Sin renta	55(72.3)
Con renta mínimo	21(27.6)

---

TF= Criterios según Thylstrup y Fejerskov; HMI=Hipomineralización molar-incisiva;  
CPO-D= Diente cariado, perdido, u obturado.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.** Frecuencia de dientes con FD, según el diagnóstico de severidad y edad. El Cedro. Colombia. 2018.

Edad	Clasificación de severidad (Thylstrup y Fejerskov, 1978) <sup>23*</sup>						
	TF1 n (%)	TF2 n (%)	TF3 n (%)	TF4 n (%)	TF5 n (%)	TF6 n (%)	TF7 n (%)
8	52 (11.5)	33 (6.8)	39 (9.8)	1 (11.1)	2 (6.7)	0 (0.0)	0 (0.0)
9	89 (19.6)	77 (15.8)	60 (15.0)	0 (0.0)	13 (43.3)	1 (8.3)	0 (0.0)
10	67 (14.8)	86 (17.7)	68 (17.0)	0 (0.0)	1 (3.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
11	115 (25.4)	125 (25.7)	124 (31.1)	1 (11.1)	3 (10.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
12	130 (28.7)	165 (34.0)	108 (27.1)	7 (77.8)	11 (36.7)	11(91.7)	9 (100.0)
<b>TOTAL</b>	453	486	399	9	30	12	9
<b>%</b>	32.4	34.8	28.5	0.6	2.2	0.9	0.6

\*TF0: Esmalte con translucidez normal y superficie de color blanco crema, brillante y lisa. Después de secado.

TF1: esmalte con cambios ligeros de translucidez a través de la superficie, líneas blancas suaves.

TF2: pequeñas áreas nubosas opacas.

TF3: áreas nebulosas de opacidad y líneas blancas.

TF4: toda la superficie presenta opacidad (piedra caliza blanca).

TF5: superficie opaca con depresiones redondeadas de menos de 2 mm de diámetro.

TF6: pequeñas depresiones se fusionan en esmalte opaco, formando bandas de menos de 2 mm de altura vertical, incluida la fractura canina del esmalte vestibular de menos de 2 mm.

TF7: pérdida de esmalte externo en áreas irregulares y menos de la mitad de la superficie está involucrada. El esmalte intacto restante es opaco. Fuente: elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia

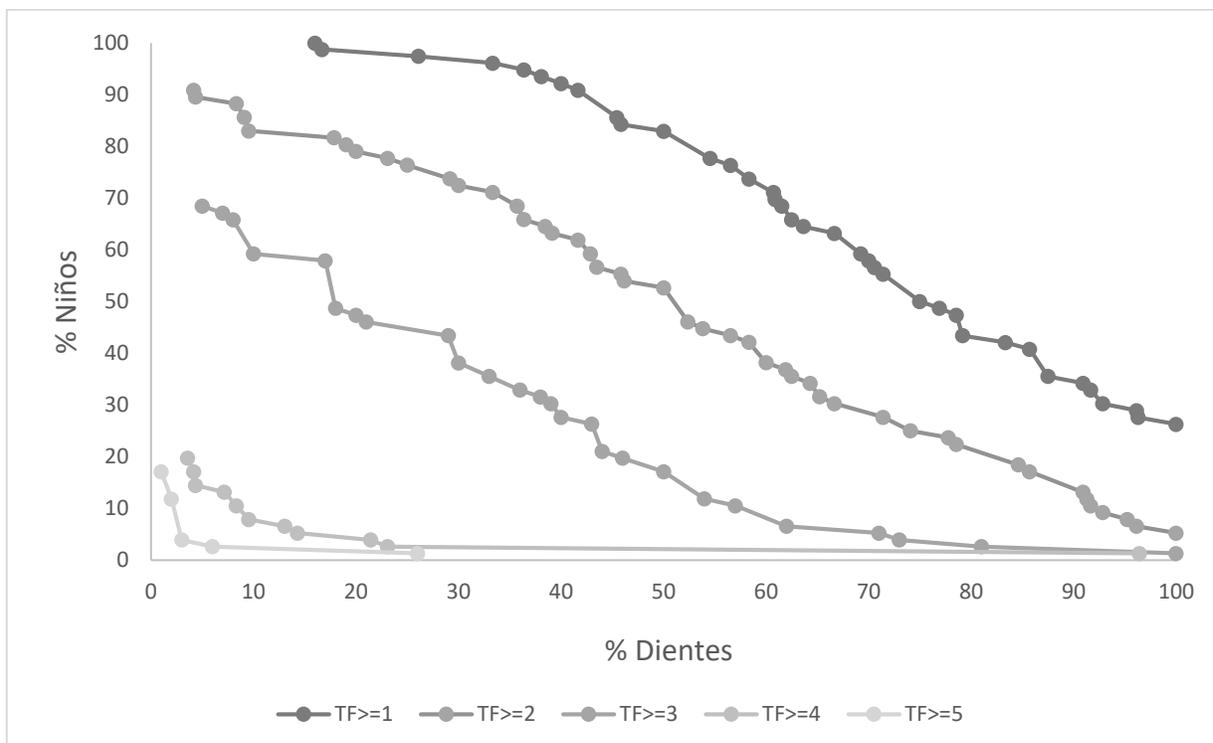
**Tabla 3.** Asociación de las características de los niños estudiados con la severidad de la FD. El Cedro. Colombia. 2018.

<b>Variab</b> les	<b>Odds cruda (IC95%)</b>	<b>valor p</b>	<b>Odds Ajustada (IC95%)</b>	<b>valor p</b>
<b>Genero</b>				
Femenino	1.00		1.00	
Masculino	1.13(0.49-2.63)	0.77	0.93(0.35-2.43)	0.88
<b>Edad</b>	0.93(0.69-1.27)	0.65		
<b>HMI</b>				
HMI = 0	1.00			
HMI ≥ 1	1.39(0.43-4.46)	0.57		
<b>CPO-D</b>				
CPO-D =0	1,00			
CPO-D ≥1	1.35(0.56-3.26)	0.50		
<b>Inicio de cepillado</b>				
< de 3 años	1.00			
> de 3 años	0.95(0.39-2.29)	0.91		
<b>Cepillado dental</b>				
1vez	1.00		1.00	
2 veces	1.20(0.46-3.12)	0.71	0.74(0.21-2.62)	0.65
3 veces	4.05(1.22-13.44)	0.02	2.45(0.61-9.83)	0.20
<b>Cantidad crema</b>				
mínima cantidad	1.00		1.00	
Capa delgada	5.12(0.55-47.51)	0.15	16.25(0.94-278.21)	0.05
como alverja	7.36(0.82-66.13)	0.08	27.42(1.57-477.36)	0.02
Más que una alverja	2.86(0.28-28.97)	0.37	12.52(0.61-256.65)	0.10
<b>Tipo de crema</b>				
Infantil	1.00		1.00	
Adulto	0.49(0.20-1.18)	0.11	0.29(0.09-0.98)	0.04
ambas	0.57(0.10-3.34)	0.53	0.42(0.05-3.48)	0.42
<b>Tragaba la crema</b>				
Si	1.00			

No	0.89(0.36-2.16)	0.79		
<b>Tipo de leche</b>				
Materna	1.00		1.00	
Leche de infantil	1.55(0.25-9.81)	0.64	1.27(0.12-13.10)	0.83
Leche de vaca	15.39(0.57-418.93)	0.11	32.25(0.76-1360.74)	0.06
<b>Origen del agua</b>				
Acueducto sin tratamiento	1.00		1.00	
Pozo	2.76(1.14-6.67)	0.02	1.89(0.67-5.36)	0.22
<b>Tipo de fogón</b>				
Eléctrico	1.00		1.00	
Gas	4.84(0.89-26.45)	0.07	2.36(0.33-16.57)	0.38
Leña interno	9.62(1.58-58.50)	0.01	9.34(1.11-78.57)	0.04
Leña externo	5.68(1.10-29.33)	0.04	4.57(0.73-28.25)	0.10
<b>Renta familiar</b>				
Sin renta	1.00			
Con renta mínimo	2.95(1.14-6.67)	0.03	2.83(0.84-9.48)	0.09

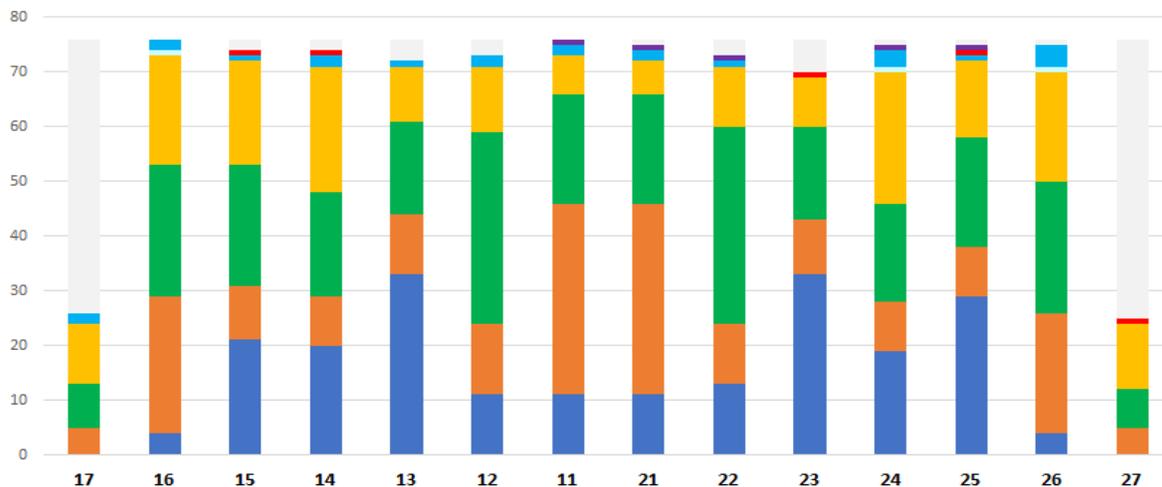
TF= Criterios según Thylstrup y Fejerskov; HMI= Hipomineralización molar-incisiva; CPO-D= Diente cariado, perdido u obturado.

Fuente: elaboración propia

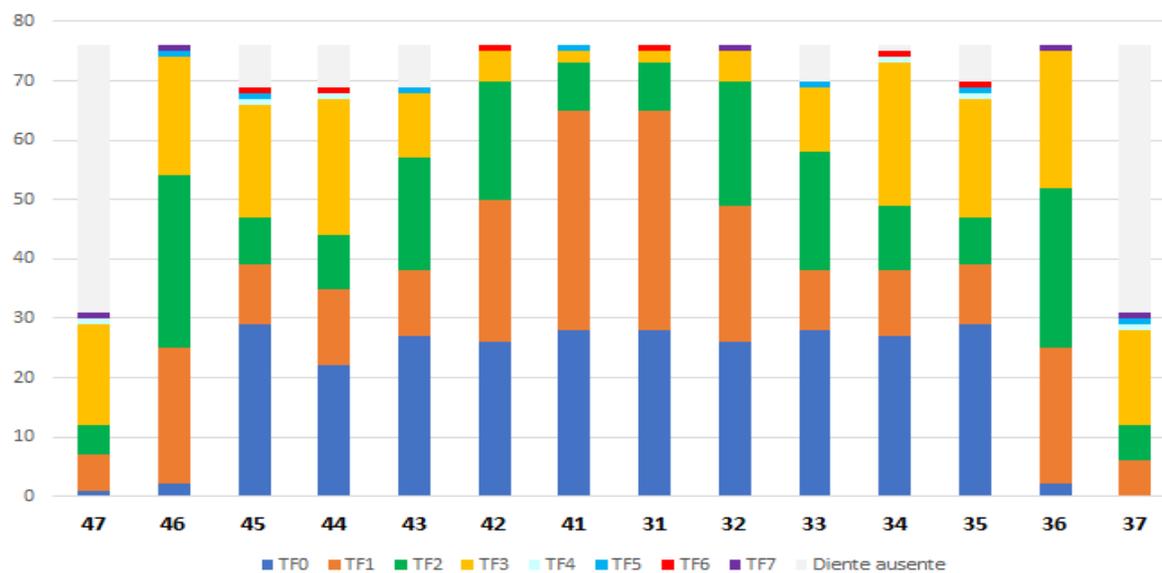


**Gráfico 1.** Curvas de distribución de la frecuencia acumulada de la proporción de dientes por niño según TFI > 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente, en los niños de 8 a 12 años de El Cedro, Colombia 2018.

Fuente: Elaboración propia



**2A. Dientes permanentes superiores**



**2B. Dientes permanentes inferiores**

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 2 (A y B).** Frecuencia de dientes con FD, según el diagnóstico de severidad y arco dentario. El Cedro. Colombia 2018.

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Estudio 2\*

#### **Cambios clínicos en la severidad de la fluorosis dental: evaluación longitudinal en una zona rural de Colombia**

Alexandra Saldarriaga<sup>1,2</sup>, Diego F Rojas-Gualdrón<sup>3</sup>, Manuel Restrepo<sup>4</sup>, Diego Giroto Bussaneli<sup>5</sup>, Camila Maria Bullio Fragelli<sup>6</sup>, Rita de Cássia Loiola Cordeiro<sup>7</sup>, Lourdes Santos-Pinto<sup>8</sup>, Fabiano Jeremias<sup>9</sup>.

<sup>1</sup>DDS, MSc. Ph.D. Student. Graduate Program in Dental Science, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup>DDS. MSc. Professor. School of Dentistry, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup>MSc, Ph.D. Professor. School of Medicine, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup>DDS, MSc, Ph.D. Professor. School of Dentistry, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>5</sup>DDS, MSc, Ph.D. PostDoc Researcher. Department of Morphology, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>6</sup>DDS, MSc, Ph.D. PostDoc Researcher. Department of Morphology and Pediatric Dentistry, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>7</sup>DDS, MSc, Ph.D. Professor. Department of Morphology and Pediatric Dentistry, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>8</sup>DDS, MSc, Ph.D. Full Professor. Department of Morphology and Pediatric Dentistry, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>9</sup>DDS, MSc, Ph.D. Collaborator Professor, Graduate Program in Dental Science, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

#### **Correspondencia:**

Fabiano Jeremias

Graduate Program in Dental Science

Araraquara School of Dentistry – UNESP

Rua Humaitá, 1680 Araraquara, SP Brazil 14801-903

Email: f.jeremias@unesp.br

\* Este artículo está formateado según las normas de la revista *Brazilian Oral Research*, al cual fue sometido para publicación. Disponible em: <https://www.scielo.br/revistas/bor/iinstruc.htm>

## RESUMEN

**Objetivo:** identificar los cambios clínicos de la severidad de la fluorosis dental (FD), en niños de 8 a 12 años y su asociación con factores como género, edad, severidad, tipo de diente y caries dental (CD). **Metodología:** Este estudio epidemiológico y observacional evaluó 92 niños colombianos que tenían evaluación previa en 2015 ( $9.71 \pm 1.23$  años de edad al inicio), y fueron evaluados después de tres años en 2018 ( $13.69 \pm 1.41$  años de edad), pertenecientes a un área de Colombia con alta prevalencia de FD. La FD fue evaluada en todos los dientes permanentes por dos examinadores calibrados en los criterios del Índice Thylstrup y Fejerskov (TFI). Mediante un análisis descriptivo, se evaluó el cambio en la severidad de la FD (Máxima-clasificación-TFI) en todos los dientes permanentes ( $n= 1117$ ) que pudieron ser pareados en los dos momentos de evaluación. Para los factores asociados se utilizó un modelo lineal generalizado, familia binomial con enlace logarítmico. **Resultados:** después de tres años la severidad de FD en los dientes evaluados varió entre los grados TF0 a TF6: 5.2%, 31.5%, 41.7%, 18.3%, 1.1%, 1.6%, 0.5%. El TF2 fue el más frecuente. Después de tres años el 29.6% de los dientes presentó disminución en la severidad según el TFI, el 24.1% presentó aumento del TFI y el 46.3% de los dientes no cambiaron; entre los grados de severidad al inicio (TF1 a TF5), el aumento de la severidad estuvo asociado con el TFI=1 al inicio (44.2%) (RR=9.7; IC95%:1.7-56.5 valor  $p=0.011$ ) y entre los grupos de dientes, con el grupo de diente de erupción posterior (Caninos, premolares y segundo molar permanente) (32.2%) (RR=1.5; IC95%:1.1-2.0 valor  $p=0.005$ ). **Conclusión:** el presente estudio basado en características clínicas de la FD, confirma la naturaleza dinámica de esta condición con cambios pos-eruptivos. Después de tres años de observación merece atención el hecho de que una proporción considerable de dientes presentó mayor severidad debido a que las lesiones se hicieron más evidentes clínicamente y algunas pudieron presentar fracturas. Adicionalmente los dientes de erupción posterior presentaron mayor incidencia de aumento en la severidad según el TFI.

**Palabras clave:** Fluorosis dental; Severidad; Dentición permanente; longitudinal.

## INTRODUCCIÓN

La fluorosis dental (FD) es el resultado de una hipo-mineralización subsuperficial del esmalte debido a una ingesta excesiva crónica y acumulada de fluoruro (F) durante la amelogénesis<sup>1,2</sup>. Su extensión y severidad se han relacionado con la cantidad y el momento de la ingesta de F<sup>3</sup>. Los dientes son más susceptibles a la FD cuando están en el estadio de desarrollo de maduración temprana<sup>4</sup>; adicionalmente como la formación dental es por estadios incrementales, y el desarrollo de cada diente ocurre en diferentes momentos, el periodo de máxima susceptibilidad para cada diente y cada zona es diferente<sup>2,5</sup>.

Su apariencia clínica varía desde líneas blancas difusas e irregulares en las formas muy leves, hasta fosas, de coloración marcada y pérdida de estructura en las formas más severas<sup>1</sup>. Los dientes con FD de mayor severidad muestran menos resistencia a la desmineralización comparado con el esmalte sano en estudio de laboratorio o dientes naturales<sup>6</sup>.

Los reportes clínicos longitudinales y de seguimiento de FD son muy pocos; Se ha estudiado la relación entre la CD y FD, pero no reportan el cambio clínico de las lesiones de FD en el tiempo<sup>7,8,9</sup>. En relación a la manifestación clínica de las lesiones de FD en el tiempo, o su historia natural, la evidencia es poca; la mayoría están relacionados con la ingesta, y los que evalúan el cambio clínico, utilizan diferentes índices para evaluar FD. En 1988, de Liefde B.<sup>10</sup> con el índice de defectos del desarrollo del esmalte (DDE) encontró aumento de las opacidades difusas en niños de 9 a 12 años. En 2016 Wong y col.<sup>11</sup> utilizó el Índice DDE, y encontró disminución de las lesiones de opacidades difusas. También en 2016 Do y col.<sup>8</sup>, encontró que las formas muy leves y leves de FD disminuyen en severidad con el tiempo, utilizando el índice TFI; sin embargo estos estudios evalúan solo algunos dientes índice.

Estudios in vitro y descriptivos, han reportado la desaparición por desgaste de lesiones de FD en sus formas leves, en los bordes incisales y en las superficies oclusales expuestas a la atrición<sup>12</sup>, mientras las lesiones de FD severas con mayor porosidad del esmalte, pueden quebrarse fácilmente con las fuerzas mecánicas de masticación. En casos de fracturas pos eruptivas del esmalte, la superficie se pierde en las cúspides y bordes incisales, pasando a mayor severidad y pueden alterar la forma del diente<sup>12,13</sup>.

El daño en la estructura puede aumentar en meses y años según la severidad<sup>14,15</sup>. Aunque la apariencia de las lesiones leves suele ser aceptadas en la vida cotidiana, en

algunas ocasiones las formas moderadas y severas pueden comprometer la estética y generar necesidades de tratamiento en los individuos, así como inquietud de qué va a suceder con las lesiones y afectar su calidad de vida<sup>11,16,17</sup>.

Nuevos estudios con índices específicos para la FD pueden aportar evidencia para la comprensión de la evolución clínica de la FD en dientes permanentes, y proporcionar información que contribuya a la elaboración de guías o protocolos de tratamiento clínico de la FD.

El objetivo de este estudio fue describir los cambios clínicos de las lesiones de FD según su severidad después de 3 años, y analizar su asociación con género, edad, grado de severidad por diente y CD, en niños de 8 a 12 años de edad en una comunidad en el norte de Colombia (El Cedro).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

Mediante un diseño de panel se compararon dos evaluaciones transversales vinculadas (2015-2018). El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética de Investigación en seres humanos de la Universidad CES (Medellín-Colombia) (Acta N° 110-Código 718). Los padres de los niños firmaron un consentimiento para la participación de los niños.

El distrito de El Cedro hace parte del municipio de Ayapel, departamento de Córdoba, en el norte de Colombia (IDH-M: 0.705). Colombia tiene fluorización de la sal de cocina (180-220 ppm), como programa de salud pública. El Cedro es una zona rural y su acceso es principalmente fluvial. Su población estimada en 2015 era de 929 habitantes con una densidad de 6,15 habitantes/km<sup>2</sup>. Este estudio es parte de un macroproyecto de prevención en salud bucal, en el que se ha venido evaluando la Caries dental desde 2009<sup>18</sup> y desde el 2015 se inició la valoración de la fluorosis dental como otra variable.

En 2015, se realizó un estudio poblacional con todos los niños de 8-12 años de edad registrados en el colegio local. Se hizo una evaluación clínica de 187 niños (8-12 años)<sup>19</sup>. En 2018, se hizo una convocatoria de niños en la cual se hizo un nuevo llamado a los niños evaluados en 2015, para una evaluación clínica durante 4 días consecutivos; se evaluaron 182 niños conformándose una muestra por conveniencia.

## Participantes

Se incluyeron, niños evaluados previamente en 2015 que en su momento contaban con presencia de al menos los primeros molares y los incisivos permanentes superiores e inferiores. Los otros dientes permanentes (canino, premolar y segundo molar) estaban parcialmente erupcionados, se incluyeron cuando tenían dos tercios de corona en boca. Para el análisis de los cambios en las lesiones de FD se incluyeron los niños evaluados en 2015 y que fueron evaluados en 2018, para lo que se hizo la vinculación determinista de ambas bases de datos 2015(n=187) – 2018(n=182), incluyendo los mismos niños según nombre, edad y género y se conformó una muestra de 94 niños vinculados de los cuales 2 fueron excluidos por aparatos de ortodoncia fija. Finalmente se evaluaron los dientes permanentes de 92 niños (Figura 1. Flujograma de la población del estudio).

## Variables

La evaluación clínica se realizó, siguiendo la mismas condiciones de la primera evaluación, en un consultorio odontológico dotado con luz artificial, sistema de succión, agua y aire, espejo bucal plano número 5 y sonda periodontal recomendada por la Organización Mundial de la salud (OMS)<sup>20</sup>. Después de una limpieza con profilaxis profesional y secado con gaza durante 5 segundos, cada uno de los dientes permanentes de cada individuo fueron evaluados por dos examinadores previamente estandarizados (kappa intra examinador=0.89 y Kappa inter examinador=0.87), en los criterios propuestos por Thylstrup y Fejerskov<sup>21</sup> (1978) índice específico para el diagnóstico de FD en los niños incluidos, se considero caso todo niño con lesiones de FD TFI $\geq$ 1 siguiendo como guía la superficie vestibular, con la diferenciación apropiada de otras opacidades y lesiones de mancha blanca de caries, fundamentados en los criterio de Seow<sup>22</sup> (1997). Todos los individuos y los dientes fueron clasificados según su TFI mayor. Para el diagnóstico de caries dental (Cariados-perdidos-obturados-CPO-D) se siguieron los criterios propuestos por la Organización Mundial de la Salud(OMS)<sup>20</sup>. Todos los dientes fueron clasificados según su máximo TFI.

## Tratamiento estadístico

Los datos fueron procesados en el Programa STATA version 16<sup>®</sup> (College Station,TX). Para el análisis descriptivo se emplearon frecuencias y porcentajes con las variables categóricas (sexo,caries dental, FD), y medidas de tendencia central y dispersión para variable cuantitativa (edad). Se construyeron tablas de contingencia para caracterizar

el cambio en la presentación clínica según el TFI en todos los dientes presentes en boca en los dos momentos de evaluación, no se consideraron para el análisis del cambio los dientes que no estuvieron al inicio ni los dientes que se perdieron después de 3 años.

Para el análisis de los factores asociados al cambio, variable dependiente y de resultado, primero se definió como cambio el aumento o disminución del TFI<sup>21</sup> en al menos un punto. Se clasificó de forma dicotómica como aumento del TFI (sí o no) y reducción del TFI (sí o no); y como variables independientes se consideró el sexo, la edad, el TFI de la primera evaluación y el tipo de diente. Se conformaron 3 grupos: los dientes de erupción temprana (incisivos y primer molar permanente), dientes de erupción tardía o posterior (caninos premolares y segundos molares permanentes) y los incisivos superiores (como dientes más visibles).

Se recurrió al modelo de regresión logística con familia binomial, y estimación robusta de la varianza para reconocer la autocorrelación entre dientes del mismo participante. Se presentan los resultados como riesgo relativo (RR) con IC95% y valor p.

Mediante análisis post-hoc se pudo establecer que el tamaño de muestra del estudio tiene poder estadístico mayor o igual a 80% para RR mayores o iguales a 1.1 o menores o iguales a 0.9.

## **RESULTADOS**

Se evaluaron todos los dientes permanentes en 92 niños con una edad promedio, en la primera evaluación de  $9.71 \pm 1.23$  años y en la segunda evaluación  $13.69 \pm 1.41$  años de edad; el 53.2% pertenecían al género femenino. El 97.8% de los niños vinculados tenían al menos un diente con FD en la primera evaluación. El 29.3% de los niños tenía caries dental (CPO-D  $\geq 1$ ).

De un total de 1663 dientes presentes en la primera evaluación y re-examinados en la segunda evaluación, 1117 (67.16%) dientes presentaron FD en cualquiera de las categorías de severidad de acuerdo a los criterios del Índice de Thylstrup y Fejerskov (TFI)<sup>21</sup> en la primera evaluación.

### **Distribución de la fluorosis dental según los criterios TFI al inicio**

La distribución de la FD por tipo de diente en la primera evaluación, fue homogénea en ambos arcos maxilares. En general se encontró un predominio de lesiones de FD con severidad TF entre 1-3 y la distribución en ambos arcos sigue el estándar; la categoría TF1 fue la más frecuente en los primeros molares permanentes (48.9 a 57.1%), la TF2 fue más frecuente en los incisivos laterales y caninos (29.3 a 34.5%), la categoría TF3 en los segundos molares permanentes (38.1 a 53.1%), seguidos por los premolares (30.2 a 40.6%); la categoría TF4 solo se encontró en caninos y segundos premolares superiores (2.8 a 3.1%), y la categoría TF5 fue más frecuente en los segundos molares superiores permanentes (9.1 a 9.5%); no se encontró ningún grado de severidad entre TF6-TF9 en la primera evaluación (Figura 2).

### **Cambios clínicos en la fluorosis dental según criterios TFI**

El cambio clínico de la severidad según el  $TFI \geq 1$  al inicio y después de 3 años, se observa en la tabla 1. Se vincularon un total de 1117 dientes que presentaban FD la primera evaluación ( $TF \geq 1$ ) y fueron evaluados después de un periodo de tres años. El 46.2% de los dientes permanecieron con su TF inicial; el 29.6% presentó reducción del TF y el 24.0% presentó aumento en su TF (Tabla 1).

La distribución final de la severidad fue entre los grados TF0 a TF6: 5.2%, 31.5%, 41.7%, 18.3%, 1.1%, 1.6%, 0.5%. (Tabla 1)

De los dientes que iniciaron en TF1 el 11.2% y el 44.2% pasaron a menor y mayor TF respectivamente. De los dientes que iniciaron en TF2 el 36.05% paso a menor TF y el 12.7% aumento a TF3. Mas de un tercio de los dientes que iniciaron en TF3 (41.1%) pasaron a menor TF y solo el 12.1% aumento a TF 4-6. Cuatro dientes que iniciaron en TF4 pasaron a TF3; el 84.8% de los dientes que iniciaron en TF5 pasaron a TF menor y solo el 6.1% aumento a TF6 (Tabla 1).

### **Factores asociados a los cambios de TFI**

El análisis multivariado mostró mayor incidencia de aumento después de tres años en las lesiones de FD, en los hombres (27.1%) que en las mujeres (21.6%), pero no se encontró asociación estadísticamente significativa [ $RR=1.4$ ;  $IC95\%:0.9-2.1$  ( $p>0.05$ )].

En relación con la categoría TFI al inicio, se encontró asociación entre tener un  $TF=1$  al inicio y aumento de la severidad  $RR=9.7$ ;  $IC95\%:1.7- 56.5$  con un valor  $p = 0.011$ . Tener caries o no al inicio no mostró asociación con el aumento de la severidad  $RR=1.3$ ;

IC95%:0.9-1.9 ( $p>0.05$ ). El grupo de dientes de erupción tardía o posterior presentó mayor incidencia de aumento en la severidad (32.2%), y estadísticamente significativo respecto al grupo de solo incisivos maxilares  $RR=1.5$ ; IC95%:1.1-2.0 con un valor  $p=0.005$  (Tabla 2).

La figura 3 muestra el cambio en el TFI (aumento, disminución y sin cambio o igual), por diente después de tres años. Entre todos los dientes los incisivos centrales inferiores fueron los dientes que presentaron menor cambio de su severidad, pertenecen al grupo de erupción temprana, y se utilizaron como referentes al hacer el análisis en todos los dientes; su cambio principal fue en disminución del TFI con disminución en el 66.0% de los incisivos centrales inferiores; seguidos por los incisivos laterales inferiores con disminución del TFI en el 56% de los dientes, sin embargo este cambio no fue significativo con un  $RR=0.84$ ; IC95%:0.66 – 1.06 ( $p=0.138$ ) y de  $RR=0.86$ ; IC95%:0.69-1.07 ( $p=0.171$ ), para los incisivos laterales inferiores derecho e izquierdo respectivamente.

Los incisivos inferiores fueron seguidos por los incisivos centrales superiores con un (48.0%), de disminución en su Severidad TFI, cambio que no fue significativo con un  $RR=0.73$ ; IC95%: 0.52 – 1.01 ( $p=0.057$ ) y de  $RR=0.73$ ; IC95%:0.52-1.01 ( $p=0.060$ ), para los incisivos centrales superiores derecho e izquierdo respectivamente.

El primer premolar inferior fue el diente que presentó menor disminución del TFI con  $RR= 0.08$ ; IC95%:0.02- 0.32 ( $p= 0.000$ ).

Los dientes que presentaron mayor cambio de aumento de severidad en al menos un score fueron los caninos, premolares y segundos molares permanentes, cambio significativo con valores  $p < 0.05$ , todos estos dientes pertenecen al grupo de dientes de erupción tardía o posterior; en el maxilar superior el mayor aumento de severidad fue en el primer premolar derecho (40%) con un  $RR=15.74$ ; IC95%:2.25-110.05 ( $p=0.005$ ), seguido por el segundo premolar (39%) con un  $RR=13.01$ ; IC95%:1.97–85.86 ( $p=0.008$ ), y el segundo molar permanente (35%) con un  $RR=14,17$ ; IC95%:2.25-89.42 ( $p=0.005$ ), superiores y derechos. En el maxilar inferior los dientes que presentaron mayor aumento fueron ambos premolares inferiores derechos (44.0%), el primer premolar derecho con un  $RR=14.79$ ; IC95%:2.16-101.31 ( $p=0.006$ ), el segundo premolar derecho con un  $RR=15.90$ , IC95%:2.14-118.26 ( $p=0.007$ ) y el primer premolar inferior izquierdo (44%)  $RR= 15.48$ ; IC95%:2.27-105.53 ( $p=0.005$ ).

Los primeros molares permanentes superiores e inferiores también presentaron aumento en su severidad sin embargo este cambio solo estuvo asociado

significativamente con el TFI inicial en los primeros molares permanentes inferiores con un RR=8.01; IC95%:1.11 – 57.95 p=0.039 y un RR=8.24;IC95%:1.14 – 59.79 p=0.037 para el primer molar permanente inferior derecho y el izquierdo respectivamente (Figura 3).

## DISCUSIÓN

Este estudio proporciona evidencia acerca del cambio clínico de la fluorosis dental según su severidad después de tres años (coincidiendo con el paso de la preadolescencia a la adolescencia), utilizando el índice TFI<sup>21</sup> específico para FD. Este es el primer reporte de seguimiento de los cambios clínicos de FD y su relación con factores como edad, género, severidad, tipo de diente, y caries dental en esta población Colombiana con alta prevalencia de FD.

El índice de Thylstrup y Fejerskov es muy apropiado en poblaciones con alta concentración de F y prevalencia de FD; es un método sensible porque permite la clasificación detallada del diente afectado, por correlación de rasgos clínicos e histológicos<sup>21</sup>. Se definió desde hace cerca de 40 años, y aun actualmente contribuye a evitar la subestimación de los dientes afectados por la FD.

Se encontró que la mayoría de las lesiones de FD permanecieron estables en el tiempo, con una tendencia a la reducción del TFI por diente. Se observó disminución de la severidad en el 29,6% y aumento en el 24,0% de los dientes, mientras Do y col. reportan disminución en el 10,6% y aumento en el 1,0%<sup>8</sup>. El aumento de severidad se observó en los grados TFI 1,2,3,5 con asociación de mayor incidencia de aumento en TF1 (lesiones muy leves); El grupo de dientes de erupción tardía (canino, premolar, segundo molar) también mostraron asociación al aumento en severidad (p=0.005).

En relación a los cambios de severidad de la FD, en general, el grado TF 1 aumento hasta grado 3, el grado TF 2 presentó mayor tendencia a permanecer igual, y los grados 3-5 mostraron mayor tendencia a disminuir. El presente estudio encontró una severidad que varió entre los grados TF1 a 6, después de tres años a diferencia de Do et al.<sup>8</sup>, quienes en niños de 8 a 13 años de edad hallaron solo lesiones con severidad entre 1 y 3. Aunque en ambos estudios predominó el mayor porcentaje de lesiones que permanecieron igual el cambio fue mayor en este estudio que en el de Do y col.<sup>8</sup>.

Después de tres años, algunos dientes completaron su estadio de erupción y algunos aspectos pueden contribuir para que las lesiones de FD lleguen a ser más evidentes. De acuerdo con Thylstrup y Fejerskov<sup>21</sup>, es posible que una lesión subsuperficial, protegida por una capa, haya sido previamente diagnosticada como leve. Y posteriormente puede ser diagnosticada como más severas. Las lesiones subsuperficiales de la FD en todos los grados de severidad se extienden desde el margen cervical por toda la superficie del diente. Esto influye en los cambios clínicos que no se ubican solo en ciertas áreas de una sola superficie; en dientes con fluorosis leves y algunos casos de lesiones moderadas, los cambios macroscópicos pueden ser descritos como si se ubicaran solo en la mitad oclusal-incisal de la corona en un momento específico del diagnóstico; en poblaciones caracterizadas por la baja incidencia de FD, los dientes con frecuencia presentan opacidades, localizadas en las puntas de la cúspide<sup>23</sup>, contrario al escenario epidemiológico de la población analizada en este estudio.

Un número razonable de dientes aumentó su severidad hasta TF 5 y 6, probablemente sufrió injurias secundarias de origen traumático, por las fuerzas mecánicas en la boca, corroborando otros hallazgos<sup>8,9,11,12</sup>. Los dientes con severidad TF 3 y 4 suelen presentar mayor área de hipomineralización subsuperficial y baja resistencia a la desmineralización a diferencia del esmalte sano<sup>6</sup>. El grado inicial, de la fluorosis dental está determinado por la exposición previa al F, sin embargo, esto no determina la tasa de pérdida poseruptiva que pueda presentar el esmalte y la progresión de las lesiones de moderado a severo<sup>9,14</sup>.

En casos semejantes, los cambios que presentan reducción del TFI pueden estar relacionados con la influencia de las fuerzas mecánicas como atrición y abrasión que causan desgaste en las superficies porosas de menor hipomineralización del esmalte, como es el caso de lesiones leves 1-3, que hacen que las lesiones desaparezcan clínicamente y eventualmente expongan esmalte subyacente casi normal. Como resultado de esto, algunas veces parece que hay una regresión gradual de la severidad de las formas más leves de la fluorosis dental poseruptivamente<sup>12</sup>. Incluso lesiones moderadas o severas pueden presentar fracturas y exponer esmalte subyacente normal, dejando una apariencia de FD leve o sano clínicamente, generando cambios de disminución del TFI en lesiones previamente clasificadas como moderadas o severas.

En este estudio, el 5.2% (n=59) de los dientes pasó de un TF mayor a TF0, semejante a Do y col.<sup>8</sup> que reportan un porcentaje, 6.6% (n=97) de los dientes pasaron a

TF0, y opuesto a Curtis y col.<sup>24</sup> quien reporta un mayor porcentaje (47%-54%). Es notable algunas diferencias entre estos estudios como el tiempo de seguimiento, el índice utilizado y el uso de dientes índice para el análisis. No obstante, se ha reportado que la lesión de FD no desaparece en su totalidad, clínicamente se puede observar como superficie sana, en la mayoría de los casos debido a cambios en su refracción<sup>12</sup>.

En relación al grupo de dientes, al comparar con los incisivos superiores, los dientes de erupción-tardía o posterior, presentan una mayor incidencia de aumento en el grado de la severidad según el TFI, RR=1.5; IC95%:1.1-2.0 (valor p = 0.005). Fejerskov y col.<sup>1</sup> sugieren que el aumento en la pérdida poseruptiva del esmalte depende del grado de severidad al momento de la erupción. Y la severidad del cambio depende de la cantidad de F en los fluidos corporales durante la formación del esmalte y periodo de formación del diente<sup>12</sup>. Basados en esta evidencia, los caninos, premolares y segundos molares, usualmente están más afectados en comparación con los incisivos y primeros molares permanentes<sup>25</sup>. Este hallazgo se observó también en el presente estudio. En relación al cambio de severidad en el grupo de dientes de erupción temprana los primeros molares permanentes inferiores fueron los dientes que presentaron mayor aumento en la severidad, podría relacionarse esto con ser dientes más propensos a fuerzas mecánicas más fuertes durante la masticación.

La relación entre el espesor del esmalte y el grado de fluorosis dental se refleja en la severidad dentro de la misma dentición, mientras que la duración del tiempo de exposición del diente a los fluidos corporales tiene un menor papel. Tal concepto no solo explica la distribución al interior de cada diente, sino también explica el progresivo incremento en la severidad desde los dientes anteriores a los dientes posteriores, y la relación encontrada en los arcos maxilares<sup>21</sup>.

Algunas limitaciones de ese estudio pueden ser la forma como se obtuvo la muestra, y el que para la segunda evaluación no se logró analizar todos los niños evaluados en la primera evaluación, posiblemente por tratarse de una comunidad rural con dificultades de acceso y ocupación de los padres. Se hizo una vinculación de datos del mismo diente después de tres años, no fue un seguimiento sistemático, solo se evaluaron 2 momentos. No obstante el seguimiento puede ser limitante propio de los estudios observacionales.

Aunque se controlaron variables como edad, género, CD, severidad de FD y tipo de diente, pudo omitirse alguna otra variable. No obstante algunas fortalezas de este

estudio son el índice específico para FD y el que se tuvieron en cuenta todos los dientes permanentes excepto el tercer molar, los examinadores fueron estandarizados. Los niños de este estudio no recibieron ningún tratamiento previo como blanqueamiento, mencionado en otros estudios como posible variable de confusión<sup>8,11,24</sup>.

La evidencia para comparar este estudio es limitada, entre los estudios que reportan cambios longitudinales solo uno utiliza un índice específico como el usado en este estudio, Do y col.<sup>8</sup> mientras que otros estudios utilizan índices no específicos para FD como el índice DDE, con resultados controversiales al seguimiento, de Liefde<sup>10</sup> (1988) en favor del aumento de las opacidades difusas mientras Wong y col.<sup>11</sup> (2016) en favor de la disminución de las opacidades difusas; y otros que utilizan índices sin validación histológica y no tan sensibles para el diagnóstico de FD como Curtis y col.<sup>24</sup>. Sin embargo todos estos estudios incluyendo el nuestro aportan evidencia a los cambios de la FD, su tendencia y el momento en que ocurren<sup>2,8,10,11,24</sup>.

Se confirma que el ambiente post-eruptivo puede cambiar la apariencia clínica de la fluorosis dental, inclusive el cambio puede ser diferente según la edad; aunque en este estudio la edad no mostró una asociación significativa con el aumento de la severidad, si hubo una tendencia a mayor aumento a los 10 y 11 años de edad, mientras que hacia los 12 años se presenta el menor porcentaje de aumento, mostrando una tendencia similar a Curtis y col.<sup>24</sup>. quienes reportan cambios con seguimiento hasta una edad mayor que la reportada en nuestro estudio; esto puede ser evidente en estudios de mayor tamaño muestral. Por ello factores como la edad en el momento de la evaluación, la maduración pos-eruptiva del esmalte, el tiempo que lleva el diente en cavidad bucal, fuerza masticatoria y los hábitos de limpieza y dieta, son factores que pueden influir en ambas vías para aumentar o para disminuir la severidad de la FD<sup>3,12,25,26,27</sup>

Para un mejor entendimiento del cambio clínico longitudinal de la fluorosis dental, recomendamos: desarrollar nuevos estudios que permitan comparación y acercamiento al conocimiento, con mayor seguimiento clínico. Correlacionar el diagnóstico clínico con el componente histológico considerando el grado de porosidad del esmalte afectado en profundidad y extensión, mediante el uso de nuevas tecnologías en diagnóstico clínico. Identificar factores de riesgo y utilizar sistemas de medición específicos para la FD como el utilizado en este estudio que cuenta con validación histológica. De manera que se pueda obtener resultados propios de la FD para contribuir a establecer medidas de prevención del

daño, dar a conocer al profesional la evolución clínica de la FD y evitar tratamientos innecesarios.

## **CONCLUSION**

El presente estudio basado en características clínicas de la FD, confirma la naturaleza dinámica de esta condición con cambios pos-eruptivos. Después de tres años de observación, aunque predominó el que las lesiones de FD permanecieran igual, merece atención el hecho de que una proporción considerable de dientes presento mayor severidad debido a que las lesiones si hicieron más evidentes clínicamente y algunas pudieron presentar fracturas. Adicionalmente los dientes de erupción tardía o posterior presentaron mayor incidencia de aumento en la severidad según el TFI.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agraden al Dr. Alfonso Escobar Rojas, profesor de la Universidad CES por su apoyo y colaboración con el desarrollo del proyecto. Y a la comunidad de El Cedro Ayapel Colombia, por su participación.

## **REFERENCIAS**

1. Fejerskov O, Manji F, Baelum V. The nature and mechanisms of dental fluorosis in man. *J Dent Res* 1990; 69:692-700. DOI: 10.1177/00220345900690S135
2. Hong L, Levy SM, Broffitt B, Warren JJ, Kanellis MJ, Wefel JS, Dawson DV. Timing of fluoride intake in relation to development of fluorosis on maxillary central incisors. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006; 34:299-309. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2006.00281.x
3. Evans RW, Darvell BW. Refining the estimate of the critical period for susceptibility to enamel fluorosis in human maxillary central incisors. *J Public Health Dent* 1995;55(4):238-49. DOI: 10.1111/j.1752-7325.1995.tb02376.x
4. Den Besten P, Li W. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr Oral Sci.* 2011;22(1):81-96. DOI: 10.1159/000327028

5. Bhagavatula P, Levy SM, Broffitt B, Weber-Gasparoni K, Warren JJ. Timing of fluoride intake and dental fluorosis on late-erupting permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016;44(1):32-45. DOI: 10.1111/cdoe.12187
6. Marin LM, Cury JÁ, Tenuta LMA, Castellanos JE, Martignon S. Higher fluorosis severity makes enamel less resistant to demineralization. *Caries Res* 2016; 50(4):407-13. DOI: 10.1159/000447270
7. Dean T. Endemic Fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health reports(1896-1970)* SAGE Publications, Inc.; 1938; 53(33):1143-452.
8. Do LG, Ha DH, Spencer AJ. Natural history and long-term impact of dental fluorosis: a prospective cohort study. *Med J Aust.* 2016;204(1):25. DOI: 10.5694/mja15.00703
9. Tellez M, Santamaria RM, Gomez J, Martignon S. Dental fluorosis, dental caries, and quality of life factors among schoolchildren in a Colombian fluorotic area. *Community Dent Health* 2011;29(1):95-9. <https://www.cdjournal.org/issues/29-1-march-2012/411-dental-fluorosis-dental-caries-and-quality-of-life-factors-among-schoolchildren-in-a-colombian-fluorotic-area>
10. De Liefde B. Longitudinal survey of enamel defects in a cohort of New Zealand children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988;16(4):218-21. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1988.tb01758.x
11. Wong HM, Wen YF, King NM, McGrath CPJ. Longitudinal changes in developmental defects of enamel. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016; 44(3):255–62. DOI: 10.1111/cdoe.12213
12. Fejerskov O, Manji F, Baelum V, Ingolf JM. *Dental Fluorosis a handbook for health workers.* Denmark. Munksgaard; 1988.
13. Buzalaf MAR. *Fluoride and the oral environment.* Basel, Switzerland ; New York: Karger; 2011; 22.: xii, 178 p. p.
14. Ishii T, Suckling G. The severity of dental fluorosis in children exposed to water with a high fluoride content for various periods of time. *J Dent Res* 1991;70(6):952-6. DOI: 10.1177/00220345910700060801
15. Ockerse T, Wasserstein B. Stain in mottled enamel. *J Am Dent Assoc* 1955;50(5):536-8. DOI: 10.14219/jada.archive.1955.0095

16. Li YJ, Gao YH, Zhang Y. The impact of oral health status on the oral health-related quality of life (OHRQoL) of 12-year-olds from children's and parent's perspectives. *Community Dent Health* 2014;31(4):240-4.  
<https://www.cdhjournal.org/issues/31-4-december-2014/621-the-impact-of-oral-health-status-on-the-oral-health-related-quality-of-life-ohrqol-of-12-year-olds-from-children-s-and-parents-perspectives>
17. Moimaz SAS, Saliba O, Marques LB, Garbin CAS, Saliba NA. Dental fluorosis and its influence on children's life. *Braz oral Res* [online].2015;29(1):1-7. DOI: 10.1590/1807-3107
18. Escobar-Rojas A, Rojas-Gualdrón DF, Martínez CM, Santos-Pinto L, Restrepo M. Greater caries-free survival of first permanent molars: Findings from a 7-years follow-up evaluation of a community-based oral health preventive program. *Intern J of Paediatr Dent* 2020; 00:1-8. DOI: 10.1111/ipd.12619
19. Restrepo MR, Jeremias F, Santos-Pinto L. Estudo epidemiológico de defeitos de esmalte e cárie dentária e o impacto na qualidade de vida em crianças expostas a altos níveis de flúor. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/147065>
20. World Health organization (WHO). Oral Health Surveys. Basic Methods. France: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2013.  
[https://www.who.int/oral\\_health/publications/9789241548649/en/](https://www.who.int/oral_health/publications/9789241548649/en/)
21. Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *Community Dent Oral Epidemiol* 1978;6(6):315-28.
22. Seow WK. Clinical diagnosis of enamel defects: pitfalls and practical guidelines. *Int Dent J* 1997;47(3):173-82. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1978.tb01173.x
23. Mollkr IJ. Dental fluorose og caries. En undersogelse over Utteraturen samt nogle epidemiotogiske luidersagelser af danske born. Thesis, Rhodos, Copenhagen 1965.
24. Curtis AM, Levy SM, Cavanaugh JE, Warren JJ, Kolker JL, Weber-Gasparoni K. Decline in dental fluorosis severity during adolescence: A cohort study. *Journal of Dental Research* 2020; 1-7. Article reuse

guidelines:sagepub.com/journals-permissions

DOI:

10.1177/0022034520906089 journals.sagepub.com/home/jdr

25. Nanda RS, Zipkin I, Doyle J, Horowitz HS. Factors affecting the prevalence of dental fluorosis in Lucknow, India. *Arch. Oral Biol.* 1974; 19: 781-792. DOI: 10.1016/0003-9969(74)90166-6
26. Roldan SI, Restrepo LG, Isaza JF, Velez LG, Bushang PH. Are maximum bite forces of subjects 7 to 17 years of age related to malocclusion?. *Angle Orthod* 2016;86(3):456-61. DOI: 10.2319/051315-323.1
27. Backer Dirks O. Post-eruptive Changes in Dental Enamel. *J Dent Res* 1966; 45(3):503-11. DOI: 10.1177/00220345660450031101

**Tabla 1.** Distribución del TFI al inicio y después de tres años. El Cedro, Colombia.

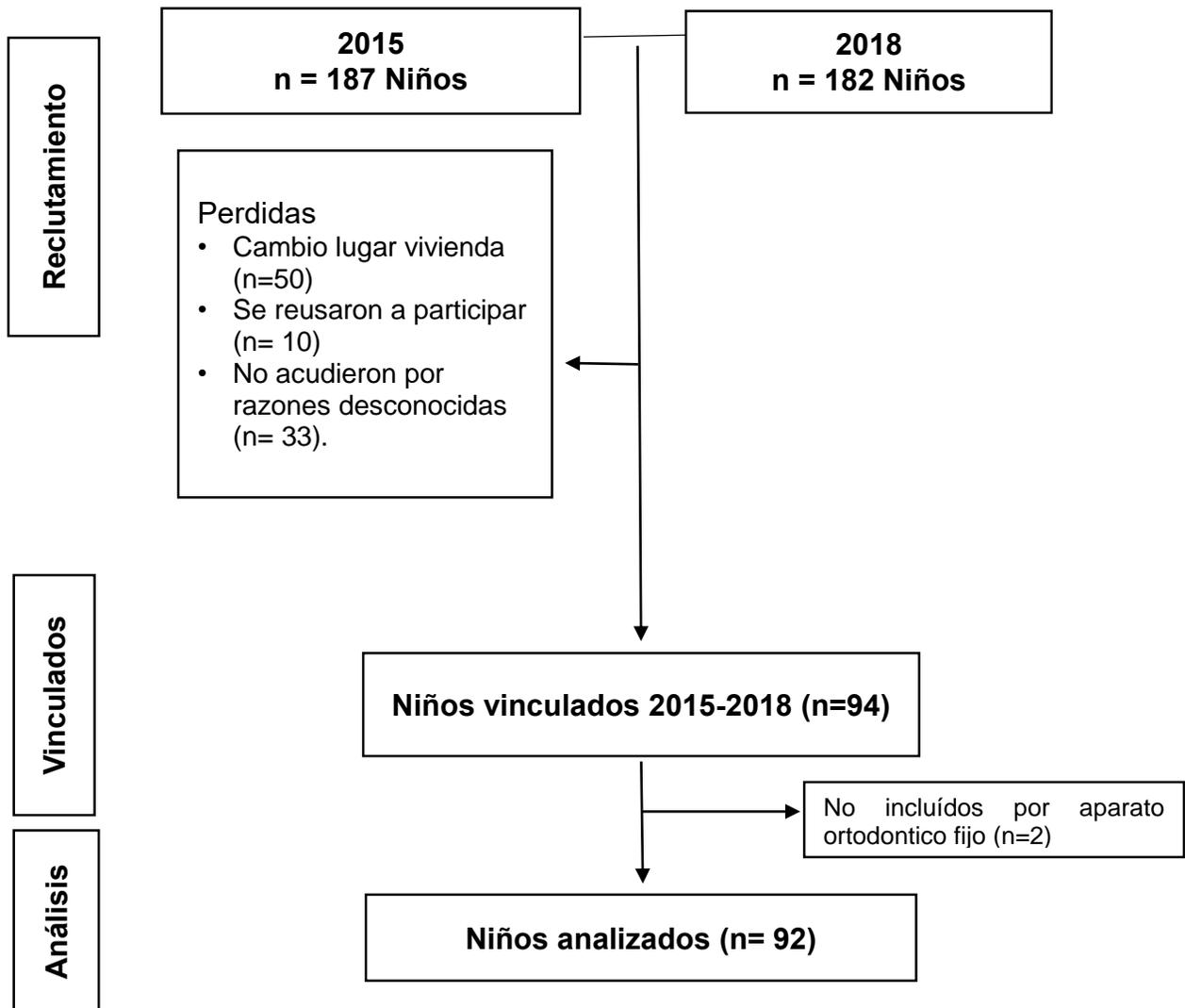
TFI <sup>21</sup>	TFI después de tres años							Total
	TF0	TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6	
Inicio	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
TF1	47 (11.3)	185 (44.5)	163 (39.2)	21 (5.0)	0 (0)	0 (0.0)	0 (0)	<b>416(37.3)</b>
TF2	9 (2.2)	141 (33.9)	213 (51.2)	53 (12.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>416(37.3)</b>
TF3	2 (0.8)	22 (8.9)	78 (31.5)	116 (46.8)	13 (5.2)	15 (6)	2 (0.8)	<b>248(22.1)</b>
TF4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	<b>4(0.3)</b>
TF5	1 (3)	4 (12.1)	12 (36.4)	11 (33.3)	0 (0)	3 (9.1)	2 (6.1)	<b>33(3.0)</b>
<b>Total</b>	<b>59(5.2)</b>	<b>352(31.5)</b>	<b>466(41.7)</b>	<b>205(18.3)</b>	<b>13(1.2)</b>	<b>18(1.6)</b>	<b>4(0.5)</b>	<b>1117</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 2.** Factores asociados con el aumento del TFI en los dientes permanentes después de tres años. Niños de 8-12 años. El Cedro, Colombia.

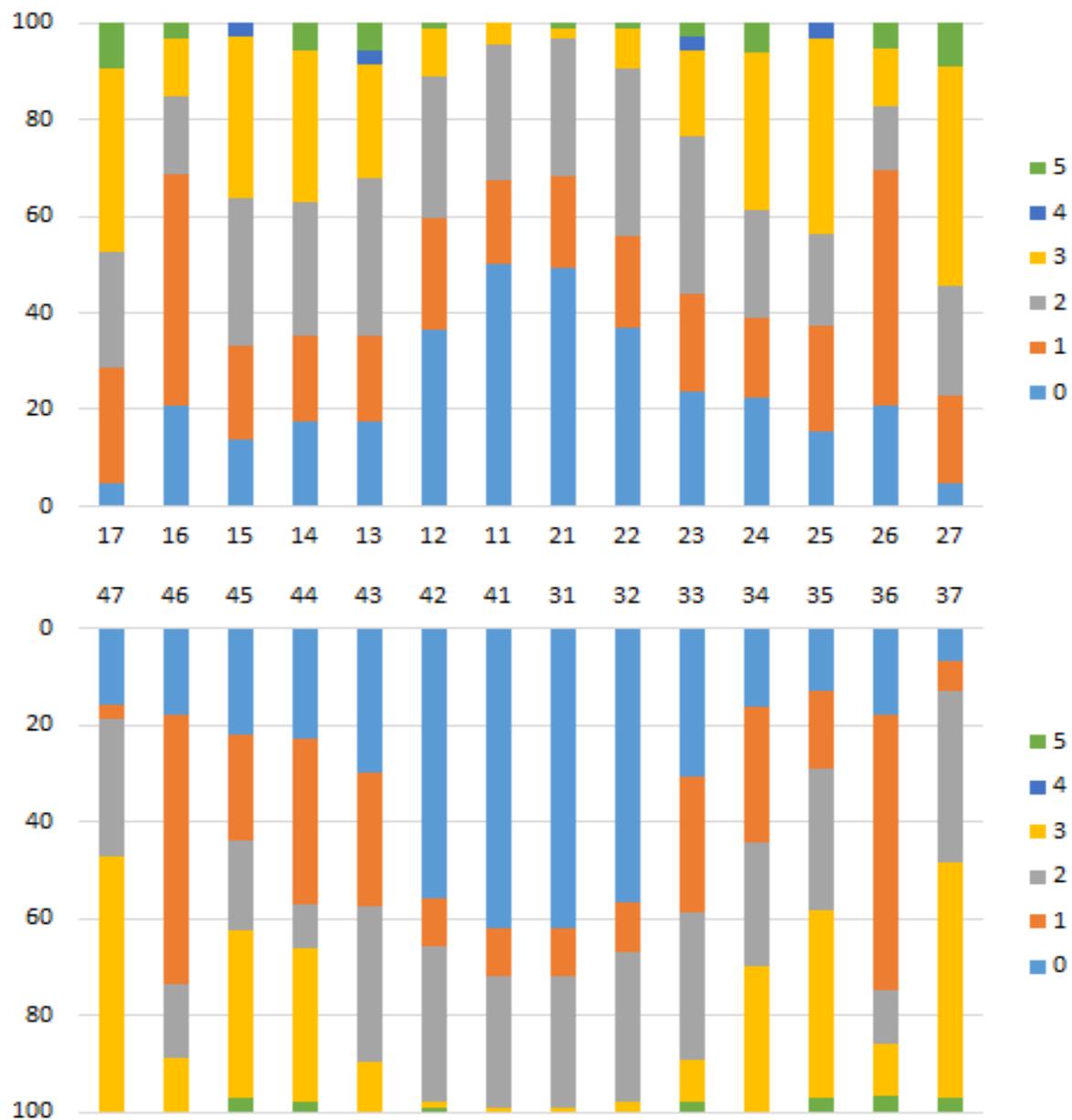
Variable	Incidencia%	Crudo			Ajustado				
		RR	IC95%	Valor p	RR	IC95%	Valor p		
<b>Genero</b>									
Hombre	27.1	1.3	0.8	1.9	0.308	1.4	0.9	2.1	0.093
Mujer	21.6	1.0				1.0			
<b>Edad al inicio</b>									
8	30.3	1.4	0.7	2.7	0.379	1.6	0.8	3.3	0.165
9	35.3	1.6	0.8	3.0	0.163	1.8	1.0	3.5	0.064
10	37.7	1.7	0.9	3.2	0.106	1.8	1.0	3.4	0.066
11	38.5	1.7	0.9	3.3	0.089	1.7	0.9	3.3	0.082
12	22.2	1.0				1.0			
<b>TF 2015</b>									
1	44.2	7.3	1.3	40.1	0.022	9.7	1.7	56.5	0.011
2	12.7	2.1	0.4	11.6	0.394	2.8	0.5	16.5	0.251
3	12.1	2.0	0.5	8.1	0.334	1.9	0.4	8.3	0.397
5	6.1	1.0				1.0			
<b>Caries*</b>									
Sí	25.3	1.1	0.7	1.6	0.730	1.3	0.9	1.9	0.105
No	23.5	1.0				1.0			
<b>Tipo de diente</b>									
erupción temprana	20.0	1.8	1.0	3.3	0.054	1.1	0.8	1.4	0.678
erupción tardía	32.2	3.0	1.7	5.2	0.000	1.5	1.1	2.0	0.005
incisivos-maxilares	11.2	1.0				1.0			

\*Caries sí=CPO-D $\geq$ 1; no=CPO-D=0. Fuente: elaboración propia



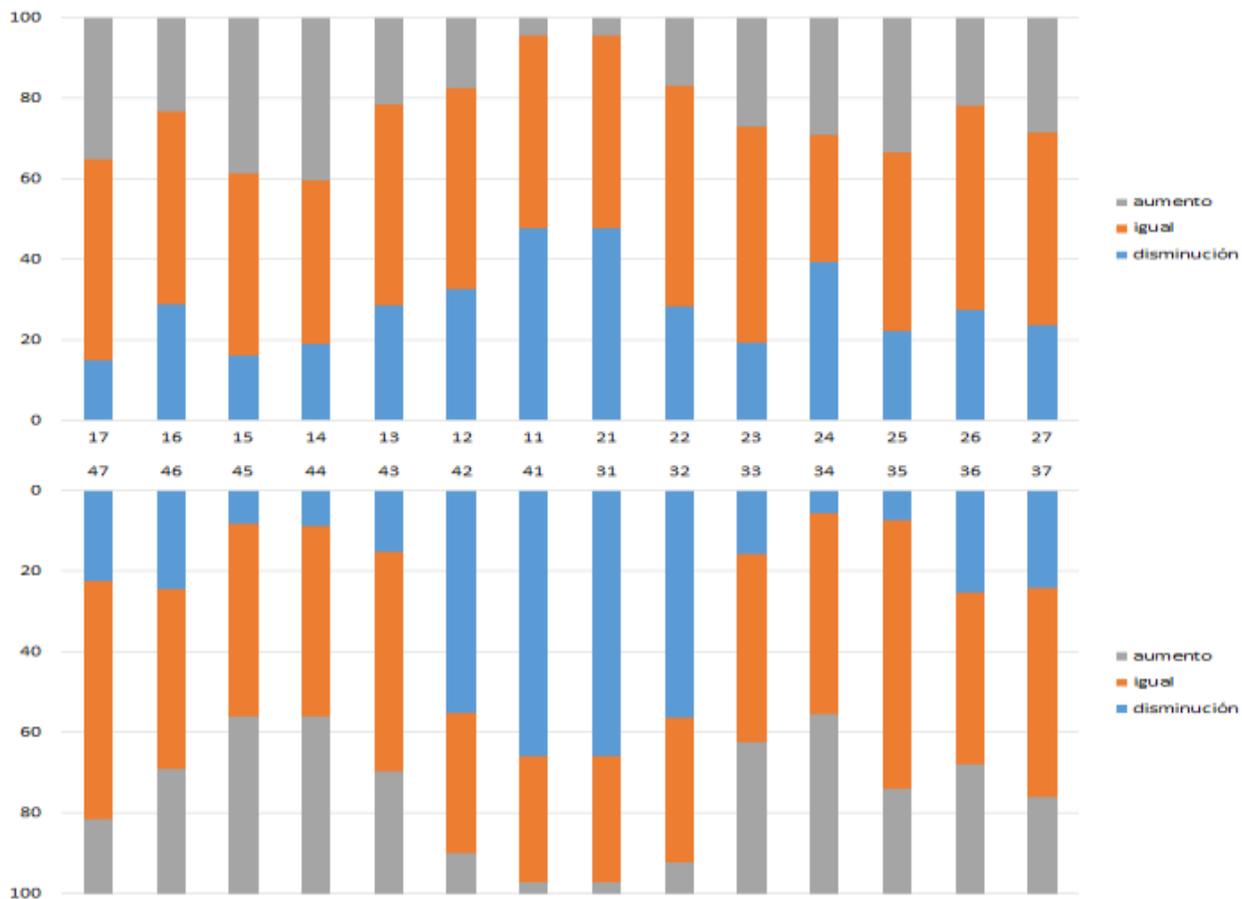
**Figura 1.** Flujograma de la población del estudio.

Fuente: Elaboración propia



Fuente: elaboración propia

**Figura 2.** Distribución porcentual del TFI según tipo de diente en la primera evaluación.



Fuente: elaboración propia

**Figura 3.** Distribución porcentual del cambio de la severidad TFI según tipo de diente después de tres años. En los niños de 8 - 12 años de edad. El Cedro, Colombia.

### 3.3 Estudio 3\*

#### **Fluorosis dental según cohorte de nacimiento y marcadores de fluoruro en una zona endémica de Colombia.**

Alexandra Saldarriaga<sup>1,2</sup>, Manuel Restrepo<sup>3</sup> Diego F Rojas-Gualdrón<sup>4</sup>, Thamyris de Souza Carvalho<sup>5</sup>, Marilia Afonso Rabelo Buzalaf<sup>6</sup>, Lourdes Santos-Pinto<sup>7</sup>, Fabiano Jeremias<sup>8</sup>.

<sup>1</sup>DDS, MSc. Ph.D. Student. Graduate Program in Dental Science, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup>DDS. MSc. Professor. School of Dentistry, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup>DDS. MSc. Professor. School of Dentistry, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup>MSc, Ph.D. Professor. School of Medicine, CES University, Medellín, Colombia.

<sup>5</sup> DDS, MSc, Ph.D. Student. Department of Biological Sciences, University of São Paulo (Usp), Bauru School of Dentistry, Bauru, São Paulo, Brazil.

<sup>6</sup> DDS, MSc, Ph.D. Professor. Department of Biological Sciences, University of São Paulo (Usp), Bauru School of Dentistry, Bauru, São Paulo, Brazil.

<sup>7</sup>DDS, MSc, Ph.D. Full Professor. Department of Morphology and Pediatric Dentistry, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

<sup>8</sup>DDS, MSc, Ph.D. Collaborator Professor, Graduate Program in Dental Science, São Paulo State University (Unesp), School of Dentistry, Araraquara, São Paulo, Brazil.

#### **Correspondencia:**

Fabiano Jeremias

Graduate Program in Dental Science,

School of Dentistry, Araraquara - UNESP

Rua Humaitá, 1680

Araraquara, SP Brasil 14801-903

Email: f.jeremias@unesp.br

---

\* Este artículo está formateado segundo las normas de la revista Community Dentistry and Oral Epidemiology, donde será sometido.

## RESUMEN

**Objetivo:** analizar cambios en la incidencia de la FD según cohorte de nacimiento y explorar la exposición actual al F en una serie de casos. **Metodología:** se realizó un estudio analítico de efecto de cohorte en la frecuencia de FD en dos períodos observados 2015 y 2018. Dos examinadores estandarizados registraron la FD utilizando el índice Thylstrup-Fejerskov, en dientes permanentes. Además, para el análisis de diferencia de riesgo, según cohorte de nacimiento, se utilizó el modelo lineal generalizado con familia binomial y función de enlace logarítmica, considerando la edad y el año de valoración como covariables. Se presenta el RR con intervalos de 95% de confianza. Se analizaron las uñas de los pies como biomarcador de 37 niños voluntarios, de ambos géneros, con  $12.29 \pm 2.63$  años de edad. Se midió la concentración de F en  $\mu\text{g F/gr}$  mediante método de difusión utilizando un electrodo de ion-específico; otras muestras analizadas en el entorno fueron alimentos, tierra y carbón. **Resultados:** Se encontró en 274 niños, entre 7 y 18 años de edad, un porcentaje de incremento de la FD entre los períodos 2015(85.10%) y 2018 (96.6%) promedio estimado del 17% (1.17 IC del 95%: 0,89 – 1,55). El aumento fue mayor en las cohortes más jóvenes, ( 2003–2011), contrario a las cohortes más antiguas (2000-2002). En las uñas se encontró  $2.48 \pm 2.29 \mu\text{g F/gr}$  (0.03 - 8.68  $\mu\text{g F/gr}$ ). El 37.8% de los niños presentaron concentraciones de F en uñas  $\geq 2 \mu\text{g F/gr}$ . En la tierra y carbón la concentración fue de  $0.12 \pm 0.146 \mu\text{g F/gr}$ ; en los snacks se encontró  $0.5 \pm 0.55 \mu\text{g F/gr}$ , y en el condimento fué de  $6.70 \mu\text{g F/gr}$ . Los snacks salados y el condimento, presentaron la concentración de F más alta; y los medicamentos usados por las madres de los niños en el embarazo presentaron concentraciones de F entre 0.10 y 0.80. **Conclusión:** El aumento en la frecuencia de FD observado entre los períodos 2015 y 2018 no logra explicarse por el cambio en la incidencia según cohorte de nacimiento. Se confirma el uso de las uñas como un biomarcador viable para esta región. La exposición al F es moderada y aunque no hay relación de temporalidad con la frecuencia de FD reportada, si da cuenta de que aún persiste la exposición al F. Amérita continuar el seguimiento de la población y explorar posibles cambios en la exposición al fluoruro.

**Palabras clave:** Fluorosis dental. Incidencia. Biomarcador. Fluoruro. Dientes permanentes.

## INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas la exposición al Fluoruro (F) ha aumentado tanto en comunidades fluorizadas como no fluorizadas<sup>1,2</sup>. Se considera que el momento crítico para la fluorosis dental (FD) en dientes primarios es el periodo de desarrollo del niño entre los 6 y 9 meses de edad<sup>3</sup>, mientras que para la dentición permanente debe considerarse un periodo de desarrollo más amplio hasta los 8 años de edad, que varía según el tipo de diente y que está igualmente influenciado por la duración de la exposición al fluoruro durante la amelogénesis<sup>1,4-7</sup>.

Los niños en sociedades contemporáneas pueden estar expuestos a múltiples fuentes de F en diferentes periodos de su vida, aún no se conoce cual es período más adecuado para suministrar F manteniendo el equilibrio riesgo-beneficio<sup>5,8</sup>.

La amplia ventana de susceptibilidad a la FD ha sido reportada<sup>1,5</sup>. Sin embargo todavía hay controversia en relación a la variedad de fuentes y la presencia de factores de riesgo como el clima, la altitud y el entorno geográfico<sup>4,7,9</sup>. La FD es una condición crónica, que está más relacionada con la acumulación crónica del F durante el crecimiento y desarrollo del niño que con una exposición limitada a periodos críticos específicos<sup>4,5,10</sup>; y puede estar asociada a otras manifestaciones de la intoxicación con F, como la fluorosis esquelética y fluorosis aguda o no esquelética<sup>11-14</sup>.

Los estudios epidemiológicos se han enfocado principalmente al estudio de su prevalencia. Aunque algunos consideran que cierto grado de FD es normal, y no causa impacto en la población<sup>15,16</sup>, la alta prevalencia y severidad en poblaciones endémicas con fluoruración sistémica ha generado inquietud en la comunidad científica. La frecuencia de FD puede variar en una misma región en el tiempo, según el comportamiento de sus factores de riesgo o protectores; y estos efectos se pueden reflejar en cambios en las tasas según la cohorte<sup>17</sup>.

El estudio de los cambios de frecuencia de la FD puede dar pautas para analizar el equilibrio de los factores etiológicos e identificar si los cambios en las tasas están asociados a la cohorte de nacimiento; este análisis unido al monitoreo de la exposición al F mediante biomarcadores en zonas endémicas puede contribuir a identificar comportamientos específicos de la población, posibles fuentes y factores aún no identificados. Cuando se usa apropiadamente el F puede ser un método preventivo efectivo y seguro; bajas

concentraciones disponibles permanentemente en los fluidos orales pueden ser suficientes<sup>18</sup>. Nuevos estudios podrían motivar la reconstrucción del conocimiento en torno a la dosis y el equilibrio riesgo-beneficio del fluor; y contribuir a su vigilancia epidemiológica<sup>4,9,19,20</sup>.

El primer objetivo de este estudio fue analizar cambios en la incidencia de la FD, según cohorte de nacimiento como posible explicación del aumento de la prevalencia de la enfermedad en un área endémica del norte de Colombia; y como objetivo secundario caracterizar y explorar en una serie de casos la exposición al F en las uñas de los pies, como biomarcador y evaluar la presencia de F en algunos alimentos tipo snacks, condimento alimenticio (ampliamente consumidos) y algunos elementos geológicos del entorno.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño del estudio**

Se realizó un estudio transversal analítico de efecto de cohorte donde se analizó la frecuencia de FD en dos períodos (2015 y 2018), en una población de niños de 8-18 años de edad, de ambos géneros, de una zona al norte de Colombia (El Cedro) Y se caracterizó la concentración de F en uñas como biomarcador de exposición en una serie de casos anidada en este estudio transversal.

Este estudio hace parte de un macroproyecto de análisis y caracterización de la FD aprobado por el Comité Institucional de Ética de la Investigación en Seres Humanos de la Universidad CES (Medellín – Colombia) (Acta N° 110-Código 718). Los padres de los niños firmaron un consentimiento de aprobación por la participación de los niños, previa a la firma del asentimiento.

El distrito de El Cedro hace parte del municipio de Ayapel, departamento de Córdoba, localizado en el norte de Colombia, en Sur América (IDH-M: 0.705). Su población está cubierta por el programa de salud pública en Colombia de fluorización de la sal de cocina (180-220 ppm). El Cedro, es una población endémica para FD, tiene una concentración promedio de F en sal de  $123.6 \pm 89.4$  y en el agua de 0.10 ppm F<sup>21</sup>. Su población total estimada en 2015 era de 929 habitantes con una densidad de 6.15 habitantes/km<sup>2</sup>. La población estudiada se conformó de los niños que en 2015 hicieron

parte de una primera evaluación clínica de la FD donde se examinaron 187 niños de 8-12 años de edad ( $n=225$ )<sup>21</sup>, y los niños mayores de 8 años ( $n=490$ ) en 2018, fueron convocados, incluyendo niños evaluados en 2015, y solo acudieron 182 niños. Finalmente para el análisis de los cambios de la frecuencia, mediante el efecto de cohorte en la prevalencia de las muestras en los dos períodos evaluados se conformó una muestra de 274 niños. Todos los escolares fueron llamados para ambas evaluaciones.

### **Participantes**

Los criterios de inclusión fueron niños residentes del Cedro que fueron evaluados en 2015 y/o 2018, que cumplieran con los requisitos de tener presentes al menos los primeros molares permanentes y los incisivos permanentes superiores e inferiores. Como criterios de no inclusión se consideró la presencia de síndromes ligados a malformaciones del esmalte, defectos del esmalte dentario causados por trauma, y niños portadores de aparatos ortodónticos.

### **Examen clínico**

La evaluación clínica se realizó en un consultorio odontológico dotado con luz artificial, sistema de succión, agua y aire, utilizando espejo plano número 5 y sonda periodontal recomendada por la Organización Mundial de la salud (OMS)<sup>22</sup>. Después de una limpieza con profilaxis profesional y secado de los dientes con gaza, el examen fue realizado por dos evaluadores previamente estandarizados (0.89 y 0.87 para Kappa intra e inter examinador respectivamente), en los criterios propuestos por Thylstrup y Fejerskov (TFI) (1978)<sup>23</sup>, para el diagnóstico de FD; la diferenciación apropiada de otras opacidades y lesiones de mancha blanca de caries dental, se hizo de acuerdo a los criterios de Seow (1997)<sup>24</sup>.

Los participantes fueron clasificados en cohortes según año de nacimiento tomando períodos trianuales (2000-2002, 2003-2005, 2006-2008, 2009-2010). El efecto de cohorte se cuantificó en cada cohorte, como casos positivos en cada período dividido en los nacidos en el mismo período de la cohorte. El efecto de período se calculó en cada período separado como el total de casos positivos en el período 2015 o 2018 dividido en el total evaluados en 2015 o 2018. Adicionalmente, se consideraron las variables edad al momento de la valoración clínica y año de la valoración.

## **Procedimiento de obtención de muestras**

### **Muestras de uñas**

Para la exploración, análisis y cuantificación de fluoruros se recolectaron las uñas de los pies de un grupo de niños diagnosticados con FD, residentes en el Cedro. Los niños fueron seleccionados de un listado de niños con FD, y se solicitó su participación voluntaria.

Para la recolección de las uñas, los padres fueron instruidos para permitir crecer las uñas de los niños por 15 días antes de cortarlas; se pidió no pintarlas ni maquillarlas; las muestras recolectadas fueron almacenadas y codificadas. Cada uña fue lavada con agua des-ionizada utilizando un cepillo interdental o unipenacho. Se desionizaron en recipientes con agua durante 10 minutos, se secaron a  $60\pm 5^{\circ}\text{C}$  por 12 horas y fueron pesadas.

### **Muestras de tierra, carbón y agua.**

También como un análisis exploratorio, se tomaron muestras de dos puntos estratégicos, uno en la parte central, y otra muestra de una zona periférica de El Cedro. Para la toma de muestras de agua y tierra se hizo un hoyo de 40 cm se tomó el agua y la tierra más profunda, se llenaron 2 tarros de 200 ml en cada lugar. La muestra de carbón se tomó directamente del fogón de leña.

Estas muestras fueron maceradas, colocadas en cajas de Petri y pesadas para obtener entre 0.50 y 0.59 mg, en duplicado. Las muestras se mantuvieron en temperatura ambiente hasta el momento del análisis. El agua se analizó en cajas de Petri.

### **Muestras de alimentos tipo snacks, condimento y medicamentos en las maternas**

Las muestras de los snacks más comunes de consumo habitual por los niños se adquirieron en la tienda del colegio del Cedro y algunas fuera del colegio. Se compraron muestras de 11 snacks diferentes y una bebida de consumo frecuente en la región, así como muestras de un producto de uso común para condimentar la comida en la población. Se obtuvo la muestra de tres medicamentos (Ácido Fólico, Sulfato Ferroso y Carbonato de calcio) de uso frecuente por las madres de los niños durante el último trimestre del embarazo. Estas muestras fueron maceradas, se colocaron en cajas de Petri y fueron pesadas para obtener entre 0.50 y 0.59 mg, en duplicado.

### **Análisis de fluoruros**

El análisis de fluoruro se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Odontología de la Universidad de São Paulo (FOB-USP), Bauru, Brasil. Todas las muestras se realizaron por duplicado biológico, codificadas y posteriormente se hizo un análisis químico por difusión. El peso de las muestras de uñas estuvo en un rango entre 10 y 12 mg, que también se hizo por duplicado.<sup>25</sup>

La concentración de fluoruro se determinó después de pasar durante la noche en cajas de Petri en difusión facilitada con hexametildisiloxano (HMDS), según el método previamente descrito por Taves<sup>26</sup> (1968) modificado por Whitford<sup>27</sup>, utilizando un electrodo combinado de fluoruro modelo 9409 (Orion) y un electrodo miniatura de referencia calomel (Accument, No.13-620-79) conectado a un potenciómetro (modelo EA 940; Orion). Durante la difusión (sala a temperatura ambiente), las soluciones en cajas de Petri impermeables (Falcon No. 1007) fueron agitadas gentilmente en un agitador rotatorio. Se prepararon patrones en soluciones estándar de fluoruro (50.0, 10.0, 5.0, 1.0, 0.5, 0.25  $\mu\text{g F}$ ), en dilución serial de una solución de 0.1 M F (Orion), por triplicado y difusión de igual manera que las muestras. La repetibilidad de las lecturas de los ejemplos fue del 95%. La curva estandar tuvo un coeficiente de determinación  $\geq 0.98^7$ .

### **Tratamiento estadístico**

Los datos fueron analizados en el Programa STATA version16. Para el análisis descriptivo se emplearon frecuencias y porcentajes con las variables categóricas y medidas de tendencia central y dispersión con las variables cuantitativas. Para el analisis de diferencia de riesgo, según cohorte, se utilizó el modelo lineal generalizado con familia Binomial y función enlace logarítmica considerando la edad y el año de valoración como covariables. Los resultados se presentan en RR con intervalos de 95% de confianza, valor p y valor p de segunda generación<sup>28</sup>.

Se realizó estimación post-hoc del poder estadístico para la diferencia de prevalencia entre periodos obteniendo un 90.5%.

Todos los datos obtenidos de la medición directa de fluoruro en uñas, tierra, carbón y alimentos fueron analizados y registrados para su descripción. Para analizar la concentración de F en uñas de los pies se dicotomizaron variables como genero, edad y para el grado de TFI a cada niño se le asigno su clasificación más alta; y se compararon utilizando el test de Wilcoxon (Mann-Whitney) con un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS

### Cambios de la frecuencia de FD segun cohorte de nacimiento.

Se incluyeron 274 niños, de 8-18 años de edad. Se encontró una prevalencia muestral de FD mas alta en el período 2018 (96.6%) comparado con el 2015 (85.1%), sin diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ). Las frecuencias de FD correspondientes a los períodos se observan en la tabla 1.

Durante la medición realizada en 2018 se identificó mayor frecuencia de FD (RP 1.17; IC95%: 0.89 – 1.55), en comparación con la medición realizada en 2015, con un valor p de segunda generación de 0.21. No obstante, este aumento en la frecuencia de FD no se explica por aumento en la incidencia de FD según cohortes de nacimiento (Tabla 2).

### Concentración de fluoruro en muestras biológica y ambiental.

La concentración de F de las uñas de los pies de 37 niños fue analizada. La media de edad de los niños fue de  $12.29 \pm 2.63$  años. El 54.0% pertenecían al género masculino. La concentración media de F en uñas de pies fue de  $2.48 \pm 2.29$   $\mu\text{g F/g}$  (ppm F), con un valor mínimo de 0.03 y un máximo de 8.68  $\mu\text{g F/g}$  (ppm F). El 37.8% de los niños presento valores  $\geq 2$   $\mu\text{g F/g}$  (ppm F)<sup>27</sup> en las uñas de los pies. En la tabla 3 se describe la concentración de fluoruro según variables.

Al comparar la concentración de F en las uñas de los pies según edad, genero y grado de severidad TF se encontró que no hay diferencias significativas en la distribución por genero y edad, aun a pesar de que el promedio de F en el grupo de niños entre 8 y 12 años ( $1.67 \pm 1.69$   $\mu\text{g F/g}$ ) fue menor que el del grupo entre 13 y 18 años ( $3.09 \pm 2.52$   $\mu\text{g F/g}$ ) ( $p = 0.06$ ). Las uñas de los niños con un TF  $\leq 3$  ( $n=23$ ) presentaron una concentración media mayor ( $3.17 \pm 2.40$   $\mu\text{g F/g}$ ) con respecto a las uñas de los niños con TF  $\geq 4$  ( $n=14$ ) con  $1.33 \pm 1.56$   $\mu\text{g F/g}$ , diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.015$ ). (Tabla 3)

La tabla 4 muestra la concentración de F encontrada en las muestras de tierra y carbón de leña. La concentración de F es muy baja con un promedio de  $0.12 \pm 0.14$   $\mu\text{g F/g}$  y muestra diferencia, aunque no significativa, siendo un poco mayor en las muestras tomadas en la zona central cerca al centro de salud con respecto a las muestras tomadas en la zona periferica (el Once). De la misma manera la muestra del agua tomada en el centro de salud presento el valor mas alto 0.04  $\mu\text{g F/g}$  (ppm F).

En la tabla 4 se observa la concentración de F en 12 alimentos tipo Snacks y un condimento de cocina de uso frecuente en la población. La concentración média encontrada fue en los 12 snacks de  $0.50 \pm 0.55 \mu\text{g F/g}$  (ppm F). Se encontró mayor concentración en los snack salados como Almuercito y Galletas Crakeñas Club. En el condimento se encontro la mayor concentración  $6.70 \mu\text{g F/g}$  (ppm F). Los medicamentos consumidos por las madres durante el embarazo presentaron un rango entre 0.10 y  $0.80 \mu\text{g F/g}$  (ppm F).

## DISCUSIÓN

El aumento en la frecuencia de FD entre 2015 y 2018 no se explica por aumento en la incidencia según cohorte de nacimiento. Aunque parece menos frecuente la FD en los niños de mayor edad (2000-2002), la magnitud es generalizada; el comportamiento diferente según la edad, no fue estadísticamente significativo pero puede dar pautas de una exposición al riesgo diferente. El tiempo de exposición se refleja en el aumento de la incidencia entre las cohortes de nacimiento.

La variación encontrada entre las cohortes sugiere comportamientos diferentes que pueden dar indicios de presencia de factores asociados diferentes según el período como sucede en las cohortes 2006 - 2008 con frecuencias de FD del 73,0% (2015) y del 98,7% (2018). Los niños mayores de las cohortes 2000-2002, en 2018 presentaron la frecuencia mas baja (88.8%) de FD, podría suceder que algunas lesiones leves dejen de ser visibles clínicamente con la edad y dar lugar a frecuencias mas bajas<sup>29</sup>. La edad en que se hace el examen es importante para detectar la enfermedad clínicamente<sup>5,30</sup>. La FD solo puede ser detectada clínicamente despues de vários años de exposición excesiva y continua al F<sup>27</sup>.

No se encontraron cambios relevantes en la incidencia de la FD. A pesar de ser una muestra pequeña, los resultados muestran prevalencias de muestra de la FD mayores que otros estudios de cohortes en Mexico con diferente exposición según el programa de fluorización de la sal doméstica<sup>17</sup>. Comparar este estudio con otros estudios semejantes es difícil por la falta de estudios específicos de incidencia en Colombia y otros países. Las prevalencias de muestras encontradas en el presente estudio son mayores que estudios de prevalencia en poblaciones de países como EUA, con fluoruración del agua potable, donde la tendencia mostró aumento en las prevalencias desde el 22.0% a 41.0% y a 65.0% en las encuestas nacionales de 1986-1987, 1999-2004 y 2011-2012, respectivamente<sup>20</sup>; y que en Colombia con prevalencias de 11.5% y 62.1% en 1998 y 2014-2015, respectivamente<sup>31</sup>.

El cambio en las cohortes fue muy sutil y no fue estadística significativo, sin embargo es una observación importante y orienta a la necesidad del seguimiento de la población, a explorar cambios en la exposición propios de la comunidad en la última década.

Como un análisis secundario en este estudio, se exploró la exposición al F en una serie de casos de FD. Las uñas son un biomarcador de la exposición crónica, sub-crónica y aguda al F, de fácil obtención y menos invasivo<sup>18,27</sup>. La concentración de F encontrada en las uñas de los pies de los casos estudiados confirma su utilidad en la medición de la exposición crónica al F en una comunidad<sup>127,32</sup>. Y aunque no hay temporalidad entre la FD presente adquirida por estos niños y la concentración de F encontrada en las uñas, hay concordancia con la alta prevalencia de FD (96.6%) encontrada en esta población. La concentración de F encontrada de alguna manera refleja el nivel de ingesta de fluoruro en un tiempo prolongado, dato que puede ser útil cuando se desea conocer el riesgo de FD<sup>7,19,33</sup>. Sin embargo el grupo de edad de los casos estudiados está fuera de la ventana de susceptibilidad a la FD, y por ello la edad es importante cuando la intención es medir riesgo o predecir FD.

La concentración de F encontrada en las uñas de los pies, en los casos estudiados coincide con otros reportes de uñas de los pies, con número de individuos y grupo de edad semejante a este estudio pero en zonas geográficas diferentes<sup>25</sup>. Elekdag-Turk y col. (2019)<sup>32</sup> en Turkia encontraron una concentración promedio de F en zonas endémicas de  $2.34 \pm 0.26$  mg/Kg y en zonas no endémicas de  $0.98 \pm 0.08$  mg/Kg; Buzalaf y col. (2009)<sup>25</sup> en Brazil reportaron concentraciones entre 1.49 y 2.80 mg/Kg F, y Amaral y col. (2014)<sup>34</sup> también en Brasil reportaron concentraciones entre 2.15 (0.39) a 2.64 (0.41)  $\mu\text{g F/g}$ .

Los hallazgos de este estudio difieren de otros realizados en uñas de las manos como el de Buzalaf y col. (2012)<sup>27</sup> con concentración promedio mayor que la de este estudio, de 4.22 (2.45)  $\mu\text{g F/g}$ ; y de Idowu y col. 2020<sup>33</sup> quienes encontraron valores un poco mayores de 3.237 (2.636) y 3.378 (2.197)  $\mu\text{g F/g}$ , para manos y pies respectivamente, en zonas con bajo F en agua. Adicionalmente, la concentración encontrada en nuestro estudio es muy baja respecto a áreas con mayor F en agua, donde se reporta concentración de F en uñas de 10.420 (3.761) y 10.371(3.907)  $\mu\text{g F/g}$ <sup>33</sup>.

Aunque algunos estudios reportan concentraciones mayores de F en las uñas de manos respecto a los pies; actualmente se recomienda utilizar las uñas de los pies e inclusive la del dedo mayor porque proporciona suficiente masa para el análisis de F y son

de rápido crecimiento. Se ha reportado que las uñas de los pies pueden estar menos expuestas a la contaminación externa que las de las manos<sup>7,18,25,32,34</sup>. No obstante esto puede variar según el estilo de vida en las poblaciones rurales.

Al correlacionar los resultados de la concentración de F en las uñas con la edad y categoría de severidad de la FD según el TFI<sup>23</sup>, se encontró mayor concentración de F en el grupo entre 13 y 18 años de edad, indicando posiblemente mayor exposición acumulada en el tiempo<sup>5,18</sup>. Sin embargo, cuando se correlacionó el TFI con la concentración de F en las uñas, se encontró mayor media de F en los niños con categorías  $TF \leq 3$ , hallazgos que no coinciden con otros estudios donde reportan la tendencia de la concentración de F en las uñas a aumentar con la severidad de la FD<sup>19,27</sup>; esta variación podría dar indicios de un comportamiento genético y biológico diferente en la absorción de F en los niños de esta población. Aspectos como la malnutrición, el contenido de la dieta en elementos como proteínas, carbohidratos y grasas así como el consumo de micronutrientes como el calcio, pueden afectar la absorción de F<sup>1,18,19,35</sup>.

Aunque el Cedro (Ayapel-Colombia) se considera una zona endémica, no hay claridad de su principal fuente de exposición. Las muestras de otros elementos analizadas presentaron gran variabilidad en la concentración de F encontrada; los snacks salados y el condimento presentaron mayor concentración. Estos resultados suman a otros estudios de diversas fuentes de fluoruro en zonas endémicas donde aún no hay una correlación directa entre las fuentes, la concentración de fluoruro, y la severidad de la fluorosis<sup>21,33,36,37</sup>. La concentración de F de la sal en Colombia ha mostrado gran variabilidad, no es estable y puede superar el nivel máximo permitido<sup>21,38</sup>. Adicionalmente, aunque las muestras del entorno geológico fueron tomadas solo en 2 puntos y no es una muestra probabilística de varios puntos geográficos estratégicos, la baja concentración de F encontrada da indicios de su presencia en el entorno de la comunidad.

El tiempo de exposición se refleja en el aumento de la incidencia entre las cohortes de nacimiento encontrados y coincide con la concentración de F encontrada en las uñas como biomarcador en los casos estudiados; sin embargo, el tamaño muestral es un limitante importante de este estudio, así como la falta de seguimiento, a las cohortes.

Los hallazgos de la concentración de F aquí reportados reflejan un análisis exploratorio no probabilístico. Sin embargo la falta de estudios en uñas como biomarcador de F, y el análisis de otros elementos estudiados, que han sido poco abordados en

comunidades con fluoruración sistémica de la sal, hacen que este estudio aporte al conocimiento no solo de la uñas como biomarcador de la exposición al F sino también de los cambios de la frecuencia de la FD en zonas endémicas, como la estudiada, de baja altitud y clima cálido y húmedo. Orientan a la necesidad de enfoques de este tipo en muestras mayores y a considerar la edad de los niños dentro de la ventana de susceptibilidad a la FD (3 meses a 8 años de edad), considerando nuevos estudios en el grupo de 2 a 7 años de edad<sup>5,18,25</sup>. Que permitan definir la participación de otros factores como el aumento en la explotación minera artesanal o no tecnificada en la región, mayor acceso al servicio odontológico (última década) y otros relacionados con el tipo de dieta y consumo de Sal, para orientar pautas de competencia gubernamental. Teniendo en cuenta que esta pudiera ser una población con mayor susceptibilidad a la FD.

Las recomendaciones en el uso de F deben estar basadas en la evidencia del riesgo beneficio para cada población<sup>15</sup>. Acciones como las acogidas en los últimos años en países como EUA, donde se disminuyó la concentración de F en el agua a 0.7 mg/L en 2015<sup>20</sup>, y en Malasia, donde se disminuyó la concentración de F en el agua de 0.7 a 0.5 ppmF<sup>39</sup>, pueden ser tenidas en cuenta en países con fluorosis endémica y fluoruración sistémica de la sal como ocurre en la comunidad estudiada, en Colombia y en otros países. El estudio de la FD en zonas endémicas requiere un análisis más profundo para la comprensión de su contexto, epidemiológico, etiológico y biológico.

## **CONCLUSION**

El aumento en la frecuencia observada entre los períodos 2015 y 2018 no se explica por aumento en la incidencia según cohorte de nacimiento.

Las muestras de tierra, carbón y alimentos dan indicios de una exposición continua al F. Las uñas mostraron ser un biomarcador viable en esta región. La concentración de F encontrada en las uñas de los casos estudiados, muestra una exposición al F moderada, un poco más de la tercera parte de los niños superan el valor del umbral adoptado de 2 µg F/g.

La FD esta relacionada con la concentración de F, pero su manifestación clínica y variación en las poblaciones es multifactorial.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Alfonso Escobar Rojas, Profesor de la universidad CES por su apoyo en el acceso a la comunidad de El Cedro; A Larissa Tercilla Grizzo Thomassian por su apoyo en el trabajo de laboratorio en la universidad de Sao Paulo (USP). Y a la comunidad del Cedro, Ayapel Colombia, por su participación.

## REFERENCIAS

1. Den Besten P, Li W. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr Oral Sci.* 2011; 22:81-96.
2. Ismail AI, Hasson H. Fluoride Supplements, dental caries and fluorosis: a systematic review. *J Am Dent Assoc* 2008; 139:1457-1468.
3. Levy SM, Hills SL, Warren JJ., Broffitt BA, Mahbulul Islam AKM, Wefel JS et al. Primary tooth fluorosis and fluoride intake during the first year of life. *Commun Dent Oral Epidemiol* 2002; 30:286-295.
4. Aoba T, Fejerskov O. Dental Fluorosis: Chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol.* 2002;13(2):155-170.
5. Bhagavatula P, Levy SM, Broffitt B, Weber-Gasparoni K, Warren JJ. Timing of fluoride intake and dental fluorosis on late-erupting permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2016; 44(1):32-45.
6. Hong L, Levy SM, Broffitt B, Warren JJ, Kanellis MJ, Wefel JS, et al. Timing of fluoride intake in relation to development of fluorosis on maxillary central incisors. *Commun Dent Oral Epidemiol* 2006; 34:299-309.
7. Whitford GM, Sampaio FC, Arneberg P, Von der Fehr. Fingernail fluoride: a method for monitoring fluoride exposure. *Caries Res* 1999; 33:462-467.
8. Do LG, Spencer AJ, Ha DH. Association between dental caries and fluorosis among South Australian. *Caries Res.* 2009; 43:366-373.
9. Zohoori FV, Moynihan PJ, Omid N, Abuhaloob L, Maguire A. Impact of water fluoride concentration on the fluoride content of infant foods and drinks requiring preparation with liquids before feeding. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2012; 40:432-440.

10. Li Y, Wang W, Yang L, Li H. Environmental Epidemic Characteristics of Coal burning. Beijing, China. *Fluoride*. 2003;36(2):106-112.
11. Fan Z, Gao Y, Wang W, Gong Honggiaang, Guo M, Zhao S, Liu X, Yu B, Sun D. Prevalence of Brick Tea-Type Fluorosis in the Tibet Autonomous Region. *J Epidemiol*. 2016;26(2):57-63.
12. Majumdar KK, Sundarraj SN. Health impact of supplying safe drinking water on patients having various clinical manifestations of fluorosis in an endemic village of West Bengal. *J Family Med Prim Care*. 2013;2(1):74-78.
13. Rafique T, Ahmed I, Soomro F, Khan MH, Shirin K. Fluoride levels in urine, blood plasma and serum of people living in an endemic fluorosis area in the Thar Desert, Pakistan. *J Chem Soc Pak*. 2015; 37(6): 1223-1230.
14. Sarvaiya BU, Bhayya D, Arora R, Mehta DN. Prevalence of dental fluorosis in relation with different fluoride levels in drinking water among school going children in Sarada Tehsil of Udaipur district, Rajasthan. *Jour of Indian Society of pedodontics and preventive Dent*. 2012;30(4):317-322.
15. Do LG, Ha DH, Spencer AJ. Natural history and long-term impact of dental fluorosis: a prospective cohort study. *Med J Aust*. 2016;204(1):25.
16. Pretty IA, Boothman N, Morris J, MacKay L, Liu Z, McGrady M, Goodwin M. Prevalence and severity of dental fluorosis in four English cities. *Community Dental Health*. 2016; 33:292-296.
17. Casanova-Rosado, AJ, Medina-Solís CE, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Rosa-Santillana R, Mendoza-Rodríguez M, Villalobos-Rodelo JJ, Maupomé G. Prevalencia de fluorosis dental en ocho cohortes de mexicanos nacidos durante la instauración del programa Nacional de Fluoruración de la Sal Doméstica. *Gaceta Médica de México*. 2013; 149:27-35.
18. Buzalaf MAR. *Fluoride and the oral environment*. Basel, Switzerland; New York: Karger; 2011; 22: xii, 178 p. p.
19. Buzalaf MAR. Review of fluoride intake and appropriateness of current guidelines. *Advances in Dent Res*. 2018, 29(2):157-166.
20. Neurath C, Limeback H, Osmunson B, Connett M, Kanter V, Wells CR. Dental fluorosis trends in US Oral Health Surveys: 1986 to 2012. *JDR Clin Trans Res*. 2019;4(4):298-308. DOI: 10.1177/2380084419830957.
21. Restrepo MR, Jeremias F, Santos-Pinto L. Estudo epidemiológico de defeitos de esmalte e cárie dentária e o impacto na qualidade de vida em crianças expostas a

- altos níveis de flúor.  
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/147065> 2016.
22. World Health organization (WHO). Oral Health Surveys. Basic Methods. France: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2013.
  23. Thylstrup A, Fejerskov O, Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1978; 6:315-28.
  24. Seow WK. Clinical diagnosis of enamel defects: pitfalls and practical guidelines. *Int Dent J.* 1997;47(3):173-182.
  25. Buzalaf MAR, Vilhena FV, Iano FG, Grizzo L, Pessan JP, Sampaio FC, Oliveira RC. The effect of different fluoride concentrations and pH of dentifrices on plaque and nail fluoride levels in young children. *Caries Res.* 2009; 43:142-146.
  26. Taves DR. Separation of fluoride by rapid diffusion using hexamethyldisiloxane. *Talanta.* 1968;15:969-974.
  27. Buzalaf MAR, Massaro CS, Rodriguez MHC, Fukushima R, Pessan JP. Validation of fingernail fluoride concentration as a predictor of risk for dental fluorosis. *Caries Res.* 2012; 46:394-400.
  28. Blume JD, Greevy RA, Welty VF, Smith JR, Dupont WD. An Introduction to Second-Generation *p*-Values. *The American Statistician.* March 2019;73(sup1):157-167.
  29. Curtis AM, Levy SM, Cavanaugh JE, Warren JJ, Kolker JL, Weber-Gasparoni K. Decline in dental fluorosis severity during adolescence: A cohort study. *Journal of Dental Research* 2020; 1-7. Article reuse guidelines:sagepub.com/journals-permissions DOI: 10.1177/0022034520906089 journals.sagepub.com/home/jdr
  30. Backer Dirks O. Post-eruptive Changes in Dental Enamel. *J Dent Res.* 1966; 45(3):503-511.
  31. Ministerio de Salud y de la protección Social. Colombia. IV estudio nacional de salud bucal: Situación de salud bucal. ENSAB. Bogotá. Colombia.2015.
  32. Elekdag-Turk S, Almuzian M, Turk T, Buzalaf MAR, Alnuaimi A, Dalci O, Darendeliler MA. Big toenail and hair samples as biomarkers for fluoride exposure-a pilot study. *BMC Oral Health.* 2019; 19:82-87.
  33. Idowu OS, Duckworth RM, Valentine RA, Zohoori FV. Biomarkers for the assessment of fluoride exposure in children. *Caries Res.* 2019; DOI: 10.1159/000504166

34. Amaral JG, Freire IR, Valle-Neto EFR, Cunha RF, Martinhon CCR, Delbem ACB. Longitudinal evaluation of fluoride levels in nails of 18-30-month-old children that were using toothpastes with 500 and 1100 µg F/g. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2014; 42:412-419.
35. Ibiyemi O, Zohoori FV, Valentine RA, Maguire A. Fluoride intake and urinary fluoride excretion in 4-and 8-years-old children living in urban and rural areas of Southwest Nigeria. *Community Den Oral Epidemiol.* 2018; 46:482-491.
36. Whitford GM. *The Metabolism and Toxicity of fluoride. Monographs in oral science* Basel: Karger;1996.
37. Martignon S, Opazo-Gutierrez MO, Velasquez-Riaño M, Orjuela-Osorio IR, Avila E, Martinez-Mier EA, Gonzalez-Carrera MC, Ruiz Carrizosa JA. Geochemical characterization of fluoride in water; table salt, active sediment, rock and soil samples, and its possible relationship with the prevalence of enamel fluorosis in children in four municipalities of the department of Huila(Colombia). *Environ Monit Asses.* 2017; 189:264.
38. Franco AM, Saldarriaga A, González MC, Martignon S, Arbeláez MI. Concentración de flúor en la sal de cocina en cuatro ciudades colombianas. *CES Odontologia.* 2003;16(1): 21-26.
39. Mohd Nor NA, Chadwick BL, Farnell DJJ, Chesnutt IG. The impact of a reduction in fluoride concentration in the Malaysian water supply on the prevalence of fluorosis and dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2018; 46:492-499.

**Tabla 1. Distribución de las variables estudiadas. Niños del Cedro, Ayapel 2015-2018.**

<b>Variable</b>	<b>Niños FD</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Periodo Cohorte de evaluación</b>			
2015	80	94	85.1
2018	177	180	96.6
<b>Cohorte de nacimiento</b>			
2000-2002	8	9	88.8
2003-2005	116	121	95.8
2006-2008	103	114	90.3
2009-2011	30	30	100.0
<b>Edad</b>			
8-9 años	57	67	85.0
10-12 años	129	134	96.2
13-15 años	63	64	98.4
16-18 años	8	9	88.8

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 2. Análisis periodo-cohorte de presencia de fluorosis dental en niños del Cedro, Ayapel 2015-2018.**

	<b>Razón</b>	<b>IC95%</b>		<b>valor p</b>	<b>valor p2da</b>
<b>Período</b>					
2015	1.00				
2018	1.17	0.89	1.55	0.261	0.210
<b>Cohorte</b>					
2000-2002	0.89	0.41	1.94	0.767	0.574
2003-2005	1.03	0.68	1.57	0.889	0.461
2006-2008	0.95	0.63	1.44	0.804	0.559
2009-2011	1.00				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Cuantificación de Fluoruro según género, edad y TFI. El Cedro, Colombia 2018.**

<b>Variable</b>	<b>n(%)</b>	<b>µg F/g*</b>	<b>Valor P</b>
<b>Genero</b>			
Masculino	20(54.0)	2.51 ±2.23	0.989
Femenino	17(46.0)	2.44±2.25	
<b>Edad</b>			
8-12 años	16(43.3)	1.67 ±1.69	0.060
13-18 años	21(56.7)	3.09 ± 2.52	
<b>TFI</b>			
TF ≤ 3	23(62.2)	3.17 ± 2.40	0.015
TF ≥ 4	14(37.8)	1.33 ± 1.56	

\* promedio en ppm de F= µg F/g de 2 mediciones  
Fuente: elaboración propia

**Tabla 4. Concentración de fluoruro en muestras de tierra, carbón de leña, agua, muestras de snacks, condimento y medicamentos. El Cedro. Ayapel, 2018.**

<b>Producto – Local</b>	<b>µg F/g</b>
Tierra – centro	0.30
Carbón-ceniza - centro	0.20
Tierra – periferia	0.01
Carbón-ceniza – periferia	0.00
Agua-centro*	0.04
Agua-colegio-centro*	0.01
Agua-puerto-centro*	0.01
Agua-periferia*	0.01
<b>Producto Snack</b>	
Jell pep-Fresa leche	0.10
Candy Punch	0.10
Miniaturas de colores	0.10
Kola-Román*	0.20
Milo	0.30
Bubalu-Uva fresa	0.30
Festival Fresa	0.40
Bubalu-Mango	0.40
Muu Leche	0.50
Tumix menta	0.60
Almuercito	<b>1.00</b>
Crakeñas Club	<b>2.00</b>
<b>Condimento</b>	<b>6.70</b>
<b>Medicamentos consumidos por maternas.</b>	
Ácido Fólico	0.10
Sulfato Ferroso	0.30
Carbonato de calcio	0.80

\* µg F/ml

\*\*el analisis de agua se hizo en laboratorio CECIF en Medellin. Colombia

Fuente: elaboración propia.

#### 4 CONCLUSIONES

En el marco de un programa de responsabilidad social, se realizó este estudio para conocer la distribución de la FD y sus factores condicionantes; podría hablarse de un estudio ecológico donde la muestra está conformada por los niños que acudieron a la convocatoria voluntariamente y como grupo geográfico o cultural pueden compartir factores de riesgo colectivo y constituye la unidad de análisis.

Se confirma el Cedro como una zona endémica para FD, su prevalencia en los niños de 8 a 12 años no solo es continua, sino también alta. Con aumento en la frecuencia observada entre los períodos 2015 y 2018 el cual no se explica por aumento en la incidencia según cohorte de nacimiento, el cambio fue muy sutil y no fue significativo. La exposición al F en el entorno, se confirma en las muestras de tierra, carbón y alimentos. Así como la concentración de F encontrada en las uñas de los casos estudiados, biomarcador que mostro su viabilidad en esta región y mostro una exposición moderada (un poco más de la tercera parte de los niños superan el valor del umbral adoptado de 2 µg F/g).

Clinicamente se encontro una FD con severidad entre leve y moderada, se observó aumento en la severidad después de tres años con variabilidad en el cambio según el TFI basal; los cambios clínicos de aumento de la severidad de la FD no estuvieron asociados a la edad, aunque fueron mayores en niños con 10 y 11 años. Sin embargo, los dientes de erupción tardía presentaron mayor incidencia de aumento en la severidad según el TFI.

La severidad, según tipo de diente, proporciona evidencia de la amplia ventana de susceptibilidad y da indicios de una exposición acumulada a la fluoruración de la sal y su efecto puede incrementarse por el efecto de otras fuentes del entorno como las identificadas y factores de riesgo propios del estilo de vida como la cantidad de crema dental utilizada, y el utilizar fogón de leña interno para preparar los alimentos en los primeros años de vida, que mostraron asociación estadísticamente significativa.

Los resultados del presente estudio confirman el comportamiento de la FD como una enfermedad crónica multifactorial, dinamica y orienta a la necesidad del seguimiento de la población para explorar cambios en la exposición propios de la comunidad en la última década, así como factores individuales, como el tipo de dieta que pudieran afectar el metabolismo del F y porque no, considerar la susceptibilidad genética en esto contexto; son sugerencias para futuros estudios, fundamentales para la comprensión de la etiopatología de la fluorosis dental.

**REFERENCIAS\***

1. Ellwood RP, Cury JA. How much toothpaste should a child under the age of 6 years use? *Eur Arch Paediatr Dent*. 2009;10(3):168-74.
2. SCHER. Scientific committee on health and environmental risks. Critical review of any new evidence on the hazard profile, health effects, and human exposure to fluoride and the fluoridating agents of drinking water. 2011 [Available from: <https://projectne.thomsonreuters.com/#/login?app=endnote>].
3. Denbesten P, Li W. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:81-96.
4. McKay FS. The study of mottled enamel (dental fluorosis). *J Am Dent Assoc*. 1952;44(2):133-7.
5. Dean HT, McKay FS. Production of mottled enamel halted by a change in common water supply. *Am J Public Health Nations Health*. 1939;29(6):590-6.
6. Buzalaf MAR. Fluoride and the oral environment. Basel, Switzerland ; New York: Karger. 2011. 178 p.
7. DenBesten PK, Zhu L, Li W, Tanimoto K, Liu H, Witkowska HE. Fluoride incorporation into apatite crystals delays amelogenin hydrolysis. *Eur J Oral Sci*. 2011;119 Suppl 1: 3-7.
8. Lyaruu DM, Medina JF, Sarvide S, Bervoets TJ, Everts V, Denbesten P, et al. Barrier formation: potential molecular mechanism of enamel fluorosis. *J Dent Res*. 2014;93(1):96-102.
9. Wang NJ, Gropen AM, Ogaard B. Risk factors associated with fluorosis in a non-fluoridated population in Norway. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1997;25(6):396-401.
10. Warren JJ, Levy SM, Broffitt B, Cavanaugh JE, Kanellis MJ, Weber-Gasparoni K. Considerations on optimal fluoride intake using dental fluorosis and

---

\* De acuerdo com la Guia de Trabajos Academicos de FOAr, adaptado de las Normas Vancouver. Disponible en el sitio de la Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

- dental caries outcomes--a longitudinal study. *J Public Health Dent.* 2009;69(2):111-5.
11. Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res.* 2004;38(3):173-81.
  12. Franco AM, Martignon S, Saldarriaga A, González MC, Arbeláez MI, Ocampo A, et al. Total fluoride intake in children aged 22-35 months in four Colombian cities. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2005;33(1):1-8.
  13. Pendrys DG, Katz RV, Morse DE. Risk factors for enamel fluorosis in a nonfluoridated population. *Am J Epidemiol.* 1996;143(8):808-15.
  14. Browne D, Whelton H, O'Mullane D. Fluoride metabolism and fluorosis. *J Dent.* 2005;33(3):177-86.
  15. Fejerskov O, Baelum V, Richards A. Dose-response and dental fluorosis. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. *Fluoride in dentistry.* 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1996.
  16. Neurath C, Limeback H, Osmunson B, Connett M, Kanter V, Wells CR. Dental fluorosis trends in US Oraal Health Surveys: 1986 to 2012. *JDR Clin Trans Res* 2019;4(4):298-308.
  17. Secretaria de Salud. Mexico. Subsecretaria de prevencioón y promoción de la salud . Dirección General de epidemiología. Encuesta de salud Bucal. Mexico; 2011.
  18. Saude Md. Secretária de Atencao a Saúde. Secretária de Vigilancia en Saúde. Projeto SB Brasil 2010. Pesquisa Nacional de Saúde Bucal-Resultados Principais. Brasil 2012.
  19. Michel-Crosato E, Raggio DP, Colom-Valverde AN, Lopez EF, Alvarez-Velasco PL, Medina MV, et al. Oral health of 12-year-old children in Quito, Ecuador: a population-based epidemiological survey. *BMC Oral Health.* 2019; 19:184-93.
  20. Angulo M, Cuitiño E, Molina-Frechero N, Emilson CG. The association between the prevalence of dental fluorosis and the socio-economic status and area of residence of 2-year-old students in Uruguay. *Acta Odontol Scand.* 2019; 22:1-5

21. Ministerio de Salud y e la Protección Social. Colombia. IV estudio nacional de salud bucal: Situación de salud bucal. ENSAB. Bogotá. Colombia.2015.
22. Li Y, Wang W, Yang L, Li H. Environmental epidemic characteristics of Coalburning. Beijing,China. Fluoride. 2003;36(2):106-12.
23. Rwenyonyi C, Bjorvatn K, Birkeland J, Haugejorden O. Altitude as a risk indicator of dental fluorosis in children residing in areas with 0.5 and 2.5 mg fluoride per litre in drinking water. Caries Res. 1999;33(4):267-74.
24. Dean T. Endemic Fluorosis and its relation to dental caries. Public Health Reports(1896-1970) 1938; 53(33):1143-452.
25. Rango T, Vengosh A, Jeuland M, Tekle-Haimanot R, Weinthal E, Kravchenko J, et al. Fluoride exposure from groundwater as reflected by urinary fluoride and children's dental fluorosis in the Main Ethiopian Rift Valley. Sci Total Environ. 2014;496:188-97.
26. Dai S. The cause o endemic fluorosis in western Guizhou Province, Southwest China. Fuel. 2004; 83:2095-8.
27. Ministerio de Salud y de la protección social. Colombia.Documento Tecnico. Perspectiva del Uso del Fluor vs Caries y Fluorosis dental. Bogotá, Versión 3.0 – Febrero 2016. Colombia, Bogotá 2016.
28. Restrepo MR, Jeremias F, Santos-Pinto L. Estudo epidemiologico de defeitos de esmalte e cárie dentária e o impacto na qualidade de vida em crianças expostas a altos níveis de flúor. Disponível em : <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/147065>
29. Fejerskov O, Manji F, Baelum V, Ingolf JM. Dental fluorosis a handbook for health workers. Denmark: Munksgaard; 1988.
30. Wong MC, Clarkson J, Glennly AM, Lo EC, Marinho VC, Tsang BW, et al. Cochrane reviews on the benefits/risks of fluoride toothpastes J Dent Res. 2011 ; 90(5):573-9.
31. Martínez-Mier EA, Soto-Rojas AE, Ureña-Cirett JL, Katz BP, Stookey GK, Dunipace AJ. Dental fluorosis and altitude: a preliminary study. Oral Health Prev Dent. 2004;2(1):39-48.

32. Akosu TJ, Zoakah AI, Chirdan OA. The prevalence and severity of dental fluorosis in the high and low altitude parts of Central Plateau, Nigeria. *Community Dent Health*. 2009;26(3):138-42.
33. Grimaldo M, Borja-Aburto VH, Ramírez AL, Ponce M, Rosas M, Díaz-Barriga F. Endemic fluorosis in San Luis Potosi, Mexico. I. Identification of risk factors associated with human exposure to fluoride. *Environ Res*. 1995;68(1):25-30.
34. Broffitt B, Levy SM, Warren JJ, Heller KE. Seasonal variation in fluoride intake: the Iowa fluoride study. *J Public Health Dent*. 2004;64(4):198-204.
35. Misra AK, Mishra A. Study of quaternary aquifers in Ganga Plain, India: focus on groundwater salinity, fluoride and fluorosis. *J Hazard Mater*. 2007;144(1-2):438-48.
36. Conway DI, MacPherson LM, Stephen KW, Gilmour WH, Petersson LG. Prevalence of dental fluorosis in children from non-water-fluoridated Halmstad, Sweden: fluoride toothpaste use in infancy. *Acta Odontol Scand*. 2005;63(1):56-63.
37. Loganathan P, Hedley MJ, Grace ND. Pasture soils contaminated with fertilizer-derived cadmium and fluorine: livestock effects. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2008;192:29-66.
38. Charone S, Küchler EC, De Lima Leite A, Fernandes MS, Pelá VT, Martini T, et al. Analysis of polymorphisms in genes differentially expressed in the enamel of mice with different genetic susceptibilities to dental fluorosis. *Caries Res*. 2019;53:228-33.
39. Do LG, Ha DH, Spencer AJ. Natural history and long-term impact of dental fluorosis: a prospective cohort study. *Med J Aust*. 2016;204(1):25.
40. Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1978;6:315-28.
41. Ockerse T, Wasserstein B. Stain in mottled enamel. *J Am Dent Assoc*. 1955;50(5):536-8.

42. Tellez M, Santamaria RM, Gomez J, Martignon S. Dental fluorosis, dental caries, and quality of life factors among schoolchildren in a Colombian fluorotic area. *Community Dent Health*. 2011;29(1):95-9.
43. Waidyasekera PG, Nikaido T, Weerasinghe DD, Wettasinghe KA, Tagami J. Caries susceptibility of human fluorosed enamel and dentine. *J Dent*. 2007;35(4):343-9.
44. Ish T, Suckling G. The severity of dental fluorosis in children exposed to water with a high fluoride content for various periods of time. *J Dent Res*. 1991; 70(6): 952-6.

## APENDICE

**APENDICE A – Tabla 1. Estudio 2. Asociación entre el diente y el cambio en aumento en el TFI ajustado por el TFI Inicial. El Cedro. Colombia 2018**

Diente	Crudo				Ajustado			
	RR	IC95%		Valor p	RR	IC 95%		Valor p
11	1.52	0.14	16.43	0.729	1.43	0.14	14.62	0.763
12	6.06	0.77	47.70	0.087	6.09	0.82	45.32	0.078
13	7.50	0.90	62.73	0.063	10.34	1.35	79.34	0.025
14	14.17	2.11	95.00	0.006	15.37	2.27	104.11	0.005
15	13.55	2.04	90.19	0.007	14.04	2.09	94.28	0.007
16	8.15	1.08	61.29	0.042	6.37	0.84	48.20	0.073
17	12.25	1.92	78.11	0.008	15.30	2.35	99.41	0.004
21	1.52	0.14	16.83	0.732	1.40	0.13	14.54	0.781
22	5.94	0.75	47.00	0.091	6.45	0.87	47.60	0.068
23	9.42	1.14	77.67	0.037	11.60	1.56	86.57	0.017
24	10.13	1.36	75.48	0.024	15.74	2.25	110.05	0.005
25	11.67	1.81	75.37	0.010	13.01	1.97	85.86	0.008
26	7.67	1.01	57.99	0.048	5.98	0.81	44.38	0.080
27	10.00	1.61	62.29	0.014	14.17	2.25	89.42	0.005
31	1.00				1.00			
32	2.69	0.28	25.95	0.392	2.90	0.32	26.34	0.344
33	13.13	1.69	101.94	0.014	12.49	1.72	90.75	0.013
34	15.56	2.32	104.17	0.005	15.48	2.27	105.53	0.005
35	9.07	1.46	56.26	0.018	12.25	1.95	77.14	0.008
36	11.20	1.51	82.92	0.018	8.25	1.14	59.79	0.037
37	8.45	1.02	70.00	0.048	12.02	1.58	91.61	0.016
41	1.00	.	.	.	1.00	.	.	.
42	3.50	0.64	19.13	0.148	3.90	0.72	21.15	0.114
43	10.61	1.64	68.68	0.013	9.91	1.53	64.18	0.016
44	15.44	2.31	103.06	0.005	14.79	2.16	101.31	0.006
45	15.40	1.96	121.13	0.009	15.90	2.14	118.26	0.007
46	10.88	1.47	80.70	0.020	8.01	1.11	57.95	0.039
47	6.48	0.73	57.24	0.093	11.13	1.28	96.88	0.029

RR= Riesgo de aumento del TFI; IC 95% =Intervalo de confianza al 95%

Fuente: Elaboración propia

**APENDICE B – Tabla 2. Estudio 2. Asociación entre el diente y el cambio en disminución en el TFI Inicial. El Cedro. Colombia.2018**

Diente	RR	Crudo		Valor p
		IC 95%		
11	0.73	0.52	1.01	0.057
12	0.50	0.31	0.79	0.003
13	0.43	0.23	0.83	0.011
14	0.29	0.15	0.57	0.000
15	0.25	0.10	0.58	0.001
16	0.44	0.30	0.65	0.000
17	0.23	0.08	0.68	0.008
21	0.73	0.52	1.01	0.060
22	0.43	0.27	0.69	0.001
23	0.29	0.12	0.69	0.005
24	0.60	0.37	0.98	0.043
25	0.34	0.16	0.71	0.004
26	0.42	0.28	0.62	0.000
27	0.36	0.17	0.78	0.009
31	1.00			
32	0.86	0.69	1.07	0.171
33	0.24	0.11	0.53	0.000
34	0.08	0.02	0.32	0.000
35	0.11	0.03	0.42	0.001
36	0.39	0.25	0.60	0.000
37	0.37	0.18	0.74	0.005
41	1.00	1.00	1.00	1.000
42	0.84	0.66	1.06	0.138
43	0.23	0.11	0.50	0.000
44	0.13	0.05	0.38	0.000
45	0.12	0.03	0.44	0.001
46	0.37	0.23	0.58	0.000
47	0.34	0.16	0.71	0.004

RR= Riesgo de aumento del TFI; IC 95% =Intervalo de confianza al 95%.

El tamaño muestral de cada diente en disminución del TFI no permite ajustar por TFI Inicial.

Fuente: Elaboración propia

## ANEXOS

## ANEXO A – Certificado comité de ética de la Universidad CES

Acta N° 110  
 Proyecto: "INCIDENCIA DE FLUOROSIS DENTAL EN UNA ZONA ENDÉMICA DEL NORTE DE COLOMBIA Y ANÁLISIS DE FACTORES ASOCIADOS."  
 Código del proyecto: 718  
 Segunda revisión



Medellín, 15 de noviembre de 2017

Doctor (a)  
**ALEXANDRA SALDARRIAGA CADAVID**  
 asaldarriaga@ces.edu.co  
 Universidad CES

El Comité Institucional de Ética de Investigación en Humanos en su sesión número 110 del 15 de agosto de 2017, sometió a consideración el proyecto "**INCIDENCIA DE FLUOROSIS DENTAL EN UNA ZONA ENDÉMICA DEL NORTE DE COLOMBIA Y ANÁLISIS DE FACTORES ASOCIADOS.**", cuyos investigadores son los doctores ALEXANDRA SALDARRIAGA CADAVID, LOURDES SANTOS PINTO, FABIANO JEREMIAS, MANUEL RESTREPO RESTREPO. El proyecto está adscrito al (los) grupo (s) de Investigación Básica y Clínica en Odontología.

El objetivo general del estudio es: El objetivo de este estudio es evaluar la incidencia y severidad de la fluorosis dental en la población de 8 a 14 años de edad de El Cedro, Ayapel, Córdoba (Colombia). Al mismo tiempo, los defectos del esmalte serán correlacionados con los siguientes factores: experiencia de caries dental, hipomíneralizaciones molar-inciso, defectos de esmalte no fluoróticos, alteraciones de severidad, perfil socioeconómico y factores de riesgo. En este sentido se espera obtener un panorama actual de la FD después de 3 años de seguimiento, reconociendo si las lesiones se acentúan.

En la evaluación del proyecto, participaron los siguientes miembros del Comité: Doctor Rubén Darío Manrique Hernández, Doctor Julián Emilio Vélez Ríos, Doctor Jorge Julián Osorio Gómez, Doctor John Wilson Osorio, Doctora Clara María Mesa Restrepo, Doctora Andrea Echavarría Arboleda, Doctora Nadia Semenova Moratto Vásquez, Doctora Mónica María Massaro, Doctor David Andrés Galvis

De acuerdo con los conceptos y opiniones de los miembros del comité, expuestos y sometidos a consideración durante la sesión descrita cuyo contenido explícito aparece en el acta correspondiente y luego de revisar el cumplimiento de los ajustes sugeridos a los investigadores, se desprende las siguientes consideraciones principales:

**CONSIDERACIONES:**

Un vez revisados los cambios realizados al proyectos según lo ajustes solicitados por el comité de ética en los apartados correspondientes, el comité aprueba el estudio para ser llevado a cabo.

**CONCLUSIÓN:**

El proyecto está ceñido a los principios éticos que regulan la investigación en seres humanos y que el equipo de investigación es idóneo para desarrollar el proyecto de acuerdo con los principios de validez y confiabilidad, por consiguiente el Comité Institucional de Ética aprueba el proyecto por el tiempo que dure su ejecución.

www.ces.edu.co Calle 10 A N° 22-04 A.A. 054 591 Comutador 444 05 55 Fax 256 00 4E MIT 800.086.002-6 Medellín / Colombia VERIFICACION

Acto N° 110

Proyecto: "INCIDENCIA DE FLUOROSIS DENTAL EN UNA ZONA ENDÉMICA DEL NORTE DE COLOMBIA EN NIÑOS DE FACTORES ASOCIADOS."

Código del proyecto: 718

Segunda revisión



Es responsabilidad del Comité de Ética, garantizar el cumplimiento de los compromisos éticos establecidos en el protocolo del proyecto aprobado. En virtud de lo anterior, el investigador principal se compromete a:

- Informar por escrito a los investigadores sobre la obligación que tienen de notificar oportunamente al comité: los eventos adversos serios que ocurran, las desviaciones mayores al protocolo, las fallas en la aplicación de las buenas prácticas clínicas, las violaciones a las normas que regulan el ejercicio de la actividad científica, las denuncias que hagan personas, participantes o no en el estudio, sobre fallas en la protección de los derechos o el bienestar de las personas, alertas sobre posibles fraudes o mala conducta científica en el estudio.
- Entregar a cada participante una copia del documento de consentimiento que haya firmado.
- Enviar al Comité de Ética en Investigación, con la frecuencia que éste determine, copia en formato de entrega de copia del consentimiento.
- Garantizar que no haya entre ellos y los testigos que firman el consentimiento informado, relaciones de primer grado de afinidad, segundo civil o cuarto de consanguinidad. De ello dejarán constancia en el mismo documento.
- Entregar al Comité de Ética una copia digital o física de cada uno de los artículos publicados con los resultados del estudio aprobado.
- El Comité de Ética en Investigación podrá realizar, con el apoyo de sus miembros o de personas con experiencia e idoneidad, visitas de supervisión a los estudios en proceso de realización con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos éticos.
- El Comité de Ética en Investigación podrá solicitar la suspensión temporal o definitiva del estudio cuando concluya que los investigadores o los patrocinadores han incurrido en una falta grave a los principios y compromisos éticos durante la realización del estudio. Cuando sea necesario el comité notificará a la autoridad de salud que le corresponda conocer la situación.

Se adjunta a esta comunicación, la versión final aprobada del consentimiento informado, esta es la versión que deberá utilizarse en el desarrollo de la investigación. Cualquier modificación que se haga deberá ser avalada por el Comité Institucional de Ética de la Universidad CES antes de su aplicación. De no ser así, será considerada una violación ética grave en el desarrollo de la investigación.

Con la firma de recibido de este documento, los investigadores se comprometen a desarrollar el proyecto bajo las condiciones aprobadas en el Comité Institucional de Ética.

**JORGE JULIÁN OSORIO GÓMEZ**

Presidente

Comité Institucional de Ética de Investigación en Seres Humanos

## ANEXO B- Certificado de financiación Universidad CES



Medellín viernes, 15 de diciembre de 2017

Investigador(a)  
**ALEXANDRA SALDARRIAGA CADAVID**  
 Grupo de investigación Básica y Clínica en Odontología  
 Universidad CES

### Referencia:

#### **INCIDENCIA DE FLUOROSIS DENTAL EN UNA ZONA ENDÉMICA DEL NORTE DE COLOMBIA Y ANÁLISIS DE FACTORES ASOCIADOS**

La Dirección de Investigación en Innovación aprobó la financiación del proyecto de la referencia bajo la modalidad de: Mediana cuantía.

Luego de examinar la propuesta técnica y el presupuesto correspondientes al proyecto descrito, la Universidad ha decidido apoyar su proyecto con un monto de: \$1B440000.

El monto aprobado deberá ser utilizado y justificado para la financiación de los recursos descritos de acuerdo con los valores especificados en el presupuesto en la entidad Dirección de Investigación e Innovación.

### 1. COMPROMISOS ADQUIRIDOS

Firma del acta de inicio y del contrato en el que se describen la forma de participación de los investigadores en el proyecto, cláusulas de confidencialidad, reconocimiento de los derechos morales y cesión de derechos patrimoniales, según el caso, acorde con el estatuto de propiedad intelectual de la Universidad CES.

**Importante: Los investigadores a quienes se le aprueben sus proyectos, tienen como máximo dos meses a partir de la fecha del acta de inicio para comenzarlos. Si transcurrido este tiempo el proyecto no ha iniciado, éste perderá su financiación.**

Los investigadores a quienes se les aprueben los proyectos se comprometen con la Universidad CES, durante el tiempo que dure su ejecución, a actuar como jurados en trabajos de grado o evaluadores cuando se requiera la valoración técnica o científica de propuestas técnicas como parte de otras convocatorias o de actividades de reconocimiento de la calidad de la investigación universitaria.

Registro del proyecto en el sistema GrupLAC de Colciencias.

Entrega de informe técnico de avance (Anexo 4. Informe técnico de avance) y final (Anexo 5. Informe técnico final) en las fechas establecidas en la carta de aprobación. Estos formatos puede descargarse desde la página web de la Universidad CES:

<http://www.ces.edu.co/index.php/investigacion/convocatorias-y-concursosces/convocatorias-institucionalesces>

Elaboración de al menos un artículo de publicación para una revista nacional o internacional, indexada u homologada en Publindex, o en alguna de las revistas institucionales de la Universidad CES.

**Importante: los investigadores tendrán como máximo un plazo de dos (2) meses contados a partir de la fecha de finalización del proyecto para presentar al menos la(s) carta(s) de sometimiento de la publicación y un año contado a partir de la misma fecha para presentar copia de la publicación o carta de aceptación de la misma.**

Divulgación de los resultados a la comunidad universitaria mediante presentaciones orales, en video, o en formato electrónico vía RUANA.

**Importante: los investigadores tendrán como máximo un plazo de un año contado a partir de la fecha de finalización del proyecto para presentar copia del certificado de la ponencia.**

Página 1 de 3



Firma del acta de finalización del proyecto, en la cual conste el pleno cumplimiento de todos los compromisos descritos en los numerales anteriores.

## 2. CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO

### Ejecución de los recursos

La ejecución de los recursos aprobados deberá hacerse por medio de la Dirección de Investigación e Innovación, por lo tanto, no se cubrirán gastos no autorizados previamente.

### Cambios de rubro

Durante la ejecución del proyecto podrán realizarse cambios en los rubros presupuestales, por una sola vez y hasta por un 20% del valor de rubro de destino en el presupuesto inicialmente aprobado.

### Prórroga

En caso que el proyecto requiera una prórroga, ésta debe solicitarse como mínimo dos meses antes de su finalización. Para ello, el responsable del proyecto deberá enviar una carta al Director de Investigación e Innovación donde especifique el tiempo solicitado y justifique las razones por las cuales el cronograma del proyecto debe ser ampliado.

## 3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

### DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Código del proyecto	INV.032017.008
Nombre del proyecto	INCIDENCIA DE FLUOROSIS DENTAL EN UNA ZONA ENDEMIKA DEL NORTE DE COLOMBIA Y ANÁLISIS DE FACTORES ASOCIADOS
Responsable	ALEXANDRA SALDARRIAGA CADAVID
Grupo de investigación que presenta la propuesta	Básica y Clínica en Odontología
Línea de investigación	Odontología clínica
Modalidad de financiación	Mediana cuantía
Monto financiado por la Dirección de Investigación	\$ 18.440.000
Año de aprobación	2017
Elemento PEP	INV.032017.008
Duración de la ejecución en meses	18
Fecha de inicio del proyecto	18/01/2018
Fecha de finalización del proyecto	18/07/2019
Fecha de informe de avance	18/10/2018
Fecha de informe final	18/09/2019
Fecha límite para compromiso de publicación	18/01/2022
Fecha límite para compromiso de divulgación	18/01/2022
Objetivo general	

Página 2 de 3



El objetivo de este estudio es evaluar la incidencia y severidad de la fluorosis dental en la población de 8 a 14 años de edad de El Cedral, Ayapel, Córdoba (Colombia). Al mismo tiempo, los defectos del esmalte serán correlacionados con los siguientes factores: experiencia de caries dental, hipomineralizaciones molar-inciso, defectos de esmalte no fluoróticos, alteraciones de severidad, perfil socioeconómico y factores de riesgo. En este sentido se espera obtener un panorama actual de la FD después de 3 años de seguimiento, reconociendo si las lesiones se acentúan.

#### Objetivos específicos

1. Determinar la prevalencia y severidad de la fluorosis dental y evaluar su asociación con otras variables, como: DDE, car-d / COP-D, HMI, factores socioeconómicos.
2. Identificar los factores de riesgo asociados con la presencia de fluorosis dental en la población de 8 a 14 años de edad del Cedral.
3. Verificar la concentración de fluoruro en varias muestras.

#### DATOS DE LOS PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Rol en el proyecto	Investigador	Grupo de Investigación
Investigador principal	ALEXANDRA SALDARRIAGA CADÁVID	Básica y Clínica en Odontología
Coinvestigador	FABIANO JEREMIAS	Formación y desarrollo dental en odontopediatría
Coinvestigador	LOURDES SANTOS-PINTO	Formación y desarrollo dental en odontopediatría
Coinvestigador	MANUEL RESTREPO RESTREPO	Básica y Clínica en Odontología

#### PRESUPUESTO DETALLADO POR ENTIDADES FINANCIADORAS

Entidad	Dirección de Investigación e Innovación	Total entidad	\$ 18.440.000
	Gastos de viaje		\$ 8.200.000
	Salidas de campo		\$ 10.240.000
Entidad	Facultad de Odontología	Total entidad	\$ 38.628.950
	Equipos y software		\$ 7.990.000
	Gastos de personal		\$ 24.358.950
	Gastos de viaje		\$ 3.000.000
	Salidas de campo		\$ 1.200.000
	Servicios técnicos		\$ 2.080.000
Entidad	Recursos propios	Total entidad	\$ 3.200.000
	Gastos de viaje		\$ 2.000.000
	Salidas de campo		\$ 1.200.000
Valor total del proyecto			\$ 60.268.950

Atentamente,

**JORGE JULIÁN OSORIO GÓMEZ**  
Rector

Surge en Medellín nueva universidad para estudios en áreas de la salud

Se abre clínica universitaria

Página 3 de 3

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL  
NÚMERO 1371

www.ces.edu.co

Calle 10 A N° 22-04 A.A. 054 501 Comutador 444 05 35 Fax 266 60 46 NIT 890.984.002-8 Medellín / Colombia

ESPECIALIZACIONES

Não autorizo a reprodução deste trabalho até 10 de setembro de 2022

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 10 de septiembre de 2020

**Luz Alexandra Saldarriaga Cadavid**