

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela de Odontología



Trabajo de Grado para optar por el título de:  
Doctor en Odontología

Factores de riesgo asociados a la aparición de Fluorosis en la comunidad  
de Barreras del municipio Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la  
República Dominicana.

Sustentantes

Br. Manuel Arturo Contreras Marte 11-1122

Br. Leonardo Martín Mises 11-1102

Asesor temático

Dr. Napoleón Luis Bergés González

Asesora metodológica

Dra. Sonya Stresse

Los conceptos emitidos en  
este trabajo son estrictamente  
responsabilidad del autor.

Santo Domingo, República Dominicana

Año 2017

Factores de riesgo asociados a la aparición de Fluorosis en la comunidad de Barreras del municipio Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana.

## **Dedicatoria**

Para ti, Manuel Arturo, como un recordatorio de todo el trabajo, esfuerzo y lágrimas que pusiste en todo el proceso. Te demostraste que sí puedes solo, aun cuando luchabas por no creer que fuese así; cruzaste límites del amor y el sacrificio que no pensaste que existían; aprendiste a perseverar, persistir y aferrarte a tu zapata todavía cuando los demás te imponían su parecer. Sólo te digo: aprende de la experiencia, y aférrate a ser la mejor versión de ti.

*Manuel Arturo Contreras Marte*

## **Agradecimientos**

A Papá Dios, por darme las fuerzas, la perseverancia y la Fe de no sé dónde, para continuar en el camino que Él ha estado forjando para mí. Sobre todo, por las personas que colocó en mi camino para darme sus bendiciones a través de ellas.

A mis padres, Flor y José, por todo el apoyo incondicional, comprensión y ayuda en todas sus perspectivas; por la guía que me brindaron para adentrarme a esta hermosa carrera, conservarme tal como soy y desear, tanto como yo, convertirme en un agente de servicio para los demás.

A mis tías, Julia y Margarita, por tanto apoyo y amor incondicional que me dieron durante toda mi carrera, impulsando mis esfuerzos con la afirmación "¡Ya casi, mi Doctor!".

A mis mejores amigas: Verónica Tavárez, Elianny Lebrón, Ashley Sardá, Zahira Lee, por todo el apoyo, escucha, comprensión, cariño y consejos cada vez que los necesité, sin importar la hora y el día. Y especialmente a Julia Ogando, por todas esas noches que amanecimos avanzando nuestros trabajos, pero más importante el tiempo de calidad, los consejos y tu disposición incondicional que forjó un lazo más fuerte que nadie podrá romper.

A mi 2da mamá, la Dra. Ana López, por velar por mí, aconsejarme y, literalmente, ser más que una maestra. Estoy eternamente agradecido por tanto que significó para mí durante mis 5 años de carrera.

A mi asesor, el Dr. Luis Bergés, por ser mi amigo, escucharme, aconsejarme sin parar, por todo el esfuerzo que brindaste para que culminara este trabajo, y toda la presión y Fe que pusiste en mí para lograr esto.

A mi compañero y mejor amigo, Leonardo Martén, por estos 5 años de amistad, por todo lo que hemos vivido, por todos los buenos y grandes momentos. Por todas las discusiones y peleas que soportamos, porque me escuchaste cuando lo necesité, y por luchar por nuestra amistad, aún los inconvenientes. Sólo deseo que nuestra amistad permanezca tal como la conocemos. ¡Gracias Goldo!

Al mejor amigo extranjero que la UNPHU me dio, César Hernández, por todos los consejos, por todo lo que me enseñaste de la vida, por tanto que luchaste porque sea una mejor persona. Gracias por cada momento, cada salida, por ser mucho más de lo que quería y esperaba de un amigo. ¡Que nuestra amistad sea para toda la vida! Thank you Brutha!

A mis amigas y compañeras, Arianny Castