

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA.

Programa Macro de Investigación.

SEMINARIO DE GRADUACIÓN:

Relevancia diagnóstica de la humedad en las piezas dentales con fluorosis evaluadas con luz natural y luz LED en estudiantes de sexto año, Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago, 2019.

Investigador principal

Dr. Giovanni Acuña Espinoza

Colaboradora asociada:

Dra. Carolina Téllez Tercero

Sustentantes del Seminario de Graduación

Ivonne Ceciliano Navarro B41665

Larissa Matamoros Villegas B34100

Rubén Valverde Hernández B06505

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes, Costa Rica.

San José, Costa Rica.

Año 2019.

HOJA DE APROBACIÓN MEMORIA

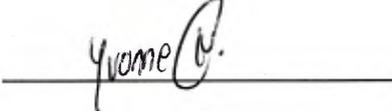
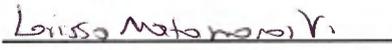
SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Nombre del proyecto: **Relevancia diagnóstica de la humedad en las piezas dentales con fluorosis evaluadas con luz natural y luz LED en estudiantes de sexto año. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago.**

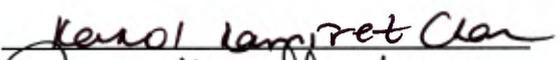
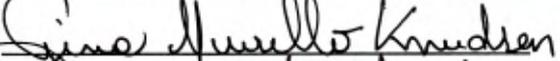
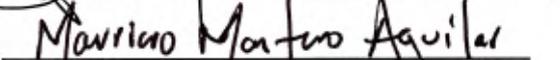
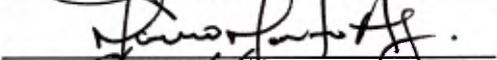
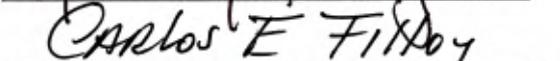
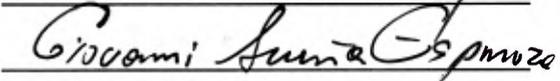
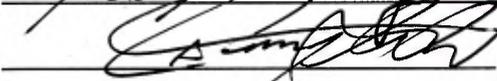
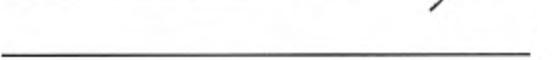
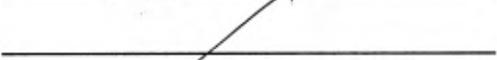
2019

Sustentantes

Fecha: 11/12/2019

Nombre	Carné	Firma
Ivonne Ceciliano Navarro	B41665	
Larissa Matamoros Villegas	B34100	
Rubén Valverde Hernández	B06505	

Miembros del Tribunal

Nombre	Firma
	
	
	
	
	
	
	

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que nos acompañaron en este recorrido laborioso, muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia. Primero y antes que todo, dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

También, dedicamos este trabajo a nuestras familias por haber sido nuestro apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria y de nuestras vidas.

Finalmente, a nuestros profesores quienes con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientaron en nuestro paso por la universidad.

Reconocimientos

Agradecemos a Dios, por brindarnos las facultades y las herramientas necesarias para superar las dificultades y lograr nuestros objetivos.

Gracias a nuestros padres por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

De manera especial agradecemos a nuestros instructores el Dr. Giovanni Acuña y la Dra. Carolina Téllez, quienes nos han acompañado en este proceso de aprendizaje, por todos esos conocimientos compartidos que han sido indispensables para nuestra formación. De igual manera agradecemos a la MSc. Jacqueline Castillo por su colaboración en nuestro trabajo. A la Dra. Ana Isabel Villalobos, Diego Villalobos y a la TEAD Rossy Hidalgo, de la Dirección de Clínicas, por brindarnos su ayuda con los materiales necesarios para llevar a cabo las visitas escolares.

Y finalmente, este trabajo no hubiese sido posible sin la colaboración del personal docente, administrativo y de los estudiantes participantes de sexto grado de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez de Tierra Blanca de Cartago.

CARTA DEL FILÓLOGO.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

San José, 23 de noviembre del 2019.

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación.

SD.

Estimados señores:

Leí y corregí el Trabajo Final de Graduación, denominado: “ **Relevancia diagnóstica de la humedad en las piezas dentales con fluorosis evaluadas con luz natural y la luz LED, en estudiantes de sexto año, Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago, 2019**”, elaborado por los estudiante, Ivonne Ceciliano Navarro , carné N.º B41665, Larissa Matamoros Villegas, carné N.º B43100 y Rubén Valverde Hernández, carné N.º B06505, para optar por el grado académico de Licenciatura en Odontología y Doctor en Cirugía Dental.

Corregí el trabajo en aspectos, tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación; por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad. **Suscribe de ustedes cordialmente,**



MSc. Luis Roberto Cerdas Jiménez.

Cédula 603020073.

Código 24611.

Índice General

Capítulo I Introducción

1.1 Justificación	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivos del estudio	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivo Específico	3
1.4 Antecedentes sobre el tema	4
1.4.1 Perspectiva histórica	4
1.4.2 Perspectiva histórica de investigación de fluorosis dental en la UCR..	7

Capítulo II: Marco teórico

2.1 Fluorosis dental	9
2.1.1 Mecanismo de acción benéfico del flúor	10
2.1.2 Mecanismo de acción patológico del flúor.....	12
2.1.3 Periodos de riesgo	15
2.1.4 Metabolismo del flúor	16
2.1.5 Prevalencia y severidad según pieza	17
2.2 Fuentes de flúor	18
2.2.1 Fuentes donde se encuentra el flúor	18
2.2.2 Métodos de fluoruración del agua	20
2.2.3 Métodos de desfluoruración del agua.....	21
2.2.3.1 Métodos por precipitación	22

2.2.3.2	Métodos por adsorbentes de fluoruro	22
2.2.3.3	Método por intercambio iónico.....	24
2.2.3.4	Procesos de membrana (ósmosis inversa, electrodiálisis)....	24
2.2.4	Factores de riesgo de fluorosis	25
2.3	Fuentes de flúor y sus concentraciones	28
2.3.1	Concentración de flúor en el agua	28
2.3.2	Concentración de flúor en el aire.....	29
2.3.3	Concentración de flúor en los alimentos	29
2.3.4	Relación del flúor con el magnesio y calcio	32
2.3.4.1	Magnesio	32
2.3.4.2	Calcio	32
2.3.4.3	Relación del calcio y el magnesio con el flúor	33
2.3.5	Exposición al flúor.....	33
2.3.6	Dosis óptima del consumo de flúor	34
2.3.7	Dosis tóxica del consumo de flúor	35
2.3.8	Tipos de intoxicación por flúor en seres humanos	36
2.3.9	Métodos para determinar la concentración del flúor	38
2.4	Índices para determinar la fluorosis dental	40
2.4.1	Índice de Dean	40
2.4.2	Índice de Thylstrup y Fejerskov (TFI)	42
2.4.3	Índice de Horowitz (TSIF)	44
2.4.4	Índice UCR	46
2.5	Comparación entre índices, fortalezas y debilidades	47

2.5.1 Comparación.....	47
2.5.2 Aplicación de los Índices en la caracterización de distintas lesiones...	48
2.6 Métodos diagnósticos para la fluorosis dental	49
2.6.1 Protocolos de examinación	49
2.7 Diagnóstico diferencial y Tratamientos	51
2.7.1 Diagnóstico diferencial para fluorosis dental	51
2.7.1.1 Amelogénesis imperfecta	52
2.7.1.2 Hipomineralización incisivo molar	53
2.7.2 Tratamiento de la fluorosis dental.....	53
2.7.2.1 Blanqueamiento dental.....	54
2.7.2.2 Micro abrasión	54
2.7.2.3 Macro abrasión	56
2.7.2.4 Restauraciones en resinas directas	57
2.7.2.5 Prótesis fija.....	57

Capítulo III: Marco metodológico

3.1 Tipo de Estudio.....	59
3.2 Área de Estudio.....	59
3.3 Unidad de Análisis.....	59
3.4 Muestra.....	59
3.5 Criterios de inclusión y exclusión en la elección de sujetos.....	60
3.6 Fuentes de Información primarias y secundarias.....	61
3.7 Variables	61
3.8 Selección de técnicas e instrumentos.....	61
3.9 Procedimientos para el análisis de la información.....	62

3.10 Fases de la investigación.....	63
3.10.1 Fase I: Capacitación teórica	63
3.10.2 Fase II: Calibración teórica	63
3.10.3 Fase III: Levantamiento de datos	64
3.11 Limitaciones	66

Capítulo IV: Desarrollo

4.1 Resultados	67
4.1.1 Características generales de los entrevistados	67
4.1.2 Análisis de los resultados según TSIF	68
4.1.3 Análisis de los resultados según UCR	73
4.1.4 Análisis de los resultados según TSIF – UCR	74
4.1.5 Resultados del análisis de las piezas dentales con lesiones fluoróticas según la presencia de humedad en la superficie y según el uso de luminarias.....	77
4.2 Discusión	81
4.3 Conclusiones	84

Capítulo V: Parte final

5.1 Cronograma de actividades	88
5.2 Factores facilitadores, obstáculos y dificultades	91
5.3 Bitácora	92
5.4 Referencias Bibliográficas	97
5.5 Anexos	100

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Clasificación de fluorosis dental según el índice de Dean	41
Cuadro 2. Clasificación de fluorosis dental según el índice de Thylstrup y Fejerskov	43
Cuadro 3. Clasificación de fluorosis dental según el índice de Horowitz	45
Cuadro 4. Clasificación de fluorosis dental según el índice UCR	46
Cuadro 5. Comparación de las características de las lesiones fluoróticas con superficie seca o húmeda utilizando luz LED	77

Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución de estudiantes según sexo por edad. Escuela Manuel de Jesús Jiménez: 2019.....	67
Tabla 2. Prevalencia de fluorosis por edad y sexo, según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	68
Tabla 3. Promedio, número y desviación estándar de piezas con fluorosis y sin fluorosis según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	68
Tabla 4. Número y porcentaje de piezas sanas y con fluorosis según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	69
Tabla 5. Promedio de superficies según escuela por estado, en la Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	69
Tabla 6. Distribución de calificación de superficies con fluorosis por grado de severidad según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	70
Tabla 7. Número y porcentaje de piezas dentales según estado por tipo de pieza según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	71
Tabla 8. Total, número y porcentaje de superficies con fluorosis según pieza dental y tipo de superficie según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019	72
Tabla 9. Promedio, número y desviación estándar de piezas según sexo por estado Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	73
Tabla 10. Prevalencia de fluorosis según Índice UCR. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	74
Tabla 11. Número y porcentaje de piezas dentales por estado según Índice UCR por tipo de pieza. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	74
Tabla 12. Piezas con fluorosis según grado de severidad de acuerdo al Índice UCR. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.....	75

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Prevalencia de fluorosis dental según pieza (Índice UCR). Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019	77
Gráfico 2. Prevalencia de fluorosis dental según pieza (Índice TSIF). Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019	77

Resumen

El flúor es un elemento químico que se escucha con mayor frecuencia en relación a las pastas dentales o demás aditamentos utilizados en la consulta dental. Sin embargo, es un elemento que está presente en muchas formas en el entorno. La tierra y el agua pueden presentar grandes cantidades de flúor dependiendo de la zona geográfica, además diversas bebidas alimentos e incluso materiales como lo es el teflón cuentan con concentraciones elevadas de este elemento.

El flúor ha sido utilizado en el nivel dental con bastante amplitud alrededor de los años ya que, se ha comprobado su potencial benéfico para la remineralización dental. Aplicado tópicamente el flúor hace más resistente la superficie dental a los ácidos bacterianos presentes en el biofilme, de tal modo ayuda a la prevención de caries dental.

No obstante, el exceso del consumo de flúor puede provocar ciertas condiciones adversas en el organismo, estas condiciones pueden presentarse de manera irreversibles afectando la calidad de vida de las personas.

La fluorosis dental es una condición irreversible que afecta las piezas dentales en su proceso de formación, esto se da debido a la exposición a concentraciones elevadas de flúor que pueden provenir de diversas fuentes. La manifestación de esta condición suele presentarse con mayor frecuencia en las piezas permanentes en comparación con las temporales.

Clínicamente esta alteración en la superficie dental puede observarse como manchas blancas o manchas marrón en sus grados más leves, o inclusive con presencia de defecto físicos en el esmalte como lo son las fosas pigmentadas, o pérdidas de estructura a mayor escala. La severidad de esta condición va depender en gran proporción al exceso de consumo de flúor y el tiempo de exposición a este.

Debido a la presencia de esta problemática en la población costarricense, en el presente trabajo se investiga la prevalencia, severidad y frecuencia de estas lesiones fluoróticas dentales en la región de Tierra Blanca de Cartago. Se utilizaron los índices de Horowitz y el de la UCR para determinar la profundidad y extensión de las lesiones utilizando luz LED y luz natural. En investigaciones anteriores realizadas en este programa macro de investigación, se demostró que la luz que presenta mayor precisión al momento de identificar las lesiones fluoróticas es la luz LED, razón por la cual se optó por realizar el análisis clínico y fotográfico con esta herramienta diagnóstica; por otro lado, se decidió utilizar la luz natural como un control. Además, se realizaron comparaciones de la humedad y la sequedad de las piezas con ambas luces, para determinar cuál de estas condiciones permitía mayor precisión diagnóstica.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

Esta investigación tiene dos fases principales, por un lado, es describir la prevalencia y severidad de fluorosis dental en los estudiantes de sexto año de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez en Tierra Blanca de Cartago, a través de la observación directa; el examen clínico del esmalte de los dientes y la aplicación de los índices epidemiológicos de fluorosis dental UCR y TSIF (*Tooth Surface Index of Fluorosis*).

Con este objetivo se pretende aportar al conocimiento y caracterización de la fluorosis dental, para esto es necesario evaluar la severidad del problema para contribuir a su comprensión y a la propuesta de tratamientos en personas con esta alteración, que se tomen en cuenta no solo los efectos, sino los factores causales de la entidad, elevando así la calidad de vida y evitando que generaciones futuras se vean afectadas, para esto es necesario contar con estudios que muestren estas condiciones y exponer los resultados de estos a las comunidades, grupos profesionales entre otros.

Los resultados de la prevalencia de fluorosis dental proporcionarán cuadros epidemiológicos de la comunidad de Tierra Blanca, dando seguimiento a investigaciones de años anteriores que además serán bases para el planteamiento de futuras investigaciones.

La otra fase de la investigación consiste en hacer un análisis cualitativo en las piezas dentales que presentan manifestaciones clínicas de fluorosis dental, utilizando el criterio de la humedad a la hora de hacer el examen diagnóstico de esta condición. La relevancia de este trabajo, radica en que permitirá esclarecer de manera puntual el uso adecuado de las herramientas diagnósticas para la detección de la fluorosis dental para de esta forma poder ser identificada y tratada apropiadamente.

En la actualidad no existe un claro consenso respecto si es más efectivo analizar las lesiones fluoróticas en estado seco o humectadas por la saliva. En los distintos índices originados para evaluar la fluorosis dental existe una contradicción de cómo deben ser observadas las lesiones para su correcto diagnóstico, ya que algunos

índices requieren realizar un secado de las piezas, mientras que otros solicitan que las piezas dentales estén humectadas.

Bibliográficamente no se encuentra claramente establecido si a la hora de hacer el examen diagnóstico de fluorosis de las piezas dentales se deben o no secar, por tal motivo este trabajo pretende exponer de manera cualitativa la utilidad o no de hacerlo a la hora de realizar el examen.

Este trabajo viene a poner en evidencia si existe diferencia en realizar el examen de identificación de las lesiones de fluorosis dental con las piezas secas o húmedas, por lo tanto, plantea un antecedente vital en el adecuado diagnóstico de la fluorosis dental.

En el proyecto anterior se denotó, que en cuanto a luz se refiere, la mejor luz para examinar las lesiones fluoróticas es la luz LED, por ende, en este trabajo se examinarán las piezas húmedas y secas utilizando luz LED y luz natural.

1.2 Planteamiento del problema

¿Cuál es la relevancia diagnóstica de la humedad para la identificación de lesiones fluoróticas en las piezas dentales al ser evaluadas con luz natural y luz LED; y cuál es la prevalencia y severidad de la condición en los estudiantes de sexto año de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez en Tierra Blanca de Cartago en el año 2019?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la relevancia diagnóstica de la humedad para la identificación de lesiones fluoróticas en las piezas dentales al ser evaluadas con luz natural y luz LED y conocer la prevalencia y severidad de la fluorosis dental en los estudiantes de sexto grado de 11 a 13 años de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez en Tierra Blanca de Cartago en el año 2019.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Conocer las bases fisiológicas y ambientales determinantes en la aparición de la fluorosis dental.
2. Conocer los índices UCR y TSIF para el diagnóstico de fluorosis dental.
3. Aplicar los índices UCR y TSIF para diagnosticar la fluorosis dental, su grado de prevalencia y severidad.
4. Conocer la concordancia entre el índice UCR y TSIF a la hora de diagnosticar la fluorosis dental.
5. Realizar un análisis cualitativo de las piezas dentales con lesiones fluoróticas con presencia y ausencia de humedad en la superficie dental expuesta a luz natural y luz LED blanca.

1.4 Antecedentes históricos

1.4.1 Perspectiva histórica de la fluorosis dental

En 1771 Margraf Sheele descubre el flúor en forma de ácido fluorhídrico; sin embargo, por su gran afinidad con otros elementos este se logra aislar hasta 1886 por Moisen. En 1803 Morichi observa la presencia de flúor en materiales orgánicos como lo son los dientes de fósiles de elefantes (1).

La primera vez que se detecta flúor en agua fue en 1823 por Berzelius. En 1901 Eager describe unas manchas blancas y pigmentaciones pardas en dientes de personas de una región de Nápoles Italia. Para este periodo Frederick McKay obtiene su título en Odontología e inicia su práctica profesional en el estado de Colorado, en el pueblo de Colorado Springs. Aquí McKay encuentra numerosos casos de personas con manchas cafés en sus piezas dentales tan severas que en algunos casos todo el diente estaba pigmentado de un tono chocolate (1).

Aunque Mckay buscaba el origen de esta condición no encuentra nada en la literatura científica de la época. Las personas del lugar atañen las manchas a varios factores como la carne de cerdo en exceso, consumir leche de mala calidad o beber agua con calcio en exceso (1).

Es así que Mckay inicia su propia investigación de esta condición; sin embargo, sus primeras publicaciones son ignoradas por odontólogos del lugar y alrededores. Él continúa hasta que otros odontólogos se interesan por el caso de Colorado (1).

El primer avance se da cuando en 1909 el Dr. G Black, padre de la odontología moderna, viaja a Colorado para buscar el origen de los misteriosos hallazgos. Al llegar al pueblo Black nota que esta condición está presente en los recién nacidos inclusive, con lo que llega a la conclusión de que esta enfermedad es capaz de afectar a dientes deciduos y permanentes (1).

Black continúa la investigación hasta su muerte, llegó a la siguiente conclusión: el esmalte moteado (nombre que le dio a esta enfermedad) es producido por

imperfecciones durante el desarrollo de los dientes de los niños. Con lo cual los dientes permanentes que se habían mineralizado sin desarrollar manchas no tenían el riesgo de adquirir el tono café. Otro de los hallazgos que encontró Black es que los dientes de estas personas eran muy resistentes a la caries (1).

En 1923 McKay viaja al pueblo de Okley donde se empiezan a ver casos de manchas cafés en los dientes de los niños. Los padres de estos relatan que las manchas surgieron desde que se construyó una toma de agua comunal proveniente de aguas termales. McKay analiza esta agua, pero no encuentra nada fuera de lo normal. Por orden de las autoridades se cambia la toma de agua a una más cercana al pueblo por comodidad (1).

Años después se empieza a observar que los niños que consumieron de la nueva toma de agua no presentan las pigmentaciones cafés al cambiar su dentición, con esto toma fuerza la teoría que el origen de las pigmentaciones en los dientes es producto del agua.

Posteriormente McKay viaja a un pueblo minero en Arkansas junto con el Dr. Gover Kempf donde observaron la misma condición, sin embargo, al no haber más pueblos cerca no se pudo comparar los hallazgos. McKay y Kempf posteriormente publican los resultados de sus investigaciones.

Bauxite el pueblo al que fue McKay, es propiedad de la Compañía Americana de Aluminio. H.V. Churchill, químico de la empresa lee estas investigaciones. Churchill había pasado refutando reclamos que los productos de cocina hechos con aluminio de la Compañía Americana de Aluminio eran tóxicos, por lo que ante posibles reclamos a la compañía decide analizar el agua con fotospectrografía, donde el análisis mostró la gran cantidad de flúor que había en el agua de Bauxite (1).

En 1931 Churchill escribe una carta a McKay donde le menciona sus resultados y le pide que le envíe muestras de los otros lugares donde haya visto las manchas cafés en los dientes, con lo que posteriormente se confirma que el flúor es el responsable de las manchas cafés (1).

Estos descubrimientos llaman la atención del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos con lo que inicia formalmente el estudio del flúor, sus efectos en el esmalte dental y en la salud pública con el Dr. Trendley Dean, jefe de la Unidad de Higiene Dental del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (1).

En 1931 Dean inicia su estudio con el químico Elías Elvove a fin de desarrollar un método más preciso para determinar los niveles de flúor en agua de consumo humano. Después de dos años Elvove le presenta una forma de medir el flúor en agua con una exactitud de 1 partes por millón (1).

Juntos viajan por Estados Unidos remolcando un laboratorio y llegan en 1936 a la conclusión que si el flúor excede 1 partes por millón causa los daños en el esmalte.

Dean crea la hipótesis que si se añade flúor al agua en una proporción menor a la descubierta por Elvove genera protección a la caries, basándose en los estudios de McKay y Black. Por lo que en 1944 se implementa en el pueblo de Grand Rapids la adición de flúor al agua siendo esta la primera ciudad en fluorar el agua (1).

Durante 15 años estos investigadores monitorean el promedio de dientes cariados en 30.000 escolares. Con lo que Dean publica en 1956 que el porcentaje de caries decayó en un 60% después de haber implementado la medida (1).

En 1955 en Suiza se implementa la fluoración de la sal con grandes beneficios por lo que Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomienda la fluoración de la sal en países donde no se pueda fluorar el agua (1).

En Costa Rica en el año de 1975 el Ministerio de Salud inicia un programa de prevención de la caries con base en aplicaciones tópicas de flúor y enjuagatorios en prescolares y escolares, y se establece la fluoración del agua en la Gran Área Metropolitana; sin embargo, esta se descontinúa por problemas económicos en 1980 (2).

En 1984 el Ministerio de Salud retoma el programa preventivo pero esta vez en el nivel nacional debido a la gran incidencia de caries dental reportada en el estudio nacional de ese año (2).

Al siguiente año se realizó un estudio basal del contenido de flúor en el agua en el nivel nacional revelando que en promedio el contenido de flúor en el agua es de 0.21 ppm. Debido a la imposibilidad de fluoración del agua por no disponer de un sistema nacional de acueductos y por carencias económicas se decide tomar como medida la fluoración de la sal en 1987 (2).

En el año de 1999 se realizó la primera encuesta nacional de salud oral en Costa Rica, la cual fue un estudio epidemiológico transversal con una población de niños de 6 a 8 años y adolescentes de 12 a 15 donde se identificaron la prevalencia y severidad de la fluorosis, se encontró en mayor medida en la zona Chorotega y la más baja en el Pacífico Central, así como los efectos beneficiosos de la medida de implantación de fluoración de la sal (2).

1.4.2 Perspectiva histórica de investigación de fluorosis dental en la UCR

Desde el año 1962 se han hecho varios proyectos de investigación en la UCR con respecto a la fluorosis dental, en los años más recientes se han abordado las siguientes temáticas:

2012 *Actualización sobre fluorosis dental, programa de capacitación* autores José Daniel Araya Jiménez, María Alejandra Alfaro Salas, Adriana Chaves Golfell. Este estudio trata sobre el conocimiento de la fluorosis, por parte de los padres de los estudiantes de sexto grado de la escuela León Cortez de Cot de Cartago y los estudiantes de odontología de la UCR. Como conclusión se obtuvo que hay un desconocimiento general en ambas partes y se proponen una charla a los padres y otra a los alumnos en el curso de Odontopediatría II de cuarto año (1).

2013 *Fluorosis Efecto halo*. Autores José Esteban Díaz Madriz, María Pamela Granados Quesada, Angélica María López Chacón, Carol Paola Monge Cantillo, Geiner Andrés Muñoz Agüero, Jorge Andrés Vargas Vargas; directora del proyecto

Violeta Bolaños López. En esta tesis se estudió el efecto de las papas regadas con agua del norte de Cartago, como resultado se obtuvo que tenían una concentración mayor de flúor en comparación a las de otras zonas (1).

2014 *Fluorosis dental*, estudiantes: Walter Araya Rojas, Ariana Murillo Peña. Este trabajo trata sobre la prevalencia y severidad de la fluorosis en la escuela Otilio Blanco en Zarcero y León Cortes en Cartago en niños de sexto grado en ambos casos la incidencia es mayor en hombres y la pieza más afectada son los segundos premolares superiores (1).

2015 *Fluorosis dental* sustentantes del seminario de graduación Alejandra Madrigal Ávila, Jossie Mora González, Treisy Porras Molina; coordinadores: Violeta Bolaños López, Giovanni Acuña Espinoza, Lilliana González Umaña. En esta tesis se estudia la prevalencia y severidad de la fluorosis en la escuela Otilio Blanco, en Zarcero y León Cortes, en Cartago en niños de sexto grado. Dando como resultado una mayor prevalencia esta vez en los segundos molares superiores y en hombres (1).

2018 *Prevalencia de la fluorosis dental utilizando diferentes tipos de luminarias como herramienta diagnóstica, Cot de Cartago 2018*. Giovanni Acuña Espinoza; sustentantes del seminario de graduación Evelyn Aguilar Orozco, María José Apéstegui Murillo, Karen María Mora Ballesteros, Adriana Vargas Phillips. Esta tesis aborda el uso de diferentes tipos de luces para el diagnóstico de lesiones fluoróticas en la escuela León Cortes de Cot de Cartago. Se llega a la conclusión que la mejor luz para el diagnóstico de esta patología es la luz LED (1).

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Fluorosis dental

La fluorosis es una patología que causa la hipomineralización de la superficie del esmalte dental. Entre sus características clínicas se observan lesiones blancas y opacas de bordes indefinidos; en su forma leve se presentan patrones que concuerdan con las líneas incrementales del esmalte (parenquimatas) (2).

En su forma severa se observa un esmalte de aspecto poroso que adquiere coloraciones que van del gris al marrón, estos tintes son producto de factores externos al diente. La coloración en gran medida coincide con la dieta de la persona. Inclusive se llegan a ver zonas con facetas donde el esmalte fluorótico se pierde por las fuerzas de la masticación (2).

La fluorosis en los dientes surge a partir de la exposición del tejido del esmalte a grandes cantidades de flúor durante la formación dental, desde el nacimiento hasta la edad de seis años para la pieza permanente. Su grado de afectación depende de la cantidad de fluoruro ingerido y el tiempo de exposición (2).

Esta patología puede afectar tanto la dentición permanente como la decidua, esto se da cuando hay exposición a grandes cantidades de flúor en la etapa prenatal. La fluorosis dental es un indicador de exposición excesiva al flúor atrasado, debido a que se evidencia el exceso de la exposición del diente al ion flúor no en su periodo de formación sino hasta su posterior erupción a los 8-10 años para dientes permanentes (2).

La presencia de fluorosis en zonas sin programas de fluoración y el incremento tan marcado en áreas con fluoración, es atribuible a la ingestión de cremas dentales por parte de los niños durante la edad de formación de las piezas dentales. También puede deberse al uso de suplementos vitamínicos fluorados, así como fuentes de agua de consumo con flúor natural (2).

En los grados leves y muy leves la fluorosis es casi imperceptible. Sin embargo, en sus estadios más severos esta es claramente más visible, debido a que el aumento en la cantidad de flúor de manera excesiva puede causar cambios histológicos en

la composición del esmalte dental principalmente en la parte exterior del prisma lo cual implica una modificación óptica, estos cambios pueden abarcar incluso la dentina (2).

2.1.1 Mecanismo benéfico del flúor

1. El esmalte dental está compuesto en gran medida por una sustancia inorgánica de nombre hidroxiapatita (aproximadamente un 97%), la cual es un compuesto inestable que dona sus iones hidroxilo al medio oral ante la presencia de ácidos de productos bacterianos.

Al perder estos iones se crea un espacio en la estructura del cristal del esmalte. Debido a que el ion flúor es isoeléctrico (tiene la misma carga) e isomorfo (tiene una forma similar) al ion hidroxilo este puede sustituirlo, en un proceso en el que los compuestos fosfato dicálcico dihidratado y fosfato octacálcico se unen con el flúor y forman fluorapatita (1).

La fluorapatita es un compuesto muy estable con cristales más grandes y más mineralizados que la hidroxiapatita. Además, que presenta poros pequeños que dificultan la difusión de ácidos sobre el tejido dental y la salida de iones, lo que hace que el esmalte sea menos soluble a la acción de los productos bacterianos y el medio oral por ende más resistente a desarrollar caries (1).

El flúor está presente en muchos alimentos, por lo que este forma parte del biofilme dental después de la ingesta de comida. Al estar el flúor en contacto con las capas externas del esmalte se asocia con el ion calcio formando un compuesto de nombre fluoruro cálcico, esta sustancia se adhiere a los poros del esmalte (1).

Este precipitado se mantiene en el diente por largos periodos. Cuando el pH oral baja este compuesto se disocia y libera iones flúor formando hidroxiapatita y ayudando al proceso de remineralización (1).

2. El flúor afecta el metabolismo bioquímico de las bacterias del medio oral encargadas de generar la caries. Estas bacterias captan carbohidratos de la dieta para transformarlos en energía, como parte de su metabolismo celular ellas excretan ácidos que provocan la desmineralización dental (1).

El flúor actúa inhibiendo la enzima enolasa que transforma el 2-fosfoglicerato (sustancia derivada de la glucosa en el proceso de la glucólisis) en fosfoenolpiruvato. Al no haber cantidades suficientes de fosfoenol piruvato la bacteria no es capaz de producir más ATP (moléculas de energía) a partir de la pérdida del grupo fosfato del fosfoenolpiruvato, lo que altera la cantidad disponible de energía de la célula. Por otro lado, la molécula de fosfoenol piruvato es necesaria para la producción de piruvato el cual al oxidarse genera más moléculas de energía (1).

Al final del proceso de glucólisis se producen moléculas de ácido láctico (en un 50%), ácido fórmico y ácido enólico producto de la fermentación de los azúcares que son los responsables de la desmineralización del esmalte. Por lo tanto, el efecto del flúor en las bacterias tiene dos funciones: limitar el desarrollo y crecimiento celular por medio de la inhibición del metabolismo energético y también evita la creación de compuestos ácidos dañinos para el diente (1).

3. Otro mecanismo beneficioso de los compuestos fluorhídricos es que evitan la adhesión de bacterias al diente. Al terminar el proceso de la amelogénesis, los ameloblastos segregan la membrana Nasmyth que recubre al diente e impide la interacción de la saliva con la pieza. Esta matriz se desgasta por acción de la masticación y desaparece. Cuando ocurre dicho proceso las glucoproteínas salivales se unen con la hidroxiapatita del diente originando la película adquirida (3).

Esta película adquirida interactúa con iones fosfato y iones de calcio del diente, absorbiendo además glucoproteínas de la saliva y de bacterias. Lo que da como resultado la formación de la capa de Stern. A partir de esta capa

las bacterias pueden adherirse mediante fuerzas específicas como las fuerzas de Van der Waals al diente (3).

El flúor tiene gran afinidad por el calcio, al haber una interacción entre estos se formará un precipitado de fluoruro de calcio (Ca_2F), que altera las cargas eléctricas de la superficie adamantina. Por lo que se da una modificación a la absorción de aminoácidos salivales y la estructura de la película salival. Esto causa interferencia en la formación de la capa de Stern y en la película adquirida dificultando el anclaje primario de las bacterias (3).

4. El flúor ayuda en el proceso de inhibición de coagregación bacteriana. Posterior al anclaje de bacterias primarias se da el proceso de coagregación, en el cual se adhieren bacterias más patógenas a las bacterias primarias (4).

Estas bacterias tienen una estructura llamada glucocálix que es una capa de glucoproteínas de superficie ubicada en la membrana celular de la bacteria. La membrana celular de las bacterias se compone de polisacáridos complejos, que son fabricados por la misma bacteria donde los más destacados son los glucanos y levanos (4).

Estos azúcares tienden a unirse a los glucocálix de bacterias vecinas y a componentes de la película adquirida. El dextrano (uno de los glucanos y el más importante en esta reacción), se crea a partir de la sacarosa de la dieta por medio de una enzima de nombre glucosil-transferasa. Este azúcar es de alta viscosidad, da consistencia a la placa y favorece la adherencia de más bacterias. El flúor inhibe la enzima glucosil-transferasa por lo que la bacteria es incapaz de producir glucanos lo que impide su adhesión a otras bacterias (4).

2.1.2 Mecanismo patológico del flúor

El proceso de formación del esmalte se denomina amelogénesis, en este proceso es donde las grandes cantidades de flúor originan la fluorosis (5).

La amelogénesis consta de cuatro etapas: diferenciación, secreción, maduración y transición. Las de más importancia para este mecanismo son la secreción y en especial la maduración (5).

En la etapa de secreción los ameloblastos introducen iones flúor del torrente sanguíneo a la célula. Los iones que entren serán en virtud de su disponibilidad en la sangre (5).

Dentro de las funciones del ameloblasto se tienen secretar y transportar iones, así como varias proteínas que son más del 90% del componente del esmalte en formación (5).

Las proteínas de la matriz extracelular más importantes son las amelogeninas, ameloblastinas y enamelinas. Secundariamente se tiene la metaloproteína de matriz 20 (MMP-20) y la calicreína 4 (KLK-4), ambas son proteinasas (5).

La enamulina y la ameloblastina atraen iones a la estructura proteica (función nucleadora), con lo que se va creando un depósito organizado de sales de fosfato de calcio en forma de cristales. Con respecto a la amelogenina su función es dar la dirección del crecimiento del prisma para el desarrollo de los cristales. Organiza nanoesferas de 20 nm. La ameloblastina tiene además funciones de adhesión y control cuando los ameloblastos se están diferenciando (5).

La proteasa MMP-20 se encarga de degradar de forma gradual y selectiva el soporte proteico en las etapas mencionadas anteriormente para que se desarrolle el ensanchamiento de los cristales del esmalte que anteriormente crecieron en largo (5).

Cuando inicia la etapa de maduración cesa la síntesis de MMP-20 e inicia la síntesis de KLK-4, esta proteasa termina la degradación proteica cortando los restos de proteínas estructurales en péptidos pequeños que la célula puede procesar (5).

Al final de la maduración del esmalte, su contenido proteico será inferior al 1% y su apariencia óptica será lisa, con brillo y poca porosidad (5).

En la etapa de secreción el flúor crea alteraciones en el transporte vesicular de los ameloblastos y en la degradación intracelular de proteínas de la matriz (5).

En la etapa de maduración (cuando suceden la secuencia ordenada de crecimiento cristalino, la digestión proteolítica por enzimas diferentes y la absorción de los residuos proteicos), es donde se ha visto los efectos más dañinos del flúor. Debido a que este retrasa la eliminación de proteínas principalmente de las amelogeninas. Esto impide el crecimiento en grosor de los cristales del esmalte y provoca una mineralización incompleta (5).

Los ameloblastos son los encargados de la regulación del pH en esta etapa secretando bicarbonato y absorbiendo protones del medio. La precipitación de iones H^+ como producto de la precipitación de cristales genera cambios en el pH acidificándolo, estos iones se unirán al flúor creando HF. El aumento en la presencia de flúor induce estrés en el retículo endoplásmico y la activación de la respuesta de proteínas mal plegadas (5).

Esta respuesta lo que genera es que haya menor cantidad y secreción de proteasa KLK-4, encargada de degradar la matriz proteica de la amelogenina y la maduración de los prismas de esmalte (5).

El flúor también puede actuar de manera negativa en la biomineralización, ya que, al estar incorporado al esmalte en el periodo de formación, aumenta la adhesión de la amelogenina al cristal y baja su tasa de hidrólisis. Esto puede desarrollar también cambios en la estructura del cristal “escondiendo” algunos sitios de corte de péptidos y disminuyendo el acceso de las proteasas (5).

2.1.3 Periodos de riesgo

El periodo de riesgo se define como el tiempo en el cual los ameloblastos están produciendo la matriz proteica del esmalte que luego se calcificará (este proceso sucede entre los 6 u 8 años de edad para las personas en la dentición permanente) y es cuando se puede desarrollar la patología de la fluorosis (1).

La ingesta por vía sistémica en altas concentraciones de flúor causa alteraciones en la maduración del esmalte lo cual se ve clínicamente como hipoplasias e hipomineralizaciones.

Se distinguen dos etapas de riesgo durante la amelogénesis:

Bajo riesgo durante la fase secretora (menos de 15 meses de edad).

Alto riesgo exposición a fluoruros durante la fase secretora y de maduración.

Estudios sugieren que el mayor periodo de susceptibilidad para incisivos superiores centrales empieza al año y medio hasta los 3 años de vida (1).

Otros factores de riesgo incluyen:

- La edad a la que se comience el cepillado dental, niños pequeños no son capaces de escupir y tienden a ingerir la pasta dental.
- Programas escolares de fluoración tópica en niños pequeños.
- Cantidad de sal, leche, agua fluorada y alimentos con flúor ingerida en las comidas.
- Uso de enjuagues fluorados y pastas dentales con 1500 ppm de flúor en niños menores de 8 años.
- Ingesta de dentífrico en periodos diferentes al cepillado.

2.1.4 Metabolismo del flúor

i) Ingestión

La ingesta de flúor en el cuerpo humano se da por diferentes vías, sin embargo, la gastrointestinal es la más importante. Entre las posibles fuentes tenemos: agua, sal, dieta (el té, los mariscos y la leche tienen grandes cantidades de flúor), fármacos y productos fluorados para la higiene dental. En promedio una persona ingiere 1-3 mg de flúor al día (1).

ii) Absorción

Se distinguen varias vías de absorción:

Gastrointestinal: aproximadamente un 75%-90% de flúor ingerido se absorbe en la mucosa gastrointestinal por el proceso de difusión simple en el estómago y duodeno (1).

Los productos de higiene bucal y alimentos contienen flúor que es incorporado a los dientes ya sea por vía tópica o sistémica. El flúor ingerido de manera sistémica se absorbe en mayor medida en hueso (1).

iii) Distribución

Una vez absorbido el flúor este se distribuye al resto del cuerpo por el torrente sanguíneo a todos los tejidos del cuerpo presentando mayor afinidad por tejidos calcificados como huesos, dientes y en tejidos blandos como riñón, cerebro y tejido adiposo. Existe una captación más lenta de flúor en zonas con presencia de caries (1).

El flúor es capaz de atravesar la barrera placentaria y llegar al feto en un 75% a la proporción encontrada en la sangre de la madre (1).

iv) Fijación

La cantidad de flúor fijado depende en gran medida a la cantidad de flúor ingerido, por ejemplo: huesos más jóvenes absorben más flúor que los de mayor edad, así como en dientes en formación (1).

v) Excreción

Existen varias vías de excreción para el flúor entre ellas: sudoración, heces, orina y saliva, sin embargo, en organismos jóvenes como los niños se excreta entre un 33% y 51%, en adultos un 50% es principalmente por vía urinaria y el resto se fija en los tejidos del cuerpo en un 80% en huesos y dientes y el resto en tejidos blandos (1).

2.1.5 Prevalencia y severidad según pieza

El último estudio realizado para Costa Rica de fluorosis (Encuesta Nacional de 1999) dividió el grupo de estudio en tres rangos de edad 12 años, 15 años y 6-8 años. Se observó que en los caninos la prevalencia de la fluorosis varió por edad. El grupo de 12 años presentó una prevalencia más alta de fluorosis (16,8%) que el grupo de 15 años (11,3%) la prevalencia más baja fue el grupo de 6 a 8 años (5,3%) El análisis por sexo no mostró diferencias (2).

La prevalencia fue más alta cuando se incluyeron las premolares; sin embargo, se observó el mismo patrón presentado en la medición restringida de canino a canino. La prevalencia más baja fue en el grupo de 6 a 8 años, 5,7%, en el grupo de 12 años la prevalencia fue 31,9% más alta que en el grupo de 15 años, 24,4%. El análisis por sexo no mostró diferencias significativas (2).

Se ha observado que la prevalencia de la fluorosis es más frecuente en piezas que tardan más en calcificar, como lo serían por orden: segundas molares inferiores, superiores, segundas premolares superiores, inferiores y caninos (2).

Con respecto al estudio antes mencionado de severidad ofrece los siguientes datos:

Canino a Canino

El porcentaje de fluorosis de esmalte leve y muy leve fue de 5,1% en el grupo de 6 a 8 años. Aumentó en el grupo de 12 años a 14,4% y fue menor en el grupo de 15 años, 10,4%. La severidad de fluorosis moderada y severa fue muy baja en el grupo de 6 a 8 años (0,2%) y en el grupo 15 años (0,9%); en el grupo de 12 años fue de 2,4%. El análisis por sexo no se mostró diferencias significativas (2).

La severidad de la fluorosis de esmalte aumentó al incluir las premolares. El porcentaje de fluorosis muy leve y leve fue de 5,5% en el grupo de 6 a 8 años, 26,4% en el grupo de 12 años y 21,3% en el grupo de 15 años. La prevalencia de fluorosis moderada y severa fue muy baja en el grupo de 6 a 8 años, 0,2% en el grupo de 12 años fue superior 5,5% y en el grupo de 15 años, 3,1%. El análisis por sexo no mostró diferencias significativas (2).

En la severidad influyen varios factores como la edad a la que se empezó a consumir productos fluorados, el tiempo de exposición y contenido de flúor. Para dientes temporales es poco común encontrar casos, pero si se observan son del grado severo (2).

En varios estudios el grado de severidad por pieza se asocia con el siguiente orden: segundas molares superiores, primeras molares superiores y primeras premolares superiores. Las piezas con menor severidad y prevalencia suelen ser los incisivos inferiores (2).

2.2 Fuentes de flúor

2.2.1 Fuentes donde se encuentra el flúor

Las principales fuentes de flúor son los alimentos, pero también se obtiene del agua, del suelo, del aire y de suplementos del flúor:

- Alimentos: los alimentos con mayor cantidad de flúor son el pescado, el salmón, el bacalao, los mariscos, comparados con otros alimentos como la leche

fluorada, sal fluorada, vegetales verdes (como la lechuga, espinaca) y bebidas preparadas con aguas fluoradas (6).

- Sal fluorada: en Costa Rica es muy común dicha presentación, estando al alcance de la población en un 90%. La estrategia del uso del fluoruro para la prevención de la caries dental, en toda la población de Costa Rica, se inició desde 1987 por medio de la fortificación de la sal de consumo humano, acompañados por la creación del Programa Nacional de Fluoración de la Sal (PNFS). El consumo de sal fluorada es en promedio de 8 -10 gramos por día por persona. No obstante, la norma oficial para la Calidad de la Sal Alimentaria establece que “en las comunidades de Tierra Blanca y Llano Grande de Cartago, la tierra y, por ende, los cultivos y alimentos contienen la cantidad de flúor en forma natural que el organismo requiere para la disminución de la caries dental”, por lo tanto, se prohíbe la comercialización de sal con flúor en dichas comunidades (6).
- Aguas fluoradas: el nivel óptimo se considera entre 0,7 – 1,49 partes por millón (ppm). El flúor en el agua se encuentra mayormente en forma de ion fluoruro, lo que permite una total absorción, pero en algunos casos, según la dureza del agua puede encontrarse unido a otros elementos como el calcio y el magnesio (7).
- Bebidas fluoradas: se incluyen en este apartado los jugos naturales, el vino, las gaseosas, las bebidas energéticas y el té. Este último es la bebida con mayor concentración de flúor, a pesar que no es una alta concentración (aproximadamente 3,25 mg/L) y no es considerada dosis de riesgo, contribuye al efecto aditivo de consumo de flúor de manera importante (8).
- Leche fluorada: la absorción por este medio es más lenta que la del agua, pero los porcentajes absorbidos finales son similares, la leche contiene de 0,1 a 0,2 mg/L (9).
- Suplementos con flúor: especialmente en suplementos de uso odontológico con objetivo de prevenir la caries dental se utilizan tabletas, dentífricos, geles y barnices con flúor. Las tabletas contienen de 0,5 a 1 mg de flúor en presentación de fluoruro sódico y su absorción es casi del 100%. Por su parte, los dentífricos

con flúor pueden contener de 1.000 a 1.500 ppm para los adultos y en niños, concentraciones menores a 500 ppm (9).

- Aire: En la atmósfera varios elementos pueden estar ampliamente diseminados, provenientes del polvo de suelos ricos en fluoruro, desechos industriales, combustión del carbón y gases de la actividad volcánica. El organismo es capaz de absorber fluoruros inhalados, principalmente fluoruro de hidrógeno, roca fosfática (6).

2.2.2 Métodos de fluoruración del agua

La fluoración del agua se realiza adicionando pequeñas cantidades de flúor al agua corriente de administración pública. El agua contiene ion fluoruro en forma natural, pero se le añade ion fluoruro para llegar a un nivel óptimo o nivel donde se logre el fortalecimiento del esmalte dental y con ello prevenir las lesiones de caries dental, este nivel óptimo se alcanza con 1 ppm. Para un programa eficiente de fluoración se requiere de equipo adecuado en una planta de purificación, mano de obra (y dinero para mantener esta) y la provisión constante de producto químico adecuado con fluoruro (10).

Este tipo de procedimiento inició entre 1944 y 1947. Los primeros países en implementarlo fueron Canadá y Estados Unidos (10). En Costa Rica la estrategia del uso del fluoruro para la prevención de la caries dental se inició desde 1975 con la fluoración del agua en el Gran Área Metropolitana, a través del esfuerzo del Ministerio de Salud, la Caja Costarricense del Seguro Social y el Instituto de Acueductos y Alcantarillados. Desafortunadamente en 1980 la fluoración del agua se discontinuó por problemas de índole económico, operativo y técnico.

Para monitorear el contenido de flúor en el agua en Costa Rica se cuenta con la cooperación del Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), quienes en forma continua, toman muestras de agua de los sistemas de suministro distribuidos en todo el país (11).

La información recolectada se comparte con el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) para complementar las fuentes de datos utilizadas para la vigilancia de la fluorosis en Costa Rica. Cada año se realizan 4 muestras de agua para todos los acueductos que administra AyA, de manera que se tomen muestras durante la época seca y la época lluviosa. También se hacen muestreos en puntos específicos de los acueductos rurales del país. El análisis físico químico del agua incorpora la determinación del contenido de flúor que se realiza mediante cromatografía de iones (11).

Con los métodos de administración del flúor vía sistémica, los fluoruros que se ingieren son transportados a través del sistema circulatorio y se depositan en estructuras óseas y en menor medida a las piezas dentales en formación, dentro de este grupo de administración se incluyen la fluoración de aguas de consumo humano, fluoración de sal de consumo humano, fluoración de la leche, fluoración de aguas de consumo escolar (10).

2.2.3 Métodos de desfluoruración del agua

En diversas partes del mundo, es frecuente encontrar grandes zonas con aguas subterráneas que pueden aparecer con cantidades elevadas de fluoruro, estas aguas generalmente son explotadas para satisfacer las necesidades de consumo humano y representan un riesgo para la salud al ser ingeridas por largos periodos, ya que resultan tóxicas. Esto es debido a que el fluoruro es un elemento indispensable para la salud dental de la población, pero en altas concentraciones provoca fluorosis dental y fluorosis esquelética en mayores dosis. En este trabajo se discutirán los distintos métodos de eliminación de fluoruro más factibles (12).

2.2.3.1 Métodos por precipitación

Dichos métodos implican la adición de productos químicos para así formar un precipitado de fluoruro y separar ese producto resultante, los químicos más comunes son:

i) Técnica de Nalgonda (12), se añade sulfato de aluminio y cal que dan lugar a un precipitado de hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), capaz de formar compuestos insolubles de fluoruro de aluminio (AlF)

ii) Por adición de compuestos de calcio y/o fosfato, (Gómez, 2014): dan lugar a la precipitación de fluoruro de calcio (CaF_2) o fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$).

Desventajas (12):

- Eficacia limitada (~70%).
- Requieren altas dosis de los agentes precipitantes.
- Pueden ocasionar efectos secundarios nocivos para la salud, especialmente por la presencia de aluminio disuelto en el agua en cantidades considerables
- Necesitan habilidad técnica.

2.2.3.2 Métodos por adsorbentes de fluoruro

Según este método hay una eliminación del fluoruro por adsorción por distintos tipos de materiales adsorbentes; es necesario que haya un contacto entre la disolución que contiene el fluoruro y el adsorbente sólido, donde el fluoruro se elimina por reacciones de intercambio iónico o reacciones de superficie (12).

Algunos materiales utilizados:

i) Óxido de magnesio: técnica doméstica de remoción de fluoruro, llevando a casi ebullición el agua con alto contenido de fluoruro en presencia de un exceso de óxido de magnesio. Con esta técnica es factible reducir el contenido de fluoruro en el agua de 5 mg/L a 0,2 mg/L (13).

ii) Alúmina activada: es utilizada en la misma forma que las resinas de intercambio iónico; se piensa que la alúmina activada remueve ciertas especies del agua debido a una adsorción hidrolítica. Es una sustancia anfótera y su punto isoeléctrico está asociado a un pH de 9,5; por lo tanto, removerá aniones por debajo de este pH y

cationes por encima del mismo; la remoción óptima de flúor pareciera ocurrir en un rango de pH entre 5 y 8 (13).

iii) Carbón activado: posee la virtud de adherir o retener en su superficie uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) del líquido que está en contacto con él. Puede remover fluoruro de una concentración 4,10 mg/L a 1,95 mg/L en un tiempo de retención de 3 horas. Se tienen resultados favorables en la eliminación de fluoruro a bajas concentraciones (13).

iv) Hueso granular: desde hace mucho tiempo, se ha advertido la afinidad del flúor con el fosfato tricálcico, ya que se encuentran siempre contenidas apreciables cantidades de flúor en los fosfatos naturales, como la apatita, la fosforita, así como en los huesos. Parece que, en la apatita, el ion carbonato es reemplazado por el flúor para dar como resultado fluorapatita insoluble; el mismo papel de intercambiador de iones desempeña la hidroxiapatita. En la práctica se utilizan:

- Productos naturales, extraídos de huesos de ganado especialmente cenizas de huesos o huesos molidos.
- Apatita sintética, que puede obtenerse por una mezcla cuidadosamente controlada, de cal y ácido fosfórico (13).

Ventajas (12):

- Reducido coste.
- Facilidad de operación.
- Alta eficacia.
- Fácil accesibilidad.
- Respeto al medioambiente.
- Se puede reusar y reciclar los adsorbentes.

Desventajas (12):

- Proceso de adsorción puede ser dependiente del pH.

- La presencia de otros aniones como sulfatos, fosfatos o bicarbonatos que pueden competir con la eliminación del fluoruro.
- Los materiales adsorbentes necesitan ser regenerados.
- Se debe encontrar una vía factible para la eliminación adecuada del material una vez saturado de fluoruro.

2.2.3.3 Método por intercambio iónico

Se emplean resinas fuertemente básicas de intercambio aniónico con grupos funcionales de tipo amonio cuaternario que poseen iones cloruros como contraiones, siendo estos los que se intercambian por fluoruro debido a su mayor electronegatividad (12).

Ventajas:

- Altamente eficaces (eliminan hasta un 90-95% del fluoruro).
- Se preserva el color y sabor del agua.

Desventajas:

- Presencia de otros aniones como sulfatos, fosfatos o bicarbonatos, comúnmente presentes en aguas naturales, dan lugar a reacciones de competición.
- Alto coste económico.
- A veces el agua resultante tiene un pH bajo y altos niveles de cloruro.

2.2.3.4 Procesos de membrana (ósmosis inversa, electrodiálisis)

i) Ósmosis inversa: consiste en la aplicación de presión sobre el agua para dirigirla a través de una membrana semipermeable selectiva en función del tamaño y de la carga eléctrica del ion (12).

ii) Nanofiltración: similar al anterior pero que requiere menores presiones puesto que las membranas poseen poros de mayor tamaño, que en el caso del fluoruro es

aplicable ya que su elevada electronegatividad hace que esté más fuertemente hidratado que otros aniones como cloruros o nitratos (12).

iii) Electrodiálisis: proceso similar también a la ósmosis inversa, pero en el que se aplica una corriente de potencial eléctrico en lugar de presión para separar los contaminantes iónicos del agua (12).

Ventajas:

- Son muy eficientes.
- No requieren productos químicos.
- Funcionan en un amplio rango de pH.
- Empleados en países más desarrollados.

Desventajas:

- Requieren de personal altamente cualificado.
- Alto coste económico y un alto consumo energético (métodos inviables en países menos desarrollados).

2.2.4 Factores de riesgo de fluorosis

Se puede tener una ingesta de flúor excesiva tanto por un efecto aditivo o sumatorio de múltiples fuentes con concentraciones medias o bajas, o puede deberse a una única fuente con altas concentraciones de este elemento; por lo tanto, es posible atribuir la condición de fluorosis a un solo factor de riesgo ya que según Ramírez, la fluorosis se da principalmente por la acción de varios factores de riesgo, como lo son: (14)

i) Aguas: algunos países cuentan con agua fluorada de forma natural, como ocurre en el nivel nacional en Cartago específicamente en Tierra Blanca, Cot y Llano Grande. Estas aguas presentan dosis próximas a las que se consideran óptimas (1,5 mg/L según la OMS), por lo que no es necesario adicionarle más concentración del elemento (15).

El agua fluorada puede ser un factor de riesgo en lugar de un factor beneficioso si además del consumo de ésta hay un acceso a otras fuentes altas de flúor. Por otro lado, hervir el agua de consumo puede generar un incremento de la concentración inicial del ion, ya que al llegar a ebullición se va a producir una pérdida de volumen de agua.

ii) Altitud: autores como J.J. Murray de la Universidad de Newcastle de Inglaterra menciona que el alto contenido de fluoruro en las aguas se halla por lo general al pie de las montañas y en sedimentos geológicos de origen marino; de ahí la importancia de considerar la altura sobre el nivel del mar de las comunidades en riesgo, los cuales además influyen en la variabilidad del metabolismo individual en la retención y excreción de fluoruro. Los distritos de Llano Grande y Tierra Blanca superan los 2.000 m de altura; con 2.270 m y 2.080 m respectivamente (7).

Por otro lado, el aumento de altitud es inversamente proporcional a la eficiencia en la filtración y depuración renal de varias sustancias, esto puede generar que haya un aumento en las concentraciones de flúor en sangre cuyo destino final es depositarse en estructuras óseas y dientes. Adicionalmente, se reporta que el volumen de oxígeno inspirado es menor en zonas altas por lo que las personas que habitan dichas zonas presentan la condición de hiperhemoglobinemia fisiológica que ocasiona un cambio en la viscosidad de la sangre, lo que consecuentemente afecta la irrigación renal y la velocidad de filtración glomerular lo cual produce una disminución en la excreción y depuración de sustancias que se eliminan de esta manera, incluyendo el flúor (16).

iii) Temperatura ambiental: en zonas donde la temperatura ambiental es alta, incluyendo Costa Rica, un país tropical, naturalmente se ingiere una mayor cantidad de líquidos para regular la temperatura corporal, lo anterior provoca una mayor ingesta de agua con flúor. La cantidad y la tasa de absorción de los fluoruros por las encías aumentan al incrementarse la temperatura (37-43°C) (17).

iv) Hábitos alimenticios y dieta (micronutrientes): el flúor está presente en todos los alimentos, por lo tanto en las dietas generales es donde no se hace una

discriminación en familias con niños en crecimiento o formación, se aumenta la probabilidad que presenten fluorosis dental, por este motivo se puede observar que hay casos de menores con fluorosis en zonas que no están expuestas a factores de riesgo como aguas fluoradas, no se ve una correlación ya que sus padres no presentan la condición y además no pertenecen o viven en puntos donde se ha visto mayor prevalencia de fluorosis como en Cartago, población que está más expuesta a presentar fluorosis porque allí se presenta fluoración natural (2).

Por ello la importancia de la dieta, ya que el menor pudo haberse sometido a una dieta de adulto con ppm de adulto, que según la OMS la ingesta total a 1, 2 y 3 años de edad, si es posible debe estar limitada a 0,5, 1,0 y 1,5 mg / día, respectivamente, contemplando que no más del 75% de los fluoruros consumidos venga en forma de fluoruros solubles. También se señaló que la ingesta en adultos superiores a 5 mg de fluoruro por día de todas las fuentes probablemente representa un riesgo significativo de fluorosis esquelética (18).

Por otro lado, como se ha reportado en distintas zonas de Cartago con factores de riesgo para fluorosis (Cot, Tierra Blanca, Llano Grande), se prohibió la venta de sal con flúor, pero en muchas ocasiones las familias realizan las compras de alimentos en otras regiones de la provincia donde sí hay venta de sal fluorada.

v) Calcio y magnesio: el flúor es un elemento halógeno de bajo peso atómico y de gran electronegatividad, por lo que se combina con cationes tales como el calcio y el magnesio para formar compuestos estables. La absorción del flúor proveniente de compuestos solubles es rápida y casi completa; no obstante, la presencia de calcio, magnesio, aluminio entre otros, forman con el fluoruro complejos estables, pero relativamente insolubles alterándose así la absorción (12).

vi) Efecto halo: este término se aplica para explicar casos de fluorosis que se dan en áreas donde es difícil encontrar la fuente de su aparición. El efecto halo sugiere que es una fluorosis que aparece en habitantes de comunidades con aguas con concentraciones bajas de flúor que ingieren bebidas fluoradas provenientes de otras zonas. De modo que puede producir efectos perjudiciales por representar un

aumento en la exposición al flúor en poblaciones que normalmente no lo presentarían (19).

vii) Dentífricos y complementos: muchos de los complementos de higiene bucal contienen altas concentraciones de flúor ya que su aplicación no es crónica si no para usos puntuales o específicos, estos complementos pueden representar un factor de riesgo para la fluorosis dental, especialmente cuando hay ingesta de estos productos, tales como dentífricos, enjuagues o colutorios, geles o barnices entre otros (9).

2.3 Fuentes de flúor y sus concentraciones

El flúor es uno de los elementos más abundantes en el medio ambiente, no solo se encuentra presente en una gran cantidad de alimentos de consumo diario, los cuales pueden estar incluidos tanto de forma natural como por intervención humana en el momento de su elaboración; sino que además se encuentra en el agua, la cual constituye una de la principales fuentes de exposición, y en el aire inspirado en las cercanías de las regiones con actividad volcánica o en grandes zonas urbanas con producciones industriales importantes, por la emisión de gases y la polución respectivamente (20).

2.3.1 Concentración del flúor en el agua

La OMS recomienda como norma la concentración óptima de flúor en agua potable para consumo humano el valor de 1.5 mg/L.

Diversas organizaciones nacionales como internacionales han realizado parámetros de concentración de flúor para la planeación estratégica de fluoración del agua, por su parte la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha establecido como norma de la concentración de flúor en agua las siguientes medidas (7):

- Bajo = 0 a 0,39 mg/L.
- Moderado = 0,4 a 0,49 mg/L.
- Óptimo = 0,5 a 1,49 mg/L (valor máximo admisible).
- Alto = 1,5 mg/L o más.

2.3.2 Concentración del flúor en el aire

Para prevenir efectos perjudiciales en plantas, ganado, y de la misma forma para proteger la salud humana la OMS estable como norma concentración máxima de flúor de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20).

El flúor se puede encontrar en el aire en zonas volcánicas debido a la emisión de gases, se estima que de esta forma anualmente se aportan 1.7 millones de toneladas al aire (20).

Para una persona que vive en zona urbana se estima que la cantidad de flúor que inhala es de 0,04mg/día (20).

2.3.3 Concentración del flúor en alimentos

Alimentos como el pescado u otros similares provenientes del océano como los mariscos, pueden presentar concentraciones de flúor mayores a 1 mg/kg, lo que podría estar relacionado a las altas cantidades de este elemento en las fuentes oceánicas. Para esto se debe tener en cuenta, que la concentración de flúor en este tipo de animales suele ser mayor en el esqueleto óseo, cartílago y el hígado, en comparación con la piel y el musculo. Por eso, en la ingesta de productos como la sardina o salmón, se espera presencia de mayores concentraciones de flúor respecto a los otros alimentos marinos, en los que no se consuma esas partes del pescado (21).

El pescado fresco como el bacalao, las sardinas y el salmón, entre otros, contiene de 6 a 27ppm de flúor (20).

Respecto a las bebidas una de las que ha demostrado presentar mayores concentraciones es el té. En las hojas de estas hierbas utilizadas para realizar infusiones, las concentraciones de flúor pueden variar de 0,37-1,175 mg/kg. La concentración del flúor en este tipo de bebidas depende de varios factores entre los que se mencionan el tipo de hierba utilizadas, así como su estado, siendo mayor concentración de flúor el té negro y té verde; y aquellos que son elaborados con

hojas herbales más viejas respecto a aquellas en las que se usan hojas más recientes en una relación que puede ser de 4 a 1 respectivamente (21).

Alimentos como la soja utilizada en formulas infantiles pueden presentar concentraciones de flúor hasta de 3,84 mg/kg, lo que debe ser tomados en cuenta debido a la constante exposición de flúor que pueden presentar los infantes en etapas tan temprana de su formación y desarrollo (22).

La concentración del flúor en jugos puede variar 0,7 y 2,33 ppm dependiendo de la fruta que se utilice, la compañía que los fabrique, así como su método de elaboración. A pesar que la concentración del flúor presente en estas bebidas, no es tan grande como la encontrada en las infusiones de té u otros productos, es importante tenerlo en cuenta, la frecuencia de consumo de los jugos en los niños tiende a ser alta, debido a que se ingieren con las comidas y en los tiempos de meriendas.

El 90% de los niños al cumplir un año de edad ya han consumido jugos de frutas (natural o comercial), siendo los sabores más comunes de manzana, pera, uva y ciruela (23).

Además, es importante considerar la concentración de flúor presente en el agua que se utilizó para realizar los jugos, así como la concentración de flúor en el agua o pesticidas que se emplearon para el cultivo de las frutas que se usaron para la elaboración de los jugos, ya sea caseros o en los procesos industriales de las fábricas. Algunos estudios reportan mayores cantidades de flúor de jugos de uva con respecto a otras frutas (23).

Respecto a la presencia de flúor en los vegetales y frutas, esta concentración tiene asociación directa con el método de cultivo, el lugar y la forma de su preparación. La influencia de estos factores se puede deber al uso de pesticidas con presencia de fluoruros o la utilización de agua fluorada para su riego.

Otros alimentos en lo que se puede encontrar presencia de flúor en menores cantidades son los cereales, los productos lácteos, los aceites, las carnes, los huevos entre otros.

Por otra parte, es importante tener en cuenta la presencia del flúor en los productos básicos que por campañas de protección social han sido fluorados, como la sal de mesa, leche o el agua.

Debido al gran consumo de sal en diversas esferas sociales de la población costarricense, el Gobierno de Costa Rica optó por la fluoración de sal como método de política pública de salud para la prevención de la caries dental.

Como indicó Alfaro en el año 1984 se realizó en el ámbito nacional el estudio de línea basal en escolares de 7 a 12 años. Se evidenció una elevada prevalencia de niños con caries dental (99%) y severidad (CPOD 9,1) [índice de cariadas, perdidas y obturadas] en escolares de 12 años (7).

Cada país que ha decidido empezar con un programa de fluoración de algún producto alimenticio como método para la prevención de caries, eligen el producto alimenticio con base en sus características bio-socioculturales y sus necesidades poblacionales.

La estrategia del uso del fluoruro para la prevención de la caries dental en toda la población de Costa Rica, se inició desde 1987 por medio de la fortificación de la sal de consumo humano, acompañado por la creación del Programa Nacional de Fluoración de la Sal (PNFS) (3).

Respecto a la sal de mesa se debe tener en cuenta que la concentración de flúor incluida en este producto varía dependiendo de las necesidades poblaciones y el contexto geográfico en que se ubique la población, siendo de esta manera en Costa Rica el rango de concentración de flúor permitido en la de 175 a 225mg/kg vigente desde el año 2001, según análisis realizados por el INCIESA y el Ministerio de Salud (7).

Además, es importante tener en cuenta que, a partir de la política vigente del año 2001, se establecieron más controles y una vigilancia más oportuna al control de la fluoración de la sal. También se tomó como medida extra la fluoración de los consomés condesados y deshidratados que se utilizan como sustitutos de la sal en algunas poblaciones (7).

2.3.4 Relación del flúor con el magnesio y calcio

2.3.4.1 Magnesio

El magnesio es un elemento catiónico, es decir que cuenta con carga positiva. En el cuerpo humano es el cuarto catión más abundante y el segundo en el compartimiento intracelular. El hecho de poseer carga positiva es un aspecto a considerar ya que esta característica le permite reaccionar con elementos que cuentan con carga negativa (24).

El magnesio es indispensable en diversas funciones biológicas para el cuerpo humano como lo es la obtención de energía en forma de ATP, el metabolismo óseo y dental, la función muscular, la función nerviosa, el equilibrio electrolítico, entre otros (24).

De tal modo, cualquier alteración en el balance de este micronutriente en el organismo va a repercutir de forma directa en todas las funciones en las que este se ve involucrado, por consiguiente en la salud general (25).

La cantidad de magnesio que posee un adulto en condiciones de salud ideal ronda en el intervalo de 20 a 28 g, de los cuales aproximadamente el 50% se localiza en el sistema óseo, por lo que tiene un papel relevante en el proceso de osificación y mineralización (26).

2.3.4.2 Calcio

Es un elemento con carga positiva, que se encuentra presente en el cuerpo humano, tiene gran participación en su metabolismo cumpliendo diversas funciones

que van desde la transmisión de impulsos nerviosos, difusión de sustancias por medio de las membranas, funciones hormonales, musculares hasta estructurales en el hueso (25).

El 99% del calcio en humanos se haya en huesos y dientes como parte de la HAP (hidroxiapatita) y el 1% se encuentra en el líquido extracelular (25).

El papel del calcio en los tejidos mineralizados como el hueso y los dientes es vital, ya que tiene gran protagonismo en la estructura en los cristales de hidroxiapatita. Para que se dé la absorción de calcio necesario para nuestro organismo, se debe adquirir este micronutriente de alimentos que lo posean, ya que el cuerpo no lo sintetiza.

2.3.4.3 Relación del calcio y el magnesio con el flúor

La absorción del fluoruro proveniente de compuestos solubles es rápida y casi completa, sin embargo, puede reducirse ligeramente por la presencia de otros elementos en la dieta, como el calcio, magnesio o el aluminio, minerales capaces de formar complejos con el fluoruro.

El flúor al ser un elemento gas halógeno electro negativo, es el más reactivo, por lo que en presencia de iones cargados positivamente como lo son el magnesio o el calcio, este tiende a asociarse con estos, conformando fluoruros, esta reacción química permite la reducción de la absorción de este elemento en el nivel gastrointestinal.

2.3.5 Exposición al flúor

En el ámbito de la salud bucodental, el flúor ha sido utilizado desde varias décadas atrás para la prevención de caries dental, de modo que en diversos países se ha incorporado este elemento en alimentos o en el agua potable para permitir a la mayoría de la población, el acceso a este beneficio en la problemática recurrente de la caries dental.

No obstante, con los años de estudios y los controles que se han realizado de las diversas políticas públicas de la incorporación del flúor en alimentos, se ha visto que el uso del flúor puede tener diversos efectos en la salud de las personas, ya sea de carácter benéfico o perjudicial (15).

El efecto que va tener el consumo de flúor en las personas va a depender de diversos factores como el grado de exposición al que se hayan sometido, el tiempo de exposición, la concentración del flúor, la edad, entre otras (15).

2.3.6 Dosis óptima del consumo de flúor

Es la cantidad de flúor máxima que se puede consumir para obtener el efecto beneficio deseado, sin provocar alteraciones en el organismo que vayan a perjudicar o comprometer la salud.

Algunas estancias de salud pública como la OMS, OPS, o EPA (Environmental Protection Agency) se han preocupado por regular el consumo de este micronutriente para evitar afectación en la salud general.

La EPA estableció como una cantidad máxima permisible para fluoruro en el agua potable de 4 miligramos por litro.

Un factor relevante a tomar en cuenta en la concentración de dosis óptima del flúor en el agua es la temperatura promedio de la zona de interés. Este factor puede variar significativamente la cantidad de consumo de agua de la población por lo que asociaciones de diferentes países han optado por considerar y establecer sus rangos óptimos con base en este parámetro (15).

Temperatura media y máxima del año (°C) 10 - 12 contenido límite recomendado de flúor (mg/L), límite inferior: 0,9; límite superior: 1,7 (15).

Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 - 32,6, contenido límite recomendado de flúor (mg/L), límite inferior: 0,6 límite superior: 0,8 (15).

De tal modo que entre menor sea la temperatura en la zona en estudio, mayor es el límite permisible de concentración de flúor. Por el contrario, entre mayor sea la temperatura en la zona, el límite de concentración óptima permisible es menor. Esto debido a que el consumo de agua aumenta en lugares cálidos por la deshidratación, mientras que en zonas con climas más fríos las personas tienden a consumir menos líquidos (15).

No obstante, la OMS tomando en cuenta este parámetro, da como referencia el rango óptimo de concentración de flúor en agua de 0,5 mg/L con un máximo de 1,5 mg/L

Es importante tener en cuenta que los rangos de concentración óptima de flúor pueden variar de una región a otra, esto debido a que cualquier país que implemente programas de fluoración en el agua lo realizan con base en sus necesidades poblacionales y a sus características sociodemográficas (15).

2.3.7 Dosis tóxica del consumo del flúor

Hace referencia a la concentración de flúor consumida en la que se presentan alteraciones o manifestaciones sistémicas que afectan la salud del individuo (15).

La dosis que debe ingerir una persona para presentar síntomas clínicos de intoxicación se ha calculado con una variación de 7 a 140 mg, este último valor equivale a 4 mg/kg de fluoruro de sodio (15).

La cantidad de flúor consumida por una persona que pueda ocasionarle síntomas de intoxicación sin que llegue a representar un riesgo para su vida puede variar hasta una cantidad de 140 mg, sin embargo, dependiendo del peso esta cantidad podría ser menor, de modo que es importante tenerlo presente en poblaciones infantiles o con bajo peso (15).

Por otro lado, la dosis letal es la cantidad de flúor ingerida por individuo que podría no solo causarle síntomas de intoxicación sino también su muerte, siendo menor la cantidad de flúor en niños que en adultos (15).

La dosis letal de fluoruro de sodio para un hombre adulto se estima en 5 a 10 gramos y para un niño en 500 mg (70 a 140 mg/kg) (15).

Aunque los reportes de casos de muertes por exceso en el consumo de flúor son insignificantes, es importante tener en cuenta los rangos de toxicidad del flúor, debido a los diversos medios de exposición que ciertas poblaciones puedan presentar (15).

2.3.8 Tipos de intoxicación del flúor en seres humanos

Según la naturaleza de cómo se presenta el exceso de la exposición al flúor, la intoxicación puede manifestarse de forma aguda o crónica (15).

Cada uno de estos tipos de intoxicación presenta sus cuadros clínicos que los identifican. De igual modo su vía de ingreso y la concentración de ingesta del exceso de flúor en el tiempo difieren entre ellas (15).

i) Intoxicación aguda

Se presenta cuando el exceso de la exposición del flúor se da en un periodo corto, superando la concentración máxima que la persona puede tolerar, lo que causaría efectos perjudiciales en su salud. Este tipo de intoxicación es poco frecuente ya que la dosis tóxica se encuentra muy elevada en comparación a la dosis terapéutica. Cuando se presenta suele ser por accidentes en el nivel laboral en industrias que se trabaja con este elemento o por intenciones suicidas. Los casos reportados de intoxicaciones agudas a partir de preparados medicinales o productos odontológicos no son frecuentes. Las intoxicaciones agudas son de carácter reversible en un aproximado de 24 h (15).

Signos y síntomas de la intoxicación aguda (15):

- Salivación excesiva (sialorrea).
- Náuseas.
- Dolores abdominales.

- Vómitos.
- Diarrea que puede ser sanguinolenta.
- Deshidratación.
- Irritabilidad.
- Parestesias.
- Tetania.
- Trismus.
- Convulsiones tónico clónicas.
- Hipocalcemia.
- Hipocoagulabilidad sanguínea.
- Hipotensión arterial.
- Fibrilación ventricular.

ii) Intoxicación crónica

Se presenta cuando el exceso en la exposición al flúor se da por un periodo prolongado, superando la concentración máxima de flúor que el organismo puede asimilar en su proceso de absorción normal, de modo que se altera el metabolismo y funciones básicas del cuerpo (15).

Las consecuencias de la intoxicación crónica dependen del tiempo de exposición, de la concentración de flúor presente en los alimentos y bebidas, la edad de la persona, entre otros factores (15).

Signos y síntomas de la intoxicación crónica (15):

- Fluorosis dental.
- Osteoesclerosis.
- Calcificación de tendones y ligamentos.
- Anemias.
- Caquexia: alteración del organismo, caracterizado por atrofia muscular y debilitamiento físico.

iii) Afectación según concentración de flúor

- Mayor de 1,7 mg/L en el agua: dientes moteados en el 40 a 50 % de los niños estudiados.
- De 2,5 mg/L: dientes moteados en el 80 % de los niños.
- De 4 a 10 mg/L: puede elevarse estas cifras al 100 %.

2.3.9 Métodos para determinar la concentración del flúor

Para tener un adecuado control de la exposición al flúor que presenta una población se puede realizar métodos de medición del flúor en la fuente interés, lo cual permite tener una noción más certera del riesgo en cuanto a la exposición que se presenta y de esta forma tomar las medidas pertinentes.

Existen diversas formas de separar el flúor de otras soluciones para poder medir su concentración. Estos métodos se realizan con la finalidad de obtener un mejor uso en la terapéutica o en casos de intoxicación (27).

Los métodos mayormente utilizados para analizar la concentración del flúor son la colorimétrica y la potenciométrica (27).

Otro método que se puede utilizar para la medición del flúor es la cromatografía gaseosa, no obstante, esta tiende a presentar menos popularidad ya que a pesar de presentar una alta sensibilidad y especificidad, requiere de equipo costosos y la preparación del personal capacitado para realizar la medición correctamente, por lo que su utilización es poco frecuente (27).

i) Colorimétrica

Lo que busca es permitir la reacción del flúor con compuestos que tenga una longitud de onda específica, al presentarse esta reacción se da un cambio de color en la sustancia. Se denomina colorimétrica ya que para determinar la presencia de flúor se manifiesta como un cambio de color en la solución, además entre mayor sea la concentración de flúor el color mostrará mayor saturación (27).

Se utilizan compuestos como las sales de circonio con alizarin sulfonato de sodio en solución ácida, que tiene un color rosa, cuando la sustancia a estudiar posee fluoruro la coloración rosada se va tornando amarilla. El cambio de coloración se debe a la formación del complejo hexafluorcirconato (27).

Las desventajas más relevantes de este método es la presencia de sustancia que interfieren y podrían generar sesgos en el proceso de medición de flúor. No obstante, estas pueden ser eliminadas por destilación. La presencia de metales trivalentes como Fe^{3+} y Al^{3+} reducen el valor de la concentración calculada, mientras que las sustancias que presentan hexametáfosfato de sodio ($[\text{NaPO}_3]_6$), fosfato (PO_4^{3-}), cloruro (Cl^-) y sulfato (SO_4^{2-}) mostrarían un aumento en la concentración de flúor (27).

ii) Potenciometría

Se fundamenta en el uso de un electrodo de ion específico al flúor para poder medir la concentración de este. Para este procedimiento generalmente se usa un electrodo que es un cristal de fluoruro de lantano (LaF_3) con 0,3% de europio (27).

El principio bajo el cual funciona este método se basa en que este cristal actuaría como un conductor del ion flúor; para realizar la medición en la solución a evaluar, primero se utiliza una solución de referencia que contiene NaF en el cual se coloca un alambre de plata, este alambre entra en contacto con el cable que se conecta al voltímetro, que es el aparato encargado de determinar la medida (27).

El electrodo se pone en contacto con la solución de fluoruro a evaluar, lo que provoca una asimetría en la distribución de iones de flúor, desarrollando a su vez un potencial, que es medible conectando el electrodo de fluoruro al electrodo de referencia. De tal modo que entre mayor sea el potencial que se genere, mayor es la actividad del flúor, la cual está relacionada con la concentración existente de flúor en la solución (27).

2.4 Índices para determinar la fluorosis dental.

2.4.1 Índice de Dean

Este índice fue creado en 1934 para proporcionar un sistema de clasificación estándar para describir las condiciones clínicas descritas por McKay y sus experiencias, tras completar el examen de 200 sujetos en zonas endémicas de seis estados de Estados Unidos, lo cual resultó en la escala de clasificación original (28).

Es el primer índice para la clasificación del efecto del flúor en los dientes y actualmente es el más utilizado. Relaciona la prevalencia y severidad de la enfermedad con la cantidad de flúor en el agua de consumo humano. El primer índice de Dean fue bastante arbitrario y contenía una escala de siete categorías que iban de severo a normal (28).

Este estudio fue posteriormente modificado en 1942, al unir las categorías moderado y severo en una sola. En esta nueva clasificación se tiene una escala de seis puntos y depende en gran medida del grado de afectación del esmalte. Desde 1987 es el recomendado por la Organización Mundial para la Salud para estudios epidemiológicos. En este índice se evalúan las piezas dentales anteriores y superiores, pero de todas las piezas solo se clasifican las dos más afectadas, en caso de no tener el mismo grado de afectación se clasifican según la que tenga menor valor.

El índice de Dean califica la cada pieza según su grado de afectación clínica en severo, moderado, leve, muy leve, cuestionable y normal, el estudio se hace con luz natural y superficies húmedas.

Cuadro 1. Clasificación de fluorosis dental según el Índice de Dean.

Puntuación	Criterios	Definición
0	Normal	La superficie dental translúcida es suave, brillante, de color blanco-cremoso pálido. No existe coloración blanca en los dientes.
1	Cuestionable	Se presentan pequeñas manchas o puntos blancos, principalmente en los bordes de los incisivos y cúspides.
2	Muy leve	Pequeñas áreas blancas opacas, que cubren menos del 25% de la superficie del diente.
3	Leve	Áreas blancas opacas que cubren menos del 50% de la superficie del diente.
4	Moderada	Todas las superficies del diente están afectadas, un marcado desgaste en las superficies de oclusión y manchas de color café pudieran estar presentes
5	Severa	Todas las superficies del diente están afectadas, discretos o confluentes hoyos y manchas de color café están presentes.

Fuente: Rozier, R. G. (1994). Epidemiologic Indices for Measuring the Clinical Manifestations of Dental Fluorosis: Overview and Critique. *Advances in Dental Research*, 8(1), 39– 55. <https://doi-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.1177/08959374940080010901>

Dentro de sus desventajas se tiene que:

Asume que la etiología de una lesión es la fluorosis. Las categorías no son lo suficientemente exactas o sensibles, ya que para la determinación de una categoría el diente no se seca (motivo de investigación de este estudio).

La unidad de medida es el investigador, dado que el criterio de este puede variar por factores como una población donde haya muchos casos de fluorosis o cuando la cantidad y severidad de piezas afectadas es grande.

Les da más importancia a los dientes anteriores cuando los más afectados son los posteriores, en concreto las segundas premolares y molares.

Horowitz y colaboradores determinaron que el Índice de Dean no establece diferencias en el grado de afectación entre las superficies de un mismo diente.

2.4.2 Índice de Thylstrup-Fejerskov (TF)

De acuerdo a Thylstrup and Fejerskov, su índice fue desarrollado para refinar, modificar y extender los conceptos establecidos por Dean. El principal objetivo fue desarrollar un índice más sensible para clasificar cambios en el esmalte en áreas con cuyos niveles de flúor fueran mayores a las estudiadas por Dean (28).

La base del índice del TFI es atractiva para clínicos y epidemiólogos por igual, ya que la clasificación por escalas del índice corresponde cercanamente a cambios histológicos ocurridos en la fluorosis dental y la concentración de flúor en el esmalte (28).

Este índice se basa en una escala ordinal de 10 ítems para clasificar la exposición al flúor. Aunque originalmente se propuso que las superficies vestibulares y oclusales fueran clasificadas con diferentes niveles debido a la diferencia en el grado de severidad, muchos investigadores para 1988 tomaban solo en cuenta las superficies vestibulares al usar este estudio debido a la atrición de las superficies oclusales (28).

Esta clasificación se basa en la observación de piezas dentales que tengan al menos una de sus caras erupcionadas o al menos dos tercios de la corona erupcionada. Estos autores tenían dentro de sus prioridades establecer la relación entre la exposición al flúor y todos los rangos clínicos de la patología, evaluando los diferentes grados de las fosas y desgastes que sufre el diente por su relación con grandes cantidades de exposición al flúor.

Este estudio es una continuación del Índice de Dean donde se califica la severidad de la patología de 0 a 9, eliminando la categoría de Dean de severo y la divide en cinco categorías más. El índice TF es más útil para observar variaciones en la severidad de la fluorosis. La limpieza y secado de las piezas dentales acentúa el grado de la fluorosis visible por lo que este índice aparte de eliminar la subjetividad de los criterios de Dean es más exacto en su clasificación (28).

Cuadro 2. Clasificación de fluorosis dental según el Índice de Thylstrup y Fejerskov.

Código	Características clínicas del esmalte
0	La translucidez normal del esmalte permanece después de limpiar y secar de manera prolongada la superficie con aire.
1	Líneas blancas estrechas que corresponden a los periquimatis.
2	Superficies lisas: líneas de opacidad más pronunciadas que siguen a los periquimatis. Superficies oclusales: áreas dispersas de opacidad <2 mm de diámetro y opacidad pronunciada en las crestas cúspides.
3	Superficies lisas: fusión y áreas nubladas irregulares de opacidad. Superficies oclusales: áreas confluentes de opacidad marcada. Las áreas gastadas parecen casi normales, pero generalmente circunscritas por un borde de esmalte opaco.
4	Superficies lisas: toda la superficie presenta una marcada opacidad o un color blanco tiza. Partes de la superficie expuestas al desgaste parece menos afectado. Superficies oclusales: toda la superficie presenta una marcada opacidad.
5	Superficies lisas y oclusales: toda la superficie muestra una opacidad marcada con pérdida focal del esmalte más externo (hoyos) <2 mm de diámetro.
6	Superficies lisas: las fosas se disponen regularmente en bandas horizontales <2 mm en extensión vertical. Superficies oclusales: las áreas confluentes de <3 mm de diámetro presentan pérdida de esmalte. Desgaste marcado.
7	Superficies lisas: pérdida de esmalte más externo en áreas irregulares que involucran <1/2 de toda la superficie. Superficies oclusales: cambios en la morfología causados por la fusión de fosas y un marcado desgaste.
8	Superficies lisas y oclusales: pérdida de esmalte más externo que involucra > 1/2 de la superficie.
9	Superficies lisas y oclusales: pérdida de la parte principal del esmalte con cambio en el aspecto anatómico de la superficie.

Fuente: Thylstrup and Fejerskov (13), 1978. As Reproduced in "Health Effects of Ingested Fluoride" National Academy of Sciences, 1993. pp. 171 Appendix

Desventajas

Lleva más tiempo en su uso debido a que se deben secar y limpiar las piezas para su correcta clasificación, se debe hacer con luz natural (28).

2.4.3 Índice de Horowitz (TSIF)

Este índice se desarrolló en 1984 en el Instituto Nacional de Investigación Dental de Estados Unidos, al realizar una encuesta para evaluar la prevalencia de la caries dental y la fluorosis dental en el estado de Illinois, en comunidades que tienen niveles óptimos y superiores al óptimo de concentraciones de flúor en agua potable para consumo humano (28).

Se le da una clasificación diferente a cada superficie dental ya sea un diente anterior o posterior sin restauraciones ofreciendo así tres categorías para cada diente. Sin embargo, no se deben secar las superficies antes del examen de estas. La justificación de esto es principalmente estética, los autores proponen que un diente en su estado natural está cubierto por saliva y no seco por lo tanto el examen debe hacerse en este estado (28).

Esta clasificación se basa en ocho categorías en orden nominal donde no existe la categoría de cuestionable por lo tanto una puntuación positiva se le asigna al primer signo de fluorosis. También, ofrece dos escaños para agrupar piezas con caries extensas o con restauraciones grandes donde no se puede ofrecer alguna clasificación.

Para este índice solo se toman en cuenta piezas totalmente erupcionadas, en caso donde hay más de una forma de fluorosis en una misma pieza se le asigna la calificación más alta.

Cuadro 3. Clasificación Índice de fluorosis de la superficie dentaria Horowitz (TSIF).

Grado	Definición
Grado 0	Esmalte sano.
Grado 1	Áreas opaca-blanquecina que abarcan menos 1/3 de la superficie visible del esmalte (cúspides).
Grado 2	Parches blanquecinos de fluorosis que abarcan entre 1/3 y 2/3 de la superficie del esmalte.
Grado 3	Parches blanquecinos que abarcan 2/3 de la superficie dental.
Grado 4	Esmalte que presenta aspecto precedente y coloración de amarillenta a marrón oscura.
Grado 5	Presencia de poros teñidos o que difieren del color del esmalte subyacente.
Grado 6	Poros que toman toda la superficie del esmalte.
Grado 7	Poroso en la superficie del esmalte. Puede haber pérdida de grandes áreas de esmalte con anatomía dentaria alterada. Pigmentación de color marrón oscuro.

Fuente: Horowitz, H.S., Driscoll, W.S., Meyers, R.J., "A new method for assessing the prevalence of dental fluorosis, The Tooth Surface Index of Fluorosis" JADA, 109, pág. 39,1984.

El índice de TSIF posee dos grandes ventajas por encima del índice de Dean: primero los criterios son más claros y en consecuencia la subjetividad se ve reducida. La otra ventaja se deriva de la puntuación de las superficies en lugar de dientes individuales, esto permite el análisis de las superficies labiales de los maxilares (piezas con mayor importancia estética) para relacionar estas con su edad de exposición a los factores de riesgo y efectos biológicos (28).

Otra ventaja de este estudio es que mide la sensibilidad que tiene frente a otros estudios debido a que clasifica todas las superficies.

Desventajas

Horowitz dirige más su estudio a la fluorosis moderada principalmente en América donde la exposición al flúor es moderada a baja y existen climas con temperaturas

moderadas, lo cual no es aplicable para lugares con climas tropicales o donde haya una alta exposición al flúor. Sin embargo, un rasgo bueno de este índice es que refiere detalladamente cambios de color causados por la fluorosis.

2.4.4 Índice de la UCR

Esta clasificación fue creada para un manejo simple del diagnóstico de la fluorosis debido a que tiene menos categorías (solamente tres). Evalúa la afectación de piezas en el sector anterior en su cara vestibular y en posterior solamente en su cara oclusal.

Se clasifica con base en las tres principales apariencias clínicas de la fluorosis las cuales son: las manchas blancas, manchas cafés y defectos físicos como las fosas.

Cuadro 4. Clasificación de fluorosis dental según el Índice UCR.

Grado	Descripción
0: Normal	El esmalte presenta características normales, superficie lisa y brillante.
1: Leve	El esmalte presenta manchas blancas en la superficie sin importar su extensión.
2: Moderado	El esmalte presenta manchas coloreadas (café amarillento a marrón) en la superficie sin importar su extensión.
3: Severo	El esmalte presenta lesión física (desde fositas a grandes zonas ausentes).

Fuente: Acuña, G., González, L., Bolaños, V. (2008) Fluorosis dental: Tratamiento. Odovtos, Volumen 10, pp.10-11.

Para su uso el paciente debe cepillarse las piezas dentales solamente con agua, secar estas con gasa o algodón. Se utiliza una luz LED para evaluar los dientes empezando por el cuadrante superior derecho, superior izquierdo, inferior izquierdo y de último el inferior derecho (28).

2.5 Comparación entre índices, fortalezas y debilidades

2.5.1 Comparación

El índice que posee más comparaciones es el Índice de Dean debido a que es el más antiguo, se le han objetado cosas como que tiene categorías poco claras como en el caso de la categoría indeterminado, también es poco sensible porque agrupa muchas categorías en severo.

El índice también es arbitrario porque la unidad de muestreo es el operador, lo cual es subjetivo. Sin embargo, este es el índice más utilizado en estudios de investigación (28).

El índice de Horowitz ofrece criterios diagnósticos más claros que el Índice de Dean y está enfocado a análisis estéticos; sin embargo, este tuvo poca repercusión y expansión.

El índice TFI es el más sensible de todos y está basado en cambios patológicos de la fluorosis que le dan validez biológica; sin embargo, los criterios son difíciles de aplicar en estudios de campo y son muchas las categorías, por lo que no tiene relevancia epidemiológica. Además, en el protocolo de examinación se observan las piezas dentales después de 2 minutos de secado, lo que crea una visualización no natural de las piezas.

A continuación, se exponen los resultados del artículo de Rozier, de 1994 en que se analizan seis estudios de estos índices.

Seis estudios han comparado el Índice de Dean, el TFI y el TSIF en varias combinaciones de poblaciones. Los primeros cuatro estudios comparan los resultados obtenidos con Índice de Dean y el TFI. Se encontró poca diferencia en estimaciones de prevalencia derivadas del uso de los dos índices (28).

El único estudio que encontró una diferencia que llevó a estos investigadores a sugerir modificaciones en la puntuación en ambos índices, para facilitar la comparación de resultados. Proponen que se califiquen las puntuaciones de "1" en

el TFI como normal, y la categoría "cuestionable" de Dean será considerado como fluorosis definitiva (28).

En términos de severidad, Thylstrup y Fejerskov encontraron que el TFI era capaz de identificar una diferencia en el efecto de fluoruro entre dos comunidades con alto contenido de fluoruro, mientras que el Índice de Dean no pudo hacerlo (28).

Los cuatro investigadores prefirieron el TFI sobre el Índice de Dean porque parecía ser más apropiado para estudiar los efectos biológicos de fluoruro, o porque se encontró que era más fácil de usar en el campo (28).

Índice de Dean y TSIF fueron utilizados para comparar resultados obtenidos en una población de Illinois. Se encontraron estimaciones de mayor prevalencia con el índice de TSIF, y fue más capaz de identificar importantes diferencias entre los individuos expuestos a concentraciones de flúor de 2 y 3 veces óptimas.

2.5.2 Aplicación de los Índices en la caracterización de distintas lesiones

i) Índice de Dean: se basa en la caracterización por pieza y no por superficie dental. Asume que la etiología de una lesión es la fluorosis, otro dato a destacar es que solo utiliza las piezas dentales anteriores. Se basa en la apariencia de la pieza y la extensión de la lesión. No permite medir la severidad en zonas donde la concentración de flúor es mayor 3 partes por millón (28).

ii) Índice de Thylstrup y Fejerskov: tiene una sensibilidad mayor para detallar el grado de afectación de en los estados más severos de la fluorosis, ya que hace una revisión exhaustiva del paciente en la que se limpian las superficies dentales y se secan dejando ver la patología en mayor grado. Evalúa todas las superficies dentales y todas las piezas dentales. Observa aspectos como líneas opacas, pérdida de cúspides, fositas y el tamaño en milímetros que abarcan en la pieza dental para clasificar el grado de fluorosis del paciente (28).

iii) Índice de Horowitz: divide el grado de afectación del esmalte en tercios (25% del diente, 50% del diente, etc.) para clasificarlo en una escala ordinal es usado en solo

cuando la pieza dental ha erupcionado en su totalidad, utiliza todas las superficies del diente ya que es un índice de clasificación altamente estético (28).

iv) Índice UCR: su uso se limita a la presencia o no de fluorosis no detalla ni describe una lesión. Su uso es fácil en estudios epidemiológicos por su simpleza.

2.5.3 Características para determinar los grados de severidad

i) Índice de Dean: los primeros grados se clasifican basándose en áreas pequeñas, dispersas, opacas. En los últimos grados agrupa varias características en una sola como apariencia corroída, manchas cafés, fosas, pérdida de estructura, desgastes (28).

ii) Índice de Thylstrup y Fejerskov: en los primeros grados observa el tamaño de las líneas opacas del esmalte fluorótico hasta llegar a ser en su totalidad una superficie opaca. En los grados más avanzados observa la extensión y tamaño de las fosas en el esmalte, así como la pérdida de estructura (28).

iii) Índice de Horowitz: en sus primeros grados observa áreas blancas o blanquecinas en los primeros dos tercios del esmalte hasta llegar a una coloración marrón. En sus últimos estadios observa el tamaño de los poros en el esmalte (28).

2.6 Métodos diagnósticos para la fluorosis dental

2.6.1 Protocolos de examinación:

Índice de Dean:

1. Usar un espejo bucal plano bajo condiciones de luz natural.
2. Antes del examen clínico los niños no se cepillan los dientes.
3. Observar directamente las superficies de los dientes sin secar.
4. El índice de fluorosis se basa en los dos dientes más afectados presentes en boca y cuando existe diferencia entre estos dos dientes se califica al de menor severidad.

Índice de Thylstrup-Fejerskov:

1. Los dientes estuvieron limpios de biofilme dental en su superficie vestibular.
2. Se realizó profilaxis previa con pasta profiláctica y cepillo.
3. La superficie dental se examina seca, por lo que se aplicó aire en la superficie dental durante 2 minutos o se secó con gasa.
4. Los criterios son descriptivos y están basados en la apariencia visual de cada superficie dental individual.
5. La evidencia clínica quedó registrada por medio del instrumento de medición de la fluorosis de cada uno de los pacientes que fueron examinados.
6. Se clasificó cada diente según los criterios del índice TF.

Índice de Horowitz:

- El examen clínico se llevó a cabo después del cepillado de dientes.
- Uso de luz artificial, no se secan las piezas.
- Con base en los aspectos estéticos de la superficie del diente (TSIF) clasificar a los individuos en 8 categorías.
- En este índice se da un valor para cada superficie del diente anterior no restaurado (vestibular y lingual) y tres valores de superficie de los dientes posteriores (bucal, lingual y oclusal).

Índice UCR

1. Se evalúan todas las piezas dentales.
2. Se cepillan los dientes sin crema dental para remover el biofilme dental presente.
3. Se seca con gasa para mayor remoción del biofilme dental.
4. El examen clínico se debe realizar con luz natural y con el siguiente orden:
 - Del central superior derecho hacia distal.
 - Del central superior izquierdo hacia distal.
 - Del central inferior derecho hacia distal.

- Del central inferior izquierdo hacia distal.
5. Se evalúan las superficies vestibulares en anteriores y oclusales en posterior. Y se evalúa sólo si está totalmente erupcionado. No se evalúan piezas con ortodoncia.

2.7 Diagnósticos diferenciales y tratamientos

2.7.1 Diagnóstico diferencial

Realizar un adecuado diagnóstico es la base para tener un tratamiento exitoso. Debido a que existen muchas patologías que pueden tener características clínicas similares, es vital realizar un minucioso estudio clínico anterior a realizar cualquier procedimiento y así evitar confundirlo con otra patología.

Es vital tener presente las diversas presentaciones que puede tomar la fluorosis dependiendo de su severidad, esto para poder diferenciarlos de otras condiciones o patologías. En pacientes con fluorosis leve, las lesiones dentales tienden a ser blancas y de forma difusas siguiendo las líneas de crecimiento del esmalte dental, en la mayoría de los casos se encuentran de manera generalizadas y presentan cierta simetría, no obstante, algunas piezas pueden estar más afectadas que otras, incluso entre sus contralaterales. Estas lesiones suelen confundirse con otras patologías como lo son las caries incipientes (lesiones de mancha blanca), hipoplasias del esmalte, condiciones como amelogénesis y dentinogénesis imperfecta (30).

Para poder establecer un adecuado diagnóstico, se deben observar ciertas características de las lesiones, entre ellas se pueden mencionar (30):

- *El área afectada:* la zona más común de afectación es en los bordes incisales y cúspides en las piezas posteriores, aunque también en formas de mayor severidad puede estar afectado todo el esmalte. Otras condiciones como caries incipiente cuando se encuentran de manera generalizada, suelen presentar en zonas cervicales.

- *Forma de las lesiones:* se muestran como líneas o estrías irregulares de forma horizontal, ya que siguen las líneas incrementales del esmalte cuando se dio la formación. Otras lesiones como las hipoplasias tienden a presentar formas más redondeadas y regulares.
- *Demarcación:* las lesiones fluoróticas suelen ser imperceptibles o pocos definidas, mientras otras lesiones similares asociadas a otras patologías suelen tener una presentación más marcadas, donde se diferencia como más exactitud el esmalte afectado respecto al esmalte normal.
- *Color:* las manchas por fluorosis en su forma más leve se observan de un color blanco opaco, en las cúspides de los molares las pigmentaciones tienden a dar apariencia nevada, por lo que se le han llamado *snow capping teeth*. En otras patologías las coloraciones pueden variar a un blanco amarillento, rojizo o naranja. Es importante tener en cuenta que en la fluorosis de moderada a severa por el aumento de la porosidad del esmalte se pueden presenciar manchas cafés tipo herrumbre, estas pigmentaciones se deben a pigmentos extrínsecos que son captados y se alojan en el esmalte afectado.
- *Dientes afectados:* Los dientes afectados van a depender del tiempo de formación en que se dio el exceso de consumo de flúor, los que tienden a estar más afectados son los caninos, premolares, segundos terceros molares ya que son los que calcifican más despacio. Los incisivos inferiores y dentición decidua son los menos afectados (30).

2.7.1.1 Amelogénesis imperfecta

Es un trastorno de carácter genético en el que se altera el proceso de formación del esmalte, que se puede manifestar de diversas formas ya sea que se afecte la calidad o cantidad de esmalte. Según la gravedad de afección que se haya presentado en el momento de formación, así se presentarán los defectos clínicos en la estructura dental (31).

Para el diagnóstico de esta enfermedad se deben tomar en cuenta sus características físicas al examen clínico, el examen radiográfico correspondiente y la historia familiar debido al componente genético. (31)

2.7.1.2 Hipomineralización incisivo molar

Se produce cuando se presenta alteración en la calidad del esmalte, pero el grosor se mantiene normal. La anomalía se da porque se produce una perturbación en el proceso de maduración y calcificación del esmalte. De tal modo las características del esmalte afectado se muestran con cambio de coloración de amarillo o marrón (31).

2.7.2 Tratamiento de la fluorosis dental

Los tratamientos de la fluorosis dental van dirigidos principalmente a disimular las alteraciones o las pigmentaciones presentes en el esmalte dental. Es importante comprender que la condición presente en la estructura dental no se puede eliminar como sí se logra en los procesos cariosos. Las pigmentaciones que se observan clínicamente en la fluorosis dental no son la patología en sí, sino que son solo la manifestación de la alteración que sufrieron los ameloblastos en el proceso de formación dental, y una vez alterado este proceso, la estructura del diente permanecerá del modo en que fue organizada en su formación.

Se debe tener en cuenta que los diversos tratamientos existentes deben ser utilizados con base en las necesidades del caso clínico específico, por lo tanto, es necesario realizar una adecuada anamnesis, examen clínico y diagnóstico para determinar el grado de afectación que presenta las piezas y de esa manera realizar el tratamiento clínico según el caso.

En la medida de lo posible, lo más conveniente es empezar con los procedimientos más conservadores en un inicio, según sea la complejidad que se presente.

2.7.2.1 Blanqueamiento dental

Es el tratamiento más conservador utilizado para el tratamiento de fluorosis dental, consiste en el uso de agentes blanqueantes que realizan un proceso químico de óxido reducción para aclarar las pigmentaciones de la superficie del esmalte dental. Esta técnica se puede realizar tanto en piezas vitales como no vitales (19).

Entre los productos químicos mayormente utilizados se puede mencionar el peróxido de hidrógeno o de carbamida y el perborato sódico

El blanqueamiento dental en piezas con fluorosis es utilizado para atenuar el contraste del color del diente respecto al del esmalte afectado. Es importante comprender que no es utilizado para obtener tonalidades más claras en los dientes como en otros pacientes (32).

En personas con fluorosis leve, se puede utilizar como única terapéutica, cuando los casos presentan machas blancas fluoróticas, el objetivo será tener un efecto blanqueador en el resto del esmalte que tiene otra coloración, para que las lesiones puedan camuflarse o pasar un poco más desapercibidas. Mientras que en pacientes que tienen pigmentaciones extrínsecas, la idea sería tener un efector blanqueador en esas pigmentaciones para que puedan disimular con el resto del diente.

Por otro lado, en presencia de casos moderados, cuando además de tener pigmentaciones extrínsecas, tiene defectos de esmalte como presencia de poros o fosas, lo mejor sería combinar esta técnica con otras, para obtener un mejor resultado.

2.7.2.2 Micro abrasión

Es un procedimiento que implica la combinación de un agente erosivo y un agente abrasivo, con la finalidad de remover la capa sub superficial de esmalte prismático lo que permitiría remover o disimular las pigmentaciones presentes, para logra una mejor estética

Al momento optar por la micro abrasión como tratamiento de elección, se debe tener en cuenta el tipo y la severidad de lesión presente en la superficie dental, la profundidad de la lesión puede ser un factor limitante para lograr un resultado satisfactorio con este tratamiento (30).

En general, se especifica que profundidades menores a 0,2 mm se encuentran dentro del rango óptimo de aplicación de la microabrasión; defectos mayores requerirán otras alternativas terapéuticas restauradoras (33).

La remoción del esmalte generado por la micro abrasión, abarca el espesor 50 - 150 micras, por lo que se considera un tratamiento conservador, si se compara con tratamientos restauradores que requiere cierta preparación cavitaria como lo son las resinas directas, o las restauraciones indirectas (32).

La micro abrasión se aplica en defectos físicos del esmalte pequeños, como lo son porosidades pigmentadas, con el fin de encubrir las pigmentaciones y lograr una superficie dental más pulida y lisa. (30)

Una de las más utilizadas para realizar la micro abrasión es la técnica de Croll modificada, la cual consiste en utilizar ácido clorhídrico al 18% como agente erosivo, piedra pómez como agente abrasivo. Estas dos sustancias se mezclan hasta formar una pasta que es aplicada en los dientes afectado con instrumental rotatorio de baja velocidad y una copa pulidora (33).

Otras técnicas de micro abrasión prescinden del uso de instrumental rotatorio, y utilizan una torunda de algodón que frotan por 5 minutos con la mezcla de ácido clorhídrico y piedra pómez en las piezas afectadas. Posteriormente aplican hipoclorito de sodio al 5% en la zona tratada para disimular las pigmentaciones, lavan con agua y utilizan agentes tópicos de flúor (33).

Respecto a los materiales que se han utilizado para este procedimiento, es importante mencionar que se ha propuesto la utilización de diversas sustancias como agentes erosivos como lo son el ácido fosfórico, el ácido clorhídrico, muriático,

el peróxido de hidrógeno en diversas concentraciones que van desde el 6% hasta el 37%. De igual forma para el agente abrasivo se han utilizado diversos materiales como polvo de carburo de silicio y piedra pómez (33).

Entre los productos comerciales vendidos están el *Opalustre*[™] de la casa comercial Ultradent, compuesto por ácido clorhídrico al 6% y sílice y Micropol compuesto de ácido clorhídrico al 6,6% y carburo de silicio.

La micro abrasión se puede realizar en combinación con otras técnicas como lo es la confección de resinas, blanqueamientos dentales y macroabrasión.

2.7.2.3 Macro abrasión

Este procedimiento es realizado cuando la afectación por la fluorosis ha generado defectos físicos en el esmalte como fosas o existe pérdida de la continuidad de la estructura del esmalte (30).

Consiste en realizar una ameloplastía superficial en la que se provoca una remoción mecánica del esmalte afectado con instrumental rotatorio como brocas de diamante o discos Sof-Lex[™] de la marca 3M con el fin de regularizar la superficie del esmalte.

Esta técnica es más agresiva que la micro abrasión, por lo que se usa cuando los defectos físicos tienen un tamaño superior. Este tratamiento puede ser utilizado en combinación con microabrasión o blanqueamiento dental en caso de ser necesario (32).

Al finalizar la macro abrasión, ya sea solo en combinación con otros tratamientos se debe tomar en consideración que se requiere aplicar una resina fluida o adhesivo para sellar la superficie dental, y así evitar la captación de pigmentos externos que puedan alterar el color la pieza dental (30).

2.7.2.4 Restauraciones en resinas directas

Las restauraciones en resina directa, son un poco más agresivas ya que requieren una preparación cavitaria y mayor remoción de tejido dental, por lo que estaría indicado en casos en los cuales la severidad de la fluorosis es mayor, y se presentan defectos físicos de esmalte de tamaño importante o se ha perdido continuidad en la estructura de esta.

La preparación a realizar es atípica con ángulos redondeados, en la que se debe tratar de conservar el tejido dental, pero sin implicar el éxito de la restauración, por lo tanto, si el tejido dental afectado se presenta en un margen de la restauración este debe ser removido, con el fin de que el tejido dental que este en contacto con los márgenes de la restauración sea de mejor calidad y tenga adecuadas propiedades biomecánicas. De igual forma en las zonas de contacto oclusal se debe procurar una separación de al menos 2 mm, entre el margen de la restauración y el punto de contacto (30).

2.7.2.5 Prótesis fija

Los procedimientos restaurativos como carillas, coronas que requiere la elaboración de una preparación específica, y mayor remoción de tejido dental, son la opción terapéutica más agresiva (30).

Antes de optar por esta alternativa se trata de utilizar la más conservadora, para evitar remover excesiva cantidad de tejido dental, ya que esto aceleraría el proceso de destrucción dental. Además, el esmalte y la dentina fluorótica por sus características estructurales distintas, pueden sufrir no solo de fallas adhesivas sino además cohesivas, que culminarían con la falla restauradora.

Sin embargo, si se opta por utilizar estas alternativas como plan de tratamiento porque el caso en estudio lo amerita, se debe tener en cuenta que la preparación a ejecutar será diferente. La línea de terminación debe ser biselada, con los bordes redondeados, con esto la idea es evitar formar márgenes con ángulos marcados,

que puedan ser susceptibles al impacto de las fuerzas que se generan en el proceso de masticación, ya que en estas piezas afectadas por la fluorosis se pueden producir desajustes por fracturas en los márgenes de la restauración (30).

Por otra parte, al realizar el protocolo de adhesión se debe tener en cuenta que el esmalte o dentina fluorótica presentan mayor resistencia al ácido, por lo que se deberían realizar modificaciones como aumentar el tiempo de grabado ácido.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Estudio

Por las características que presenta la investigación se considera que es de tipo aplicada ya que busca encontrar estrategias para el logro de un objetivo general que en este caso es mejorar el diagnóstico de la fluorosis dental, además de conocer la prevalencia y severidad en una comunidad específica. También es de tipo descriptivo debido a que recolecta, analiza y describe una serie de datos relacionados a un tema específico.

La investigación presenta dos enfoques: un enfoque cuantitativo que corresponde a la medición de la prevalencia y la severidad de la condición estudiada; y un enfoque cualitativo correspondiente al análisis de las lesiones fluoróticas observadas utilizando la combinación de las diferentes herramientas diagnósticas.

3.2 Área de Estudio

Se delimita a los estudiantes de sexto grado de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez en Tierra Blanca de Cartago.

3.3 Unidad de Análisis

Los sujetos de estudio de la presente investigación son los estudiantes de 11 a 13 años de sexto grado matriculados en la Escuela Manuel de Jesús Jiménez de Tierra Blanca de Cartago durante el año 2019.

3.4 Muestra

La muestra fue escogida a conveniencia y se trabajó con todos los sujetos que entregaron tanto el consentimiento informado firmado por los encargados (ya que los participantes son menores de edad) como los asentimientos informados que cada participante entregó y aceptó colaborar con el estudio.

Por lo tanto, se trabajó con una muestra total de 43 sujetos.

3.5 Criterios de inclusión y exclusión en la elección de los sujetos

Criterios de inclusión:

- Escolares de 6to año de primaria de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez. Se tomó este punto de referencia, pensando que la mayoría de la población escolar va estar comprendida entre las edades en estudio de 12 años.
- Selección de sujetos aleatoriamente cuenten o no con condición de fluorosis.
- Menores de ambos sexos, inscritos en la escuela seleccionada, con dientes permanentes erupcionados.
- Escolares con piezas dentales que tengan superficies completamente evaluables.
- Que su madre/tutor firmara la carta de consentimiento informado y que hayan dado el asentimiento.

Criterios de exclusión:

- Menores cuyos padres/encargados no firmen el consentimiento informado y no se cuente con el asentimiento de los menores.
- Pacientes con ortodoncia fija.
- Dientes presencia de restauraciones en sus caras vestibulares.
- Escolares con piezas dentales que tengan superficies que no se vean y no sean completamente evaluables.
- Escolares con piezas dentales no erupcionadas completamente.

Se trabaja con escolares de 12 años ya que en dicha edad están presentes en casi la mayoría de los casos las 6 piezas dentales anteriores, es importante porque, por ejemplo, Dean en su índice considera las piezas dentales anteriores.

3.6 Fuentes de Información primarias y secundarias

La información fue extraída de fuentes primarias, a través de los exámenes clínicos aplicados a los participantes en la investigación utilizando los índices para la determinación de la fluorosis dental UCR y TSIF, dicha información fue recolectada en una plantilla diseñada para tal fin. Además, se consultaron fuentes secundarias para realizar la investigación como referencias bibliográficas: libros, artículos científicos, búsqueda en las redes, entre otros.

3.7 Variables

En la fase cuantitativa de la investigación la variable independiente es la prevalencia de la fluorosis dental, ya que si la condición está presente determina la severidad que vendría ser la variable dependiente.

En la fase cualitativa la variable principal fue el efecto de la humedad a la hora de identificar las lesiones fluoróticas en las piezas dentales. La otra variable fue la utilización de la luz a la hora de realizar la identificación de las lesiones con o sin humedad presente.

Todas estas variables fueron medidas por medio de un examen clínico utilizando los índices para la determinación de la fluorosis dental.

3.8 Selección de técnicas e instrumentos

Para la recopilación de la información se aplicó un examen clínico general para la identificación de la fluorosis dental, utilizando los índices UCR y TSIF para a determinación de la condición. Los datos se fueron registrando en una plantilla diseñada para tal fin, donde se incluía un código para cada participante (no el nombre para mantener el anonimato), sexo, edad y procedencia y cuadros que representaban cada pieza dental donde se colocaba el número de la evaluación de condición según el índice utilizado. A cada participante se le aplicaban los dos índices, cada uno por un examinador diferente.

Una vez identificadas las lesiones fluoróticas se procedía a analizar cualitativamente la condición bajo las diferentes herramientas diagnósticas: humedad y luz. Los datos eran descritos en la misma plantilla de trabajo en la parte de observaciones. Para apoyar la observación de campo se realizaron fotografías de las piezas afectadas bajo las diferentes condiciones de humedad y luz.

3.9 Procedimientos para el análisis de la información

Para el análisis de los datos en la fase cuantitativa se aplicaron técnicas estadísticas como distribución de frecuencia, cruce de variables, comparación de medidas con base en el análisis de variancia. El nivel mínimo de confianza para las comparaciones fue del 95%. Para el procesamiento estadístico se de los datos se elaboró una base de datos en Excel.

Con relación a la fase cualitativa se los datos se analizaron en tres momentos, en primera instancia se obtuvieron del examen clínico en donde se hizo una descripción de cada lesión fluorótica según las circunstancias observadas bajo las diferentes condiciones diagnósticas: humedad y luz (fase de descubrimiento). Una vez obtenida toda la información se dividió en tres categorías de análisis correspondientes a los tres tipos de lesiones fluoróticas más típicas: categoría 1 manchas blancas, categoría 2 manchas pigmentadas y categoría 3 lesiones físicas en la estructura dental, esto independientemente a los índices que se utilizaron para identificar las lesiones (fase de codificación). Finalmente, establecidas las categorías y la información sintetizada en cada una de ellas se procedieron a interpretarla según los criterios que facilitarán la identificación y descripción de las lesiones con base en la combinación de las herramientas diagnósticas humedad y luz.

3.10 Fases de la investigación

3.10.1 Fase I: Capacitación teórica

En esta fase se realizó un periodo de capacitación teórica, por medio de seis seminarios de investigación impartidos por los integrantes del grupo y dirigido por los instructores a cargo.

Los temas tratados en los seminarios, abarcaban los conceptos generales de la fluorosis dental, entre ellos cabe destacar la historia, el diagnóstico, la etiología, los principales índices de medición de la fluorosis dental, las fuentes naturales y artificiales de flúor, el tratamiento de fluorosis dental, los métodos de fluoración, los factores de riesgo, la prevalencia, entre otros. Estos temas fueron analizados para lograr una mayor comprensión de esta condición y sus implicaciones en el contexto de las personas afectadas.

El abordaje de los temas se realizó mediante una extensa revisión bibliográfica, se trató de seleccionar artículos científicos recientes, los cuales eran discutidos en el seminario por medio de presentaciones donde se exponían los datos más relevantes para enriquecer el conocimiento de los participantes.

Con base en estas revisiones bibliográficas y a los proyectos realizados anteriormente en Cot de Cartago, se eligió como participante la Escuela Manuel de Jesús Jiménez en Tierra Blanca de Cartago, debido a que es una de las tres poblaciones más afectadas en Cartago (Cot, Llano Grande y Tierra Blanca) y a la que menos visitas se le han hecho en comparación con las otras dos aparte que es la población con mayor cercanía al volcán Irazú y la que se encuentra a más altura.

3.10.2 Fase II: calibración teórica

El objetivo de esta fase fue reconocer y diferenciar los diferentes estadios de la fluorosis dental utilizando, apoyo visual por medio de imágenes de casos presentados en artículos científicos a cargo de una revisión bibliográfica de los integrantes y además casos tratados en la Facultad de Odontología de la

Universidad de Costa Rica en años anteriores. Así mismo, se vio cómo diferenciar la condición de fluorosis dental de otras patologías que presentan coloraciones blancas y cafés en las piezas dentales como lo son las hipoplasias, el síndrome HIM (hipomineralización incisivo molar), amelogénesis imperfecta, manchas extrínsecas, entre otras.

Conforme se iban abordando los casos se discutió el mejor tratamiento para cada uno con base a su severidad, edad del paciente y cantidad de piezas afectadas. Esto se realizó principalmente porque se quería unificar criterios a la hora de hacer la visita de campo en su parte diagnóstica y su posible tratamiento.

Aparte de los temas ya tratados, a los integrantes del grupo se les instruyó en cómo continuar los casos ya abordados en el año anterior y cómo se procedería con los nuevos.

Para realizar la calibración visual de las lesiones fluoróticas en las piezas dentales, se utilizaron el Índice de UCR y el Índice de Horowitz (TSIF), se examinaron diversas imágenes en los casos presentados, para los cuales los integrantes presentes exponían su criterio de manera individual, luego se analizaron las respuestas con base al criterio de instructor a cargo, para unificar el diagnóstico.

3.10.3 Fase III: levantamientos de datos

Esta etapa consistió en la recolección de datos en la Escuela Manuel de Jesús Jiménez en Tierra Blanca de Cartago, utilizando como muestra la población de los estudiantes de sexto grado, que se encontraban en el rango de edad entre 11 y 13 años, para dicha muestra se solicitó a la escuela el listado de alumnos de sexto año divididos por sección, con la ayuda de la MSc. Jacqueline Castillo se procedió a seleccionar la muestra, eligiendo a los estudiantes con la edad mencionada anteriormente ya cumplida.

Posteriormente se les hizo entrega a los estudiantes el consentimiento y asentimiento informado para que se los presentarán a sus encargados y que éstos dieran su autorización.

Las piezas dentales fueron examinadas aplicando los índices TSIF y UCR por consiguiente, se aplicaron los protocolos de examinación de dichos índices, los cuales fueron descritos en el apartado 2.6.1 (página 49), cada paciente fue examinado por dos integrantes del proyecto, de modo que un integrante realizaba el índice de UCR y otro el índice de TSIF. Posteriormente se corroboró la coincidencia del criterio diagnóstico entre los índices de ambos operadores.

Para la ejecución de las revisiones dentales, se estableció un campo de trabajo en un aula asignada por el personal administrativo de la institución. El aula asignada cumplía con las características de contar con ventanas que permitiera la entrada de luz natural, con acceso a una pila y dos mesas.

Se pasó a los estudiantes de la escuela que contaban con el consentimiento informado firmado previamente por los padres, en grupos de cuatro o tres estudiantes y se les pedía llenar los asentimientos informados, si éstos aceptaban ser parte del proyecto se les daba un cepillo dental para que se cepillaban los dientes solamente con agua. En la siguiente etapa se sentaba al menor y el operador empezaba la revisión bucal con un bajalenguas y un foco de luz LED, el foco contaba con una intensidad lumínica de 5 Watts (25 Lúmenes)

El observador debía revisar las lesiones en la superficie vestibular de piezas anteriores y en superficie oclusal en piezas posteriores en el Índice de UCR y en el Índice de Horowitz se evaluaban la superficie vestibular y palatina o lingual de las anteriores, mientras que las piezas posteriores se evaluaba las superficies vestibular, oclusal y palatina/lingual. Si se encontraba una lesión fluorótica de relevancia esta se describía detalladamente bajo los parámetros de evaluación con humedad y luz, se realizaban fotografías y se le tomaba el contacto del niño para evaluar un posible tratamiento.

Las fotografías se realizaban bajo cuatro formatos: con luz natural y la superficie húmeda, con luz LED y la superficie húmeda, con luz LED y la superficie seca, con luz natural y superficie seca. Para secar las piezas el procedimiento utilizado fue el

de secar el diente con una gasa y posteriormente tomar la fotografía bajo los dos formatos de luz.

El registro de datos se realizó en una plantilla, en la cual se anotaban en una cara los datos del Índice UCR, y en la otra los del Índice TSIF, se anotaron características relevantes para el estudio como el lugar de procedencia, edad, sexo, escuela, y el nombre del operador que efectuaba la revisión, además de las descripciones detalladas de las lesiones fluoróticas encontradas bajo los diferentes parámetros de análisis clínico: humedad y luz.

Para organizar los datos, luego se trasladó la información obtenida a través de los instrumentos a una tabla en la plataforma de Excel. Esta plataforma constaba de dos cuadros, en el que fueron utilizados para todos los pacientes evaluados; en cuadro se registraron los datos de obtenidos según el Índice de Horowitz y en otro según el Índice de la UCR. En ambos cuadros se consideraron como datos importantes el código del participante, la edad, el lugar de procedencia, el sexo, la escuela a la que asiste y por supuesto los valores asignados según el índice correspondiente por pieza y superficie. Posteriormente los datos fueron entregados a la máster en estadística para que realizara un informe de los datos obtenidos.

3.11 Limitaciones

Entre las limitaciones de la investigación se pueden mencionar falta de colaboración de algunos padres o encargados que no permitieron que los niños participaran en la investigación, o de algunos estudiantes que a la hora de la revisión se negaron a participar. Por ser una comunidad alejada, el acceso a entregar y recoger la documentación fue en algunos momentos complicado, debido a que se hacía el viaje programado, pero se encontraron obstáculos como que los niños no llevaron los documentos o que un grupo no llegó a lecciones por incapacidad del docente.

Por otro lado, con respecto a la documentación fotográfica, en algunas fotografías no se apreciaba la diferencia con los distintos métodos diagnósticos utilizados, en comparación a como se observaban al realizar la inspección visual.

CAPÍTULO IV
DESARROLLO

4.1 Resultados

4.1.1 Características generales de los entrevistados.

Para este estudio se contó con la colaboración de 43 estudiantes entre 11 y 13 años, que cursaban el sexto grado de primaria en la Escuela Manuel de Jesús Jiménez ubicada en el cantón de Tierra Blanca de Cartago a quienes se les hizo una revisión del grado de fluorosis de las superficies vestibulares, palatinas y oclusales de todos los dientes presentes excepto para aquellos que presentaban caries, amalgamas o con tratamiento ortodóntico. En el estudio participaron todos los estudiantes cuyos padres llenaron el consentimiento informado. Las comparaciones se realizarán con al menos un 95% de confianza.

Se seleccionaron todos los niños que cursaban el sexto grado en dicha escuela, de los cuales el 19 son hombres y 24 mujeres. El 100% de los estudiantes reportaron proceder de los distritos y barrios cercanos a la escuela bajo estudio.

Tabla 1. Distribución de estudiantes según sexo por edad. Escuela Manuel de Jesús Jiménez. 2019.

Escuela	Edad			Total
	11	12	13	
Sexo				
Total	3	35	5	43
Hombre	1	14	4	19
Mujer	2	21	1	24

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

4.1.2 Análisis de resultados según índice TSIF

Tabla 2. Prevalencia de fluorosis por edad y sexo, según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Escuela	Edad		Total
	11	12 y más	
Sexo			
Total	66,7	95,0	93,0
Hombre	0,0	100,0	94,7
Mujer	100,0	90,9	91,7

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

El índice de prevalencia de fluorosis dental por niño en el año 2019 fue del 93,0%, sin que se presentara diferencia estadísticamente significativa en la prevalencia de fluorosis dental por sexo ($p = 0,698$), la prevalencia de fluorosis fue mayor en hombres con respecto a las mujeres.

El 95, 2% de las piezas dentales presentan algún grado de fluorosis dental, lo que significa que en promedio se encuentran 17 piezas dentales con fluorosis por cada niño; sin que se encontrara diferencia estadísticamente significativa en el promedio por sexo ($p=0,452$).

Tabla 3. Promedio, número y desviación estándar de piezas con fluorosis y sin fluorosis según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

	Estado de la pieza							
	Con fluorosis				Sin fluorosis			
	Media	N	Desviación estándar	Suma	Media	N	Desviación estándar	Suma
Total	17,1	43	8,35	736	5,0	43	6,9	214

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

Tabla 4. Número y porcentaje de piezas sanas y con fluorosis según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Piezas	Sanas	Con fluorosis
Número de piezas	214	736
Porcentaje	22,5	77,5

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

La mayoría de las piezas estudiadas presentaron fluorosis dental. Las piezas con mayor prevalencia de fluorosis fueron las segundas molares, seguidas de las segundas premolares, siendo mayor la prevalencia en los cuadrantes superiores.

Las piezas que presentaron un menor nivel de prevalencia fueron las piezas centrales, laterales y los caninos dado que estos últimos tienen menor tiempo de mineralización, y por tanto tienen un menor periodo de exposición al flúor por vía sistémica.

Tabla 5. Promedio de superficies según estado de pieza según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

	Estado de la pieza							
	Con fluorosis				Sin fluorosis			
	Media	N	Desviación estándar	Suma	Media	N	Desviación estándar	Suma
Total	41,8	43	22,3	1799	17,3	43	19,7	744

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

El promedio de superficies con fluorosis encontrado por niño fue de 41,8 esto significa que en promedio el 70,8% de las superficies dentales presentan algún grado de fluorosis dental; encontrándose diferencia estadísticamente significativa por sexo en el promedio de superficies con fluorosis ($p=0,808$).

Tabla 6. Distribución de calificación de superficies con fluorosis según grado de severidad según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Grado de severidad	Número	Porcentaje
Total	2543	100,0
0	744	29,3
1	946	37,2
2	376	14,8
3	233	9,2
4	36	1,4
5	114	4,5
6	88	3,5
7	6	0,2

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

El valor modal de fluorosis según el Índice de Horowitz, en las superficies dentales fue el grado 1, seguido del grado 2. Las superficies sanas representaron un 29.3%. Se presentaron 477 superficies con valores mayores o iguales a 3 los cuales pueden catalogarse como grados severos de fluorosis.

Tabla 7. Número y porcentaje de piezas dentales según estado por tipo de pieza según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019

Pieza	Estado				Total	
	Sanas		Con Fluorosis			
	Número	%	Número	%	Número	%
Total	214	22,5	736	77,5	950	100,0
P11	13	31,7	28	68,3	41	100,0
P12	11	63,5	31	73,8	42	100,0
P13	5	64,1	25	83,3	30	100,0
P14	4	55,1	34	89,5	38	100,0
P15	3	47,6	29	90,6	32	100,0
P16	5	59,4	29	85,3	34	100,0
P17	3	70,8	18	85,7	21	100,0
P21	10	67,3	30	75,0	40	100,0
P22	10	65,4	32	76,2	42	100,0
P23	3	56,8	28	90,3	31	100,0
P24	2	54,0	37	94,9	39	100,0
P25	3	47,7	28	90,3	31	100,0
P26	5	66,7	27	84,4	32	100,0
P27	3	84,0	20	87,0	23	100,0
P31	18	88,2	24	57,1	42	100,0
P32	18	86,0	24	57,1	42	100,0
P33	11	80,4	24	68,6	35	100,0
P34	8	63,0	28	77,8	36	100,0
P35	4	64,1	28	87,5	32	100,0
P36	7	65,5	18	72,0	25	100,0
P37	4	50,0	20	83,3	24	100,0
P41	18	88,5	24	57,1	42	100,0
P42	17	88,5	25	59,5	42	100,0
P43	10	78,3	26	72,2	36	100,0
P44	5	60,0	32	86,5	37	100,0
P45	5	53,8	28	84,8	33	100,0
P46	5	72,0	22	81,5	27	100,0
P47	4	51,9	17	81,0	21	100,0

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

El 90% de los segundos premolares superiores exhibieron fluorosis, en tanto que solo el 57% de los centrales inferiores se encuentran afectados.

Tabla 8. Total, número y porcentaje de superficies con fluorosis según pieza dental y tipo de superficie según Índice TSIF. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Pieza	Tipo de superficie											
	Oclusal			Vestibular			Palatinas			Total		
	%	Total	Con fluorosis	%	Total	Con Fluorosis	Total	Con fluorosis	%	Total	Con fluorosis	
Total	27,3	497	371	63,3	1036	656	63,3	1036	656	70,8	2546	1802
P11				68,3	41	28	48,8	43	21	58,3	84	49
P12				73,8	42	31	53,5	43	23	63,5	85	54
P13				83,3	30	25	64,5	31	20	73,8	61	45
P14	74,4	39	29	87,5	40	35	75,6	41	31	79,2	120	95
P15	84,8	33	28	90,6	32	29	84,8	33	28	86,7	98	85
P16	65,7	35	23	87,8	41	36	75,6	41	31	76,9	117	90
P17	76,2	21	16	81,8	22	18	77,3	22	17	78,5	65	51
P21				75,0	40	30	55,8	43	24	65,1	83	54
P22				76,2	42	32	58,1	43	25	67,1	85	57
P23				87,1	31	27	67,7	31	21	77,4	62	48
P24	75,0	40	30	95,0	40	38	82,9	41	34	84,3	121	102
P25	83,9	31	26	90,3	31	28	77,4	31	24	83,9	93	78
P26	72,7	33	24	85,7	42	36	80,5	41	33	80,2	116	93
P27	82,6	23	19	85,2	27	23	74,1	27	20	80,5	77	62
P31				57,1	42	24	46,5	43	20	51,8	85	44
P32				57,1	42	24	41,9	43	18	49,4	85	42
P33				68,6	35	24	58,3	36	21	63,4	71	45
P34	70,3	37	26	73,0	37	27	57,9	38	22	67,0	112	75
P35	87,5	32	28	76,5	34	26	64,7	34	22	76,0	100	76
P36	53,8	26	14	74,4	39	29	61,0	41	25	64,2	106	68
P37	75,0	24	18	73,1	26	19	61,5	26	16	69,7	76	53
P41				57,1	42	24	51,2	43	22	54,1	85	46
P42				57,1	42	24	53,5	43	23	55,3	85	47
P43				72,2	36	26	67,6	37	25	69,9	73	51
P44	62,5	24	15	84,2	38	32	66,7	39	26	72,3	101	73
P45	81,6	38	31	82,4	34	28	67,6	34	23	77,4	106	82
P46	66,7	33	22	77,5	40	31	59,5	42	25	67,8	115	78
P47	78,6	28	22	84,0	25	21	61,5	26	16	74,7	79	59

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

Se encontró que la superficie que está más afectada por la fluorosis dental es la superficie vestibular o labial en el caso de las inferiores, seguida por la superficie palatina y por último la oclusal en el caso de las piezas superiores

Las piezas posteriores se encuentran más afectadas que las anteriores, siendo las más dañadas las segundas premolares de los cuadrantes superiores.

Las piezas que presentaron menor afectación de fluorosis dental fueron los centrales. Los centrales de los cuadrantes inferiores presentaron menos prevalencia de fluorosis con respecto a los superiores.

4.1.3 Análisis de resultados según índice UCR

Tabla 9. Promedio, número y desviación estándar de piezas según sexo por estado Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Sexo	Estado de la pieza							
	Con fluorosis				Sin fluorosis			
	Media	N	Desviación estándar	Suma	Media	N	Desviación estándar	Suma
Hombre	15,3	19	9,4	291	7,5	19	8,1	143
Mujer	16,2	24	8,1	389	5,8	24	7,7	139
Total	15,8	43	8,7	680	6,6	43	7,9	282

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

El índice de prevalencia de fluorosis dental por niño en la escuela en el año 2019 fue del 93,0%, sin que se presentara diferencia estadísticamente significativa por sexo ($p=0,695$) ni edad ($p=0,469$).

El 70,8% de las piezas dentales presentan algún grado de fluorosis dental, lo que significa que en promedio se encuentran 15,8 piezas dentales con fluorosis por cada niño; sin encontrar diferencia estadísticamente significativa en el promedio por edad ($p=0,469$), ni por sexo ($p=0,611$).

Tabla 10. Prevalencia de fluorosis según Índice UCR. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Piezas	Sanas	Con fluorosis
Número de pieza	282	680
Porcentaje	29,9	70,1

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

Según el Índice de la UCR la prevalencia de fluorosis dental en los niños fue de 70%.

Tabla 11. Número y porcentaje de piezas dentales por estado según Índice UCR por tipo de pieza. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Pieza	Estado				Total	
	Sanas		Con Fluorosis		Número	%
	Número	%	Número	%		
Total	282	29,3	680	70,7	962	100,0
P11	12	29,3	29	70,7	41	100,0
P12	11	26,2	31	73,8	42	100,0
P13	6	19,4	25	80,6	31	100,0
P14	10	25,6	29	74,4	39	100,0
P15	5	15,2	28	84,8	33	100,0
P16	13	37,1	22	62,9	35	100,0
P17	6	28,6	15	71,4	21	100,0
P21	11	27,5	29	72,5	40	100,0
P22	10	23,8	32	76,2	42	100,0
P23	5	15,6	27	84,4	32	100,0
P24	10	25,0	30	75,0	40	100,0
P25	6	19,4	25	80,6	31	100,0
P26	9	27,3	24	72,7	33	100,0
P27	3	13,0	20	87,0	23	100,0
P31	18	42,9	24	57,1	42	100,0
P32	18	42,9	24	57,1	42	100,0
P33	11	31,4	24	68,6	35	100,0
P34	11	29,7	26	70,3	37	100,0
P35	6	18,8	26	81,3	32	100,0
P36	12	46,2	14	53,8	26	100,0
P37	8	33,3	16	66,7	24	100,0
P41	18	42,9	24	57,1	42	100,0
P42	18	42,9	24	57,1	42	100,0
P43	10	27,8	26	72,2	36	100,0
P44	10	26,3	28	73,7	38	100,0
P45	8	24,2	25	75,8	33	100,0
P46	11	39,3	17	60,7	28	100,0
P47	6	27,3	16	72,7	22	100,0

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

Las piezas con mayor prevalencia de fluorosis fueron las segundas molares, seguidas de las segundas premolares, siendo mayor la prevalencia en los cuadrantes superiores.

Las piezas que presentaron un menor nivel de prevalencia fueron las piezas centrales, laterales y los caninos dado que estos últimos tienen menor tiempo de mineralización, y por tanto tienen un menor periodo de exposición al flúor por vía sistémica.

Tabla 12. Piezas con fluorosis según grado de severidad de acuerdo al Índice UCR. Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.

Grado de severidad	Número	Porcentaje
Total	962	100,0
0	282	29,3
1	549	57,1
2	22	2,3
3	109	11,3
4	0	0,0

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

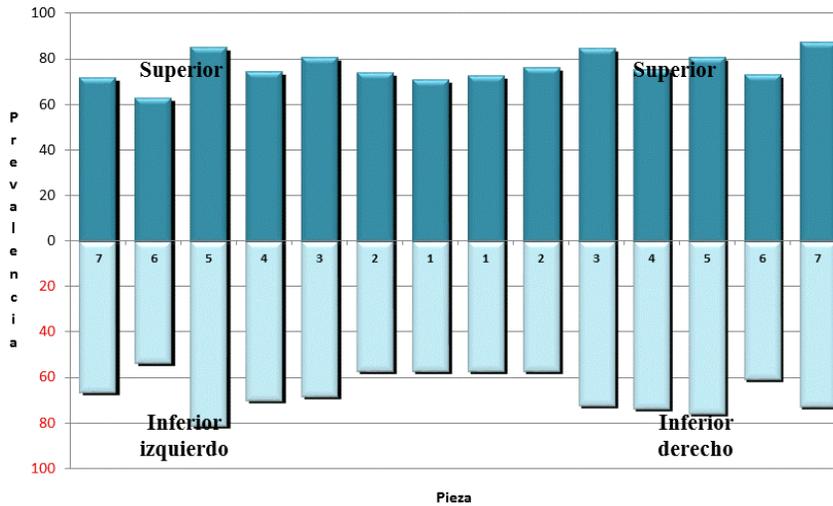
El valor modal de fluorosis según el Índice de UCR, en las superficies dentales fue el grado 1, seguido del grado 0. Se presentaron 131 piezas con valores mayores o iguales a 2.

4.1.4 Comparación entre el Índice UCR e Índice TSIF

Se encontró un 100% de concordancia de diagnóstico por pieza entre el Índice de UCR y Horowitz; además del 100% de concordancia entre los valores altos de ambos índices.

En los gráficos se representa una cavidad bucodental con los cuadrantes superiores e inferiores. En cada columna se muestra la pieza dental en la posición que ocupa en la boca y el porcentaje correspondiente a esa pieza con algún grado de fluorosis dental. El gráfico se representa en esta forma para facilitar la visión general del grado de afectación distribuido en la cavidad bucal según la pieza dental.

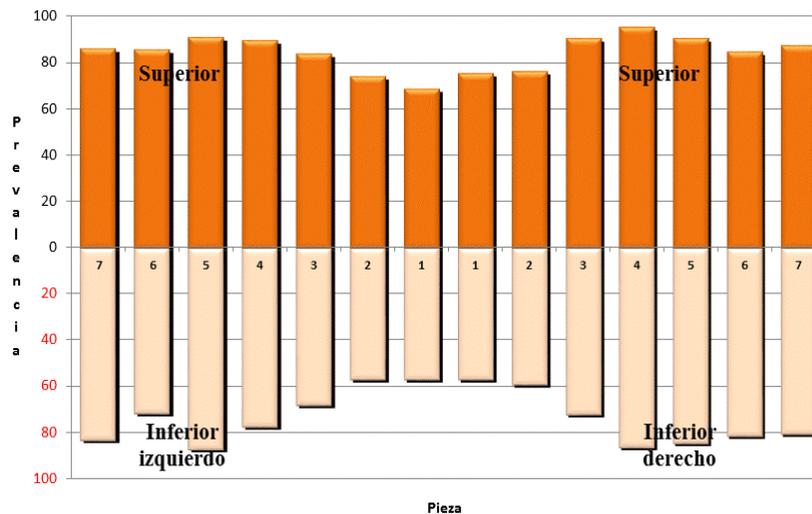
Gráfico 1. Prevalencia de fluorosis dental según pieza (Índice UCR). Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

Según el Índice TSIF, las piezas posteriores presentaron mayor prevalencia de fluorosis dental, siendo los segundos premolares las que se mostraron más afectadas, las piezas anteriores presentaron menor prevalencia siendo los centrales las piezas más afectada. Las piezas superiores presentaron mayor prevalencia respecto a las inferiores

Gráfico 2. Prevalencia de fluorosis dental según pieza (Índice TSIF). Escuela Manuel de Jesús Jiménez, Tierra Blanca de Cartago. 2019.



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo de trabajo

Al concordar al 100% con el Índice TSIF, con el índice de UCR se observa igualmente que las piezas que presentaron mayor prevalencia de fluorosis dental fueron los segundos premolares, seguido de los segundos molares y caninos.

4.1.5 Resultados del análisis de las piezas dentales con lesiones fluoróticas según la presencia de humedad en la superficie y según el uso de luminarias.

A continuación, se muestra un resumen de los hallazgos clínicos observados en las piezas con fluorosis dental realizando o no el secado respectivo de la superficie a evaluar, además se utilizó una luz LED para efectuar el examen clínico.

Cuadro 5: Comparación de las características de las lesiones fluoróticas con superficie seca o húmeda utilizando luz LED

Tipo de Lesión	Superficie Húmeda	Superficie Seca	Utilización de luz LED
Lesiones de mancha blanca	Los bordes de las lesiones son poco definidos, algunas lesiones son difusas en forma de nubes o siguen un patrón de líneas horizontales	Al secar las superficies las lesiones son más fácilmente identificables y se delimitan de una manera más simple, al disminuir el reflejo que produce la humedad las lesiones se definen más claramente	En general las manchas de color blanco se intensifican con el uso de este tipo de luz, eso permite que las lesiones sean más fácilmente identificables en comparación de cuando se examina solo con luz natural
Lesiones de mancha pigmentada	Las lesiones son identificables ya que el color difiere del resto de la superficie examinada, se pueden delimitar sin problema ya que en muchas ocasiones los bordes son bien definidos	La superficie seca refleja menos la luz y por tal motivo las lesiones se observan más claras, mejor definidas y en muchas ocasiones el color es más intenso lo que vuelve la lesión más fácilmente identificable	Si se utiliza la luz y no se controla la humedad en la superficie a evaluar puede generar un reflejo que puede entorpecer el proceso diagnóstico, pero con la superficie seca la luz vuelve las lesiones más claras y su uso facilita la identificación, delimitación de las lesiones
Lesiones físicas en el esmalte	Las fosas no pigmentadas como las pigmentadas se observan claramente debido a que el esmalte pierde su continuidad, el efecto del reflejo producido por la humedad no altera significativamente el diagnóstico ya que la lesión es visible	La superficie seca muestra más fácilmente la textura natural del esmalte, además de disminuir el reflejo, esta situación facilita el diagnóstico de las lesiones fluoróticas de tipo físicas. Las lesiones físicas no pigmentadas se delimitan claramente y cuando presentaron pigmentación el color se resaltaba lo que vuelve más fácilmente identificables y mejora el diagnóstico	La combinación luz y superficie seca mejora el diagnóstico ya que vuelve todas las lesiones más fácilmente identificables, se delimitan de una mejor manera y hace visible la textura del esmalte todo esto mejora significativamente el diagnóstico de las lesiones fluoróticas

Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en campo.

Se ejemplificará con fotografías de varias piezas dentales con lesiones fluoróticas donde se podrán observar las características anteriormente mencionadas (cuadro 5) con la superficie húmeda o seca y con luz LED o sin luz.

Lesiones de Mancha Blanca



1. Superficie húmeda/Luz natural



2. Superficie húmeda/Luz LED



3. Superficie seca/Luz natural



4. Superficie húmeda/Luz LED

Caso 1: Lesiones de mancha blanca en piezas 12 y 13

En la foto 1 se observan las lesiones a nivel de borde incisal y punta de cúspide del 13, lesiones con bordes poco definidos en forma de nubes. En la foto 2 se observa como las lesiones blancas se intensifican con la luz LED. Al secar la superficie utilizando luz natural las lesiones se delimitan mejor ya que el diente refleja menos la luz y eso facilita la identificación de las lesiones (foto 3). La combinación de uso de luz LED y secar la superficie a examinar mejora considerablemente la identificación de las lesiones y se observa mejor la extensión (foto 4)

Caso 2: Lesiones de mancha blanca en los cuatro incisivos superiores. Manchas blancas difusas en forma de nubes de difícil demarcación (foto1). Al colocar la luz LED las manchas blancas se intensifican volviéndose más visibles (foto 2). Al secar las superficies estas se vuelven menos reflectivas lo que produce que las lesiones se vuelvan más identificables (foto 3). Al secar y colocar la luz LED en las superficies a examinar las lesiones fluoróticas se vuelven más visibles, se definen y se demarcan mejor manera (foto 4)



1. Superficie húmeda/Luz natural



2. Superficie húmeda/Luz LED



3. Superficie seca/Luz natural



4. Superficie seca/Luz LED

Lesiones de Mancha Pigmentada



1. Superficie húmeda/Luz natural



2. Superficie húmeda/Luz LED



3. Superficie seca/Luz natural



4. Superficie seca/Luz LED

Caso 1: Lesión de mancha pigmentada en pieza 11. Pequeña lesión color marrón cerca del reborde distal identificable por la diferencia con el resto del color de la superficie examinada (foto 1). Al aplicar la luz LED el contorno general de la superficie se aclara y se muestra con mayor facilidad la lesión pigmentada (foto 2). Al secar la superficie se disminuye el reflejo de la luz natural y al volverse más opaca la diferencia del color de la lesión es más evidente (foto 3). Con la superficie seca e iluminada con luz LED el contorno general es más opaco observándose la lesión bien definida y con mayor detalle ya que las diferencias de color entre la zona afectada y el resto de la superficie es más evidente.

Caso 2: Lesión de mancha pigmentada en pieza 11. Mancha color café en la superficie vestibular del 11 se observa un poco difusa producto del reflejo producido por la humedad de la superficie (foto 1). Al iluminar la superficie el color de la mancha resalta más y es más fácilmente diagnosticable (foto 2). Al secar la superficie el efecto del reflejo se disminuye y la mancha es observable de una manera más simple (foto 3). La combinación de secar la superficie y colocar la luz LED mejora significativamente la identificación de la lesión ya que la diferencia de los colores es más evidente (foto 4)



1. Superficie húmeda/Luz natural



2. Superficie húmeda/Luz LED



3. Superficie seca/Luz natural



4. Superficie seca/Luz LED

Lesiones Físicas en el Esmalte



1. Superficie húmeda/Luz natural



2. Superficie húmeda/Luz LED



3. Superficie seca/Luz natural



4. Superficie seca/Luz LED

Caso 1: Lesión física en pieza 33. Fosa fluorótica en superficie plana en vestibular con márgenes definidos (foto 1). Al aplicar la luz LED en la zona afectada se aprecia detalles más específicos de la fosa (foto 2). Cuando la superficie se seca y se observa con luz natural se hacen más evidentes los detalles de la textura de la lesión (foto 3). Al observarlo con la luz LED y superficie seca la textura de la superficie es más clara, los contrastes de colores son más evidentes y esto vuelve más fácilmente identificable y describible la lesión fluorótica (foto 4).

Caso 2: Fosa confluyente pigmentada y fosas discretas en superficie palatina de pieza 14. Al ser una zona de evaluación limitada en el examen clínico las lesiones no son muy visibles ni definidas (foto 1). Cuando se aplica la luz LED la lesión pigmentada se hace visible por la diferenciación de colores pero las fosas no pigmentadas no son tan evidentes (foto 2). Al secar la superficie pero con luz natural las lesiones se observan poco debido a la limitada iluminación con que se cuenta y limitado acceso visual de la zona (foto 3). Cuando se combinan los factores de secado de superficie y la iluminación de la zona con luz LED la textura de la superficie es más evidente y las lesiones se aprecian de una mejor manera, los contrastes de color de las lesiones son más evidentes producto del poco reflejo que produce la superficie al estar seca y la textura general de la zona se observa mejor facilitando la identificación de lesiones físicas en el esmalte que al estar húmedas no eran percibidas (foto 4).



1. Superficie húmeda/Luz natural



2. Superficie húmeda/Luz LED



3. Superficie seca/Luz natural



4. Superficie seca/Luz LED

4.2 Discusión

El estudio de este proyecto de investigación se realizó en torno a 43 niños de sexto grado de primaria, empadronados en la Escuela Manuel de Jesús Jiménez ubicada en el cantón de Tierra Blanca de Cartago. A esta población se le hizo una revisión para examinar la prevalencia y severidad de fluorosis de las superficies vestibulares, palatinas y oclusales de todos los dientes presentes, utilizando el Índice de Horowitz (TSIF) y el Índice de la UCR. Se excluyeron las piezas que presentaban restauraciones extensas, caries, tratamiento ortodóntico y aquellas parcialmente erupcionadas.

En la presente investigación, únicamente participaron los niños cuyos padres dieron su autorización y lo permitieron mediante el consentimiento informado, y que además simultáneamente los niños estuvieran dispuestos mediante la firma del asentimiento informado. Se trabajó con todos los niños que cursaban el sexto grado en dichas escuelas, de los cuales la mayoría son mujeres.

Los datos anteriores revelan que la prevalencia de fluorosis en esta población es alta. Al realizar la comparación de los resultados obtenidos entre hombres y mujeres no se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos.

Respecto a la severidad según el Índice de Horowitz se determinó que las superficies dentales en su mayoría mostraban afectación del grado 1, seguido del grado 2. Lo que indica que la mayoría de las piezas dentales mostraban manchas blancas que abarcaban menos $1/3$ de su superficie, seguidos de las piezas que no mostraban manchas blancas, ni ninguna afectación, continuados con las que abarcan más de $1/3$ pero menos de $2/3$ de su superficie. El resto de las superficies analizadas mostraron valores mayores o iguales que 3, los cuales pueden catalogarse como grados severos de fluorosis.

En cuanto a la afectación por superficie se encontró que la vestibular tiene mayor presencia de la fluorosis dental es la superficie vestibular, seguidamente la

superficie palatina y por último la oclusal en el caso de las piezas superiores o labial en el caso de las inferiores.

Además, se evidenció que las piezas con mayor prevalencia de fluorosis dental, fueron las segundas molares, seguidas de las segundas premolares, presentándose más esta condición en los cuadrantes superiores, respecto a los inferiores.

Mientras que las piezas que presentaron menor prevalencia fueron las piezas centrales, laterales y los caninos. Esto puede explicarse teniendo en cuenta que estas últimas piezas tienen menor tiempo de mineralización, y por tanto el periodo de exposición al flúor por vía sistémica es menor en comparación a las premolares y segundas molares, que completan su calcificación entre los 6 y 8 años de edad. En diferencia las piezas centrales, laterales y los caninos completan su calcificación entre los 4 y 5 años, lo cual refleja un menor tiempo de exposición.

Por otro lado, en el análisis de lesiones fluoróticas realizado utilizando el índice de la UCR, se mostró que la prevalencia de fluorosis dental por niño en la escuela estudiada en el año 2019 fue del 93,0%, sin que se presentara diferencia estadísticamente significativa por sexo ni edad.

Respecto a la afectación por pieza utilizando el Índice de la UCR, al igual que los datos obtenidos con el Índice de Horowitz, las piezas más afectada fueron segundas molares, seguidas de las segundas premolares, con mayor alteración en los cuadrantes superiores

En la severidad evidenciada utilizando el Índice de UCR, las superficies dentales en su mayoría mostraron afectación del grado 1, seguido del grado 0. Por último, las superficies restantes mostraron valores mayores o iguales que 2. La coincidencia de los datos obtenidos con ambos índices (Horowitz y UCR), se presentó una concordancia del 100%, por lo que se demarca la efectividad y la confiabilidad del Índice de la UCR; además, se determinó un 100% de concordancia entre los valores altos de ambos índices.

Respeto a la visualización de las lesiones dentales utilizado secado por medio de gasas y manteniéndolas humectadas con la saliva, se evidencia que las lesiones se pueden apreciar con mayor facilidad y precisión, realizando el respectivo secado de las superficies.

4.3 Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación señalan de manera general que la humedad juega un papel importante a la hora de realizar un examen para diagnosticar la fluorosis dental, esto debido a que puede interferir en el adecuado diagnóstico de las lesiones, ya que tiene un efecto directo en la percepción del operador a la hora de evaluar la pieza dental.

Se logró conocer los mecanismos ambientales y conceptos básicos sobre la fluorosis dental como el consumo de agua, la altitud, la dieta etc. que influyen en el desarrollo de esta patología. Esto ayudó en el diagnóstico de las lesiones en la población meta estudiada en este trabajo.

Este estudio permitió a sus desarrolladores conocer el uso correcto de los Índices TSIF y UCR como herramienta diagnóstica, donde se concluye que el Índice UCR es más simple de usar y acarrea menos tiempo con el paciente. Sin embargo, no evalúa todas las superficies de las piezas dentales, lo que el Índice TSIF sí lleva a cabo. Además, el Índice TSIF especifica más detalladamente el tipo de lesión fluorótica.

Las piezas con mayor prevalencia de fluorosis fueron las segundas molares, seguidas de las segundas premolares, siendo mayor la prevalencia en los cuadrantes superiores. Las piezas que presentaron un menor nivel de prevalencia fueron las piezas centrales, laterales y los caninos inferiores.

Se encontró un 100% de concordancia de diagnóstico por pieza entre el Índice UCR y el Índice TSIF; además del 100% de concordancia entre los valores altos de ambos índices.

Con el secado de las piezas dentales se observan más detalladamente las lesiones de la fluorosis dental por lo que corresponde a un método de diagnóstico certero.

En cuanto al uso de luz a la hora de realizar el examen clínico para determinar la fluorosis dental se determinó que la luz LED ayuda a visualizar de manera más precisa y definida la lesión.

Se considera que la combinación de secar la pieza dental a evaluar y usar una fuente de luz LED a la hora de realizar un examen clínico para la determinación de la fluorosis dental, mejora y facilita significativamente el diagnóstico de la condición independientemente del índice que se utilice para trabajar.

CAPÍTULO V
PARTE FINAL

5.1 Cronograma de actividades

Fecha	Actividad
22 de marzo	<i>Primera sesión: Presentación y explicación del programa del curso</i>
29 de marzo	<i>Fluorosis dental (desarrollo de los contenidos del tema 1), reconocimiento de lesiones</i>
5 de abril	<i>Fuentes de flúor (desarrollo de los contenidos del tema 2), reconocimiento de lesiones. Planificación de visitas a las escuelas (presentar informe)</i>
26 de abril	<i>Concentraciones de flúor (desarrollo de los contenidos del tema 3), reconocimiento de lesiones</i>
3 de mayo	<i>Índices para determinación de la Fluorosis (desarrollo de los contenidos del tema 4), reconocimiento de lesiones. Presentar cartas de permiso a las escuelas</i>
17 de mayo	<i>Métodos diagnósticos (desarrollo de los contenidos del tema 5)</i>
14 de junio	<i>Tratamiento (desarrollo de los contenidos del tema 5) Presentación visual de casos clínicos.</i>
5 de setiembre	<i>Levantamiento de datos</i>

Fecha	Actividad	Recursos	Responsables
22 de marzo	<i>Primera sesión: Presentación y explicación del programa del curso</i>	Programa del curso	Estudiantes y directores
29 de marzo	<i>Fluorosis dental (desarrollo de los contenidos del tema 1), reconocimiento de lesiones</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores

5 de abril	<i>Fuentes de flúor (desarrollo de los contenidos del tema 2), reconocimiento de lesiones.</i>	Diapositivas revisiones bibliográficas	y	Estudiantes directores y
26 de abril	<i>Concentraciones de flúor (desarrollo de los contenidos del tema 3), reconocimiento de lesiones</i>	Diapositivas revisiones bibliográficas	y	Estudiantes directores y
3 de mayo	<i>Índices para determinación de la Fluorosis (desarrollo de los contenidos del tema 4), reconocimiento de lesiones</i>	Diapositivas revisiones bibliográficas	y	Estudiantes directores y
17 de mayo	<i>Métodos diagnósticos (desarrollo de los contenidos del tema 5)</i>	Diapositivas revisiones bibliográficas	y	Estudiantes directores y
20 de mayo	<i>Solicitud formal a Escuela Manuel de Jesús Jiménez para autorización de revisiones</i>	Solicitud de visita escolar		Estudiantes
4 de junio	<i>Obtención de listas de estudiantes de sexto año con fechas de nacimiento</i>	Listas escolares		Estudiantes
11 de junio	<i>Reunión con MSc. Jacqueline Castillo para definir muestras</i>	Listas escolares		Estudiantes MSc. Jacqueline Castillo
14 de junio	<i>Tratamiento (desarrollo de los contenidos del tema 5) Presentación visual de casos clínicos.</i>	Diapositivas revisiones bibliográficas	y	Estudiantes directores y

3 de setiembre	Solicitud formal de materiales para revisiones	Cartas de solicitud	Estudiantes
5 de setiembre	Primera visita escolar	Baja lenguas Focos de luz LED Guantes de Nitrilo Gasas Kits cepillo/pasta Hojas datos de estudiantes e índices UCR y TSFI	Estudiantes de sexto año de Escuela Manuel de Jesús Jiménez
13 de setiembre	Segunda visita escolar	Baja lenguas Focos de luz LED Guantes de Nitrilo Gasas Kits cepillo/pasta Hojas datos de estudiantes e índices UCR y TSIF	Estudiantes de sexto año de Escuela Manuel de Jesús Jiménez
24 de setiembre	Reunión con MSc. Jacqueline Castillo para análisis de datos recolectados	Hojas datos de estudiantes e índices UCR y TSIF Plataforma Excel	Estudiantes MSc. Jacqueline Castillo
4 de octubre	Explicación de formato de la tesis y de base de datos		

5.2 Factores facilitadores, obstáculos y dificultades

Entre los factores facilitadores que permitieron realizar el estudio cabe destacar la colaboración de la directora y el personal administrativo de la institución, quienes se encargaron de brindar un espacio apropiado, que presentara las características óptimas para las revisiones en cuanto a la presencia de luz, lugar para realizar la higiene dental previa, así como el préstamo de pupitres y sillas.

Además, las maestras prestaron gran disposición en permitir la interrupción momentánea de la clase para atender a la población en estudio, así como para la entrega y recolección de los consentimientos informados.

Los estudiantes en su gran mayoría prestaron colaboración para realizar las revisiones, lo que permitió un apropiado análisis de las piezas dentales y buen aprovechamiento del tiempo.

Dentro de los obstáculos que se presentaron se puede mencionar la no colaboración de algunos padres que no estuvieron de acuerdo en realizar las revisiones, así como de cuatro estudiantes que no quisieron realizar el asentimiento a pesar que sus padres sí lo habían autorizado mediante el consentimiento informado. Además, algunos estudiantes olvidaban llevar o retornar el consentimiento informado que habían firmado los padres, por lo que las maestras tenían que recordarles constantemente.

Dentro de las dificultades cabe mencionar la determinación de la muestra, debido retrasos en la recolección de consentimientos informados, retrasos en las listas de alumnos de sexto por parte de la escuela. Además, no todos los estudiantes presentes en las secciones tenían la edad que se había establecido para hacer el estudio.

Por otro lado, la coordinación de las fechas de visita a la escuela, presentó varias complicaciones debido a choque de horario por actividades extracurriculares, periodos de exámenes, actos cívicos, e incapacidades de los maestros. Se trató que las actividades no coincidieran con las visitas del proyecto.

5.3 Bitácora

Fecha	Actividad	Recursos	Responsables	Evaluación del director	Evaluación de grupo
22 de marzo	<i>Primera sesión: Presentación y explicación del programa del curso</i>	Programa del curso	Estudiantes y directores		
29 de marzo	<i>Fluorosis dental (desarrollo de los contenidos del tema 1), reconocimiento de lesiones</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores		
5 de abril	<i>Fuentes de flúor (desarrollo de los contenidos del tema 2), reconocimiento de lesiones.</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores		

26 de abril	<i>Concentraciones de flúor (desarrollo de los contenidos del tema 3), reconocimiento de lesiones</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores		
3 de mayo	<i>Índices para determinación de la Fluorosis (desarrollo de los contenidos del tema 4), reconocimiento de lesiones</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores		
17 de mayo	<i>Métodos diagnósticos (desarrollo de los contenidos del tema 5)</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores		
20 de mayo	<i>Solicitud formal a escuela Manuel de Jesús Jiménez para</i>	Solicitud de visita escolar	Estudiantes		

	<i>autorización de revisiones</i>				
4 de junio	<i>Obtención de listas de estudiantes de sexto año con fechas de nacimiento</i>	Listas escolares	Estudiantes		
11 de junio	<i>Reunión con MSc. Jacqueline Castillo para definir muestras</i>	Listas escolares	Estudiantes MSc. Jacqueline Castillo		
14 de junio	<i>Tratamiento (desarrollo de los contenidos del tema 5) Presentación visual de casos clínicos.</i>	Diapositivas y revisiones bibliográficas	Estudiantes y directores		
3 de setiembre	Solicitud formal de materiales para revisiones	Cartas de solicitud	Estudiantes		
5 de setiembre	Primera visita escolar	Baja lenguas	Estudiantes		

		<p>Focos de luz LED</p> <p>Guantes de Nitrilo</p> <p>Gasas</p> <p>Kits cepillo/pasta</p> <p>Hojas datos de estudiantes e índices UCR y TSFI</p>	<p>Estudiantes de sexto año de Escuela Manuel de Jesús Jiménez</p>		
<p>13 de setiembre</p>	<p>Segunda visita escolar</p>	<p>Baja lenguas</p> <p>Focos de luz LED</p> <p>Guantes de Nitrilo</p> <p>Gasas</p> <p>Kits cepillo/pasta</p> <p>Hojas datos de estudiantes</p>	<p>Estudiantes</p> <p>Estudiantes de sexto año de Escuela Manuel de Jesús Jiménez</p>		

		e índices UCR y TSIF			
24 de setiembre	Reunión con MSc. Jacqueline Castillo para análisis de datos recolectados	Hojas datos de estudiantes e índices UCR y TSIF Plataforma Excel	Estudiantes MSc. Jacqueline Castillo		
4 de octubre	Explicación de formato de la tesis y de base de datos				
8 de noviembre	Charla educativa a padres de familia de estudiantes de sexto año				

5.4 Referencias Bibliográficas

1. Bernabé, M. *Patología Oral y Sistémica de la Fluorosis*. Universidad de Sevilla España. 2016.
2. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. *Encuesta Nacional de Salud Oral: fluorosis de esmalte*. Costa Rica. 1999: 1-29
3. Battelino, J. *Película adquirida salival revisión de literatura*. Caracas Venezuela. 2007.
4. Núñez D, García L. *Bioquímica de la caries dental*. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2010. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729519X2010000200004.
5. Sánchez E P. *Relación entre la prevalencia de fluorosis dental y factores asociados en escolares de 9 años en el distrito de Victor Larco Herrera*. Perú UNT. 2010.
6. Peraza, J. Informe anual: *Vigilancia de la concentración de fluoruro en el agua de consumo humano. Costa Rica, 2014*. Inciensa, Costa Rica. 2014.: 3-5.
7. Boischio A. *Flúor en el agua de consumo*. OPS/OMS: Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. [Internet]. [Consultado 10 setiembre 2019]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193:2013-fluor-agua-consumo&Itemid=39798&lang=es
8. Núñez P, Olate S, Sanhueza A, Núñez G. *Pérdida de flúor en piezas dentarias permanentes expuestas a refrescos: estudio comparativo in vitro*. Chile. Av. Odontoestomatol. 2006; 22-2: 141-146.
9. Miñana V. *El flúor oral para la prevención de caries ¿Cómo, cuándo y a quién?* Hospital Infantil La Fe, Valencia, España. 2012, 5(2). 108-113.
10. Sosa M. *Evolución de la fluoración como medida para prevenir la caries dental*. Rev. Cubana Salud Pública. 2003; 29 (3): 268- 274.
11. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. *Informe anual de monitoreo del contenido de flúor natural en el agua de los acueductos de Costa Rica, año 2011*. Costa Rica. Programa Nacional de Fluoración de la Sal, Unidad de Salud Oral, INCIENSA. 2011: 1-4.
12. Gómez L., Pérez J. *Materiales compuestos de zeolita-hidroxiapatita para la eliminación de fluoruro del agua potable*. Real Sociedad Española de Química. 2014.: 277-282.
13. Valenzuela L. *Alternatives for Domestic Fluoride Elimination from Household Water for Human Consumption*. Sonora. Environmental Geology. 2011. 22 (2): 23-32.

14. Ramírez-Puerta BS, Molina-Ochoa HM, Morales-Flórez JL. *Fluorosis dental en niños de 12 y 15 años del municipio de Andes*. Rev. CES Odont 2016; 29(1): 33-43.
15. Ryczel M. *Flúor y agua de consume — su relación con la salud — controversias sobre la necesidad de fluorar el agua de consume*. Boletín de la Asociación de Toxicología de Argentina. 20(72). 2006: 21-26
16. Molina N, Castañeda E, Bologna R, Hernández I, Juárez A. *Fluorosis endémica en una población asentada a la altitud de 2, 100mts*. Rev. Mex Pediatr. 2006.73(5); 220-240.
17. Baglar S, Nalcaci A, Tastekin M. *The effect of temperature change on fluoride uptake from a mouthrinse by enamel specimens*. Eur. J. Dent. 2012. 6(4): 361-36.
18. American Dental Association. *Fluoridation Facts*. 2018. Tomado de <https://ebusiness.ada.org/Assets/Docs/S795.pdf>
19. Beltrán M. *Investigar las consecuencias del efecto acumulativo del flúor, una necesidad imperante de la profesión odontológica*. Revista Colombiana de Investigación en Odontología; 2012. 3(7):55-72
20. Gutiérrez R J F, Rojas G A R, Delgado S D, Díaz P. *Determinantes de la salud de la fluorosis dental en Nayarit*. Oral. 44. 2013.
21. Rocha R. *Fluoruro en alimentos: contenidos, bioaccesibilidad y absorción por el epitelio intestinal*. Universidad Politécnica de Valencia, enero de 2013.
22. Casarin R C., Fernandes D R., Lima-Arsati Y B., Cury J A. *Fluoride concentrations in typical Brazilian foods and in infant foods*. Rev Saude Publica. 2007. 41(4). 549-556.
23. Pozos J., Retana A. *Concentración de flúor en jugos de frutas como factor de riesgo adicional a fluorosis dental*. Revista de la Asociación Dental Mexicana México. 2005. 70-72.
24. Pérez E., Santos F., Coto E. *Homeostasis del magnesio. Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia*. A propósito de un caso. Scielo, Nefrología (Madr.). 2009.29 (6).
25. García M., Reyes J. *La hidroxapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica*. Revista Especializada en Ciencias Químico Biológicas. 2006. 9 (2). 90-95.
26. Lovesio C. *Metabolismo del magnesio*. Medicina Intensiva. Editorial El Ateneo, Buenos Aires. 2001.
27. Rigally A. *Determinación de la concentración de flúor en muestras biológicas*. Universidad Nacional de Rosario. Argentina 2007
28. Rozier R G. *Epidemiologic Indices for Measuring the Clinical Manifestations of Dental Fluorosis: Overview and Critique*. Advances in Dental Research. 1994. 8(1). 39 – 55. Disponible en: <https://doi-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.1177/08959374940080010901>

29. Naranjo MC. *Terminología, clasificación y medición de los defectos en el desarrollo del esmalte*. Revisión de literatura. Univ Odontol Javeriana. 2013. 32(68): 33-44.
30. Acuña G, González L, Bolaños V. *Fluorosis Dental*. Odovtos - International Journal of Dental Sciences. Universidad de Costa Rica. 2008. 10 (1): 10-16
31. Murillo, G. *Lesiones del esmalte en desarrollo, clasificación en familias costarricenses*. Publicación Científica Facultad de Odontología. UCR. 15-2013. 45
32. Briseño J. *Historia de la fluoración*. Revista de la Asociación Mexicana. 2001. 52(5):192-194.
33. Villarreal-Becerra E, Espías-Gómez Á, Sánchez-Soler L, Sampaio J M. *Microabrasión del esmalte para el tratamiento de remoción de defectos superficiales*, DENTUM. 2005. 5(1):12-15

5.5 Anexos

Anexo 1. Carta dirigida a la Escuela Manuel de Jesús Jiménez solicitando permiso para realizar revisiones bucodentales a los estudiantes de sexto año.

 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FOD Facultad de Odontología

20 de mayo de 2019
FO-PMI-024-19

Máster
María Elena Quesada Espinoza
Directora
Escuela Manuel de Jesús Jiménez
Tierra Blanca, Cartago
Presente

Estimada señora Quesada:

Reciba un cordial saludo. De manera respetuosa, solicito su autorización para que los estudiantes del proyecto " *Prevalencia de Fluorosis dental utilizando diferentes criterios diagnósticos*", del Programa Macro de Investigación, quienes se encuentran cursando el último año de carrera de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica, realicen exámenes clínicos bucales en los niños de sexto grado del Centro Educativo que usted dirige.

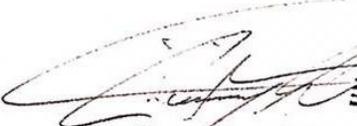
Asimismo, en caso de contar con su aval, solicito las listas de los diferentes grupos, incluyendo la fecha de nacimiento y el permiso, para que los estudiantes de la Facultad puedan ingresar a la Escuela con su respectiva identificación a realizar las actividades programadas, distribución y recolección de los consentimientos informados, de los niños y niñas a los que se les realizará el examen clínico o valoración dental.

Dicho estudio se realizará con los siguientes estudiantes del proyecto:

- Rubén Valverde Hernández, carné B06505
- Larissa Matamoros Villegas, carné B34100
- Ivonne Ceciliano Navarro, carné B41665

Agradeciendo su autorización se suscribe.

Atentamente,


Dr. Giovanni Acuña Espinoza
Coordinador e Investigador Principal
Facultad de Odontología

Pd: Para contacto favor referirse al teléfono: 2511-8102 Correo-e: rgioae@hotmail.com

C/c: Dra. Carolina Téllez Tercero, Co-investigadora del Proyecto
Meriene Archivo



Teléfonos: 2511-8102/2511-5439
Sitio web: www.fod.ucr.ac.cr
E-mail: macro.odontologia@ucr.ac.cr



Fuente: elaboración propia, mayo 2019

Anexo 2. Consentimiento informado enviado a los padres de los estudiantes de sexto año de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

Facultad de Odontología

FORMULARIO PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO BASADO EN LA LEY N° 9234 “LEY REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” y EL “REGLAMENTO ÉTICO CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LAS INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES HUMANOS”

Prevalencia de la Fluorosis Dental utilizando diferentes criterios diagnósticos

Código (o número) de proyecto: _____

Investigador/a principal: **Giovanni Acuña Espinoza**

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono _____

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona _____

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO

El presente estudio forma parte de una investigación que realiza la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica en donde se pretende estudiar la condición conocida como Fluorosis Dental. Esta condición se caracteriza por unas manchitas blancas hasta fosas que se presentan en los dientes de niños y jóvenes, debido al consumo de mucho fluoruro. El investigador responsable de este estudio es el Dr. Giovanni Acuña Espinoza, profesor de la Universidad, además participa la Dra. Carolina Téllez y algunos estudiantes avanzados de la carrera de Odontología. El estudio no cuenta con ningún tipo de patrocinio por parte de ninguna institución o empresa privada.

B. ¿QUÉ SE HARÁ?

El estudio está diseñado para trabajar con niños de sexto grado de la escuela participante que tengan 12 años cumplidos al momento de realizar el examen de los dientes. Como el objetivo principal es identificar la presencia de la condición conocida como Fluorosis en los dientes de los participantes, se realizará una examinación dental buscando diente por diente la presencia o no de la fluorosis.

Los procedimientos que se realizarán en los participantes serán los siguientes:

1

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica

Scanned with

- Limpieza dental con cepillo de dientes nuevo el cual se le regala a su niño.
- Revisión de los dientes, la cual consiste en ver con mucho detalle las piezas dentales presentes en boca, y así determinar si hay presencia de Fluorosis dental en ellas.
- Estos datos se anotarán en una hoja diseñada para esta valoración.
- Si el caso lo amerita, se podrán tomar fotografías de los dientes que presenten la condición para ilustrar la investigación. En estas fotografías solo saldrán los dientes de los participantes, su cara u otras partes de su cuerpo no serán expuestas en las fotos.

El examen dental se realizará en un espacio dentro de la misma escuela que se acomodará para realizar el estudio, dentro del mismo horario de clases de los participantes. El tiempo normal de duración desde que se llama al estudiante para que asista a realizarse el examen dental hasta que se toman los datos es de aproximadamente 10 minutos.

Una vez finalizado el examen en los dientes, se le informará a cada participante su condición dental y si es necesario se contactará a los encargados para informar cualquier asunto encontrado que requiera seguimiento o tratamiento.

C. RIESGOS

El estudio consiste en encontrar y medir la condición llamada Fluorosis Dental presente en algunos participantes. Para tal fin se realizará un examen dental donde no se realizará ningún tipo de tratamiento, simplemente se observará, por tal motivo los riesgos son mínimos a los participantes.

Se podría mencionar que los únicos riesgos posibles a causar en el paciente son estrés o ansiedad a la hora de realizar la evaluación y la posible incomodidad y sensación de pérdida de la privacidad por abrir la boca y mostrar los dientes.

D. BENEFICIOS

El beneficio directo del participante es el conocimiento que se le brinda sobre la condición y conocer si la padece o no. Si la respuesta es positiva, se le informa al participante (al ser menores de edad) también se le informa al encargado sobre la condición que pudiera padecer y cuales son los cuidados y recomendaciones según la condición que padezcan.

E. VOLUNTARIEDAD

La participación en este estudio es completamente voluntaria y aunque se tengan los permisos necesarios por parte de los encargados y los niños participantes, estos pueden negarse a participar o retirarse en cualquier momento. Esto no conllevará ningún tipo de problema o castigo a los participantes.

F. CONFIDENCIALIDAD

Al ser un estudio donde se pretende medir la presencia de la condición conocida como Fluorosis Dental en una población específica, no se requiere obtener datos personales específicos de los participantes, por tal motivo el anonimato de los sujetos esta garantizado. Toda la información recolectada en el estudio será manejada únicamente por el equipo de investigadores de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica (profesionales responsables, estudiantes asignados y la profesional en estadística) manteniendo en todo momento la confidencialidad y el anonimato de los niños. En ninguna parte del estudio se mostrarán datos como nombre, dirección, fotos u otra información referente a los datos personales específicos de los participantes; algunos datos son únicamente utilizados para contactarlos. Una vez en la investigación los participantes se manejan por medio de un número (solo por orden) ya que los datos que realmente interesan son los encontrados en la piezas dentales.

Otro de los datos personales que se utiliza es el sexo del participantes con fines estadísticos y poder hacer correlaciones.

Los datos se almacenan durante el tiempo que se realiza la investigación y que se presenten los resultados por si se tuviera que revisar algún dato. Al ser plantillas de recolección de datos escritas en papel se utilizan durante la digitación posteriormente se desechan.

G. INFORMACIÓN.

Si tiene alguna duda o quisiera tener más información sobre el estudio puede contactar al Dr. Giovanni Acuña profesor e investigador principal del proyecto en la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica, al teléfono 2511-3857 de lunes a viernes de 7 a.m. a 12 m.d.

Además, puede consultar sobre los derechos de los sujetos participantes en proyectos de investigación al Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud (CONIS), teléfonos 2257-7821 extensión 119, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica **a los teléfonos 2511-4201, 2511-1398**, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

Es importante indicar que participante que NO perderá ningún derecho por firmar este documento y que si lo requiere podrá recibir una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

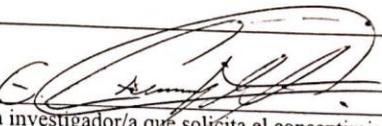
***Este documento debe de ser autorizado en todas las hojas mediante la firma, (o en su defecto con la huella digital), de la persona que será participante o de su representante legal.**

Nombre, firma y cédula del sujeto participante

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del padre/madre/representante legal (menores de edad)

Lugar, fecha y hora

Dr. Giovanni Acuña  1-953-560
Nombre, firma y cédula del/la investigador/a que solicita el consentimiento

San José, 24/7/19, 9:30 a.m.
Lugar, fecha y hora

Dra. Karolina Celis  800870386
Nombre, firma y cédula del/la testigo

San José, 24/7/19 9:30 am
Lugar, fecha y hora

Versión junio 2017

Formulario aprobado en sesión ordinaria N° 63 del Comité Ético Científico, realizada el 07 de junio del 2017.

4

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: _____ Comité Ético Científico -
Universidad de Costa Rica

Scanned with

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Asentimiento informado para los estudiantes de sexto año de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

Facultad de Odontología
Proyecto Biomédico Observacional

FORMULARIO PARA EL ASENTIMIENTO INFORMADO
(participantes mayores de 12 y menores de 18 años) BASADO EN LA LEY N° 9234 “LEY
REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” y EL “REGLAMENTO ÉTICO
CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LAS
INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES HUMANOS”

Prevalencia de la Fluorosis Dental utilizando diferentes criterios diagnósticos

Código (o número) de proyecto: _____

Nombre de el/la Investigador(a) Principal: **Giovanni Acuña Espinoza**

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono _____

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona _____

Hola, mi nombre es el Dr. Acuña soy investigador de la Universidad de Costa Rica y estoy haciendo un estudio sobre la Fluorosis Dental.

Quiero hablar con ud. para hacerle unas preguntas sobre:

- Si hay algo que te moleste en la boca?

- Si tienes manchas en los dientes?

Cuando nos reunamos, también van a estar presentes otros investigadores y asistentes que nos van a ayudar a buscar manchas en tu boca.

Te informo que anotaré en una hoja lo que encuentre en tu boca y si es necesario tomaré algunas fotos solo de tus dientes sin enfocar tu cara, pero luego cuando termine mi trabajo me encargaré de destruir las hojas donde apunté la información de tu boca.

Al reunirte conmigo haríamos lo siguiente: primero te lavas tus dientes con un cepillo sin pasta, luego un asistente va a revisar tus diente para ver si tienes unas manchas que andamos buscando;

1

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión de aprobación del proyecto: _____



CamScanner

si no las tienes eso sería todo, pero si las tienes las vamos medir y tomar una foto, después de eso terminamos. Para hacer ese examen de los dientes nos reuniríamos en la escuela durante los días de clase por un rato aproximado de 15 minutos.

Te garantizo que todas las cosas que encuentre en tus dientes solo yo (el Dr. Acuña) las conoceré.

Debes decir si estás de acuerdo en participar en este estudio

() Sí () No

Si aceptas participar, contestarás por tu propia voluntad las preguntas que te haga.

Si necesitas más información sobre este estudio, puedes obtenerla llamando a Dr. Giovanni Acuña al número de teléfono 2511-3857 de lunes a viernes de 7 a.m. a 12 m.d.. Puedes hacer consultas adicionales en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica al teléfono 2511-4201, de lunes a viernes de 8 am a 5 pm.

_____ Nombre del participante	_____ firma	_____ fecha
_____ Nombre del Testigo	_____ cédula y firma	_____ fecha
_____ Nombre del investigador(a)	_____ cédula y firma	_____ fecha

Versión Agosto 2017

—Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión de aprobación del proyecto:

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Plantilla utilizada para anotar el estado de las piezas dentales evaluadas con los Índices UCR y Horowitz en los estudiantes de sexto año de la Escuela Manuel de Jesús Jiménez.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROYECTO MACRO DE INVESTIGACIÓN

PREVALENCIA Y SEVERIDAD DE LA FLUOROSIS DENTAL

CÓDIGO: _____ EDAD: _____

PROCEDENCIA: _____ SEXO: _____

ESCUELA: _____ GRUPO: _____

OPERADOR: _____

11	12	13	14	15	16	17
<input type="checkbox"/>						
21	22	23	24	25	26	27
<input type="checkbox"/>						
31	32	33	34	35	36	37
<input type="checkbox"/>						
41	42	43	44	45	46	47
<input type="checkbox"/>						

Anexo 5. Carta dirigida a la Escuela Manuel de Jesús Jiménez solicitando permiso para realizar charlas a los padres de familia para exponer los hallazgos del estudio realizado en la institución



FOd Facultad de Odontología

25 de octubre de 2019
FO-PMI-040-19

Máster
María Elena Quesada Espinoza
Directora
Escuela Manuel de Jesús Jiménez
Tierra Blanca, Cartago
Presente

Estimada señora Quesada:

Reciba un cordial saludo. De manera respetuosa, solicito su autorización para realizar una charla de Educación sobre el tema de Fluorosis, a los padres de familia de los niños de Sexto grado, como parte de la retribución que se hace a la comunidad por el proyecto "*Prevalencia de Fluorosis dental utilizando diferentes criterios diagnósticos*", del Programa Macro de Investigación, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica. Las fechas propuestas serían el jueves 31 de octubre o el viernes 1º de noviembre y darlo en 2 tiempos: Un grupo a las 3 p.m. y otro grupo a las 4 p.m. para que usted nos indique la fecha más conveniente.

En espera de su respuesta y autorización, se suscribe.

Atentamente,


Dr. Giovanni Acuña Espinoza
Coordinador e Investigador Principal
Facultad de Odontología



C/c: Archivo
Merienc



Scanned with
CamScanner

Teléfonos: 2511-8102/2511-5439
Sitio web: www.fodo.ucr.ac.cr
E-mail: macro.odontologia@ucr.ac.cr



Fuente: elaboración propia

Anexo 5. Caso clínico

1. Tratamiento de lesión fluorótica, severidad grado 6 según Horowitz y grado 3 según UCR

Se da un diagnóstico y tratamiento a la pieza dental 4.6 con fluorosis dental de severidad grado 6 según el índice de Horowitz y grado 3 según el índice UCR. El procedimiento se realiza en el área clínica de Odontopediatría y Ortodoncia, en la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica en el año 2019. En la imagen 1 se procede a realizar el aislamiento de la pieza 4.6, se observa la pieza con lesiones blanquecinas y fosas discretas teñidas, algunas unidas, en las superficies oclusal y vestibular, retentivas. En la imagen 2 se realiza microabrasión con *Opalustre™* de Ultradent, se realiza lavado de la pasta. En la imagen 3 se procede a colocar el ácido fosfórico al 35% *Ultra Etch* de Ultradent durante 30 segundos, se lava con abundante agua (imagen 4) y se seca la pieza dental. En la imagen 5 se coloca 1 capa de adhesivo *Single Bond* 3M, frotando activamente y soplando, se fotocura por 30 segundos. Se procede a colocar sellante de fosas y fisuras *Clinpro™ Sealant* 3M distribuyéndolo por toda la superficie oclusal (imagen 6), se fotocura por 30 segundos. Finalmente se coloca *Perma Seal™* Ultradent, en la superficie vestibular y oclusal (imagen 7). En la imagen 8 se observa la pieza con el tratamiento finalizado.



Imagen 1. Se realiza aislamiento absoluto de la pieza 4.6



Imagen 2. Microabrasión con copa de hule y *Opalustre™*





Imagen 3. Grabado ácido con ácido fosfórico 37%, por 30 segundos



Imagen 4. Lavado con abundante agua.



Imagen 5. Aplicación de adhesivo Single Bond de 3M



Imagen 6. Aplicación de *Clinpro Sealant 3M*



Imagen 7. Aplicación de *Perma Seal Ultradent*



Imagen 8. Tratamiento finalizado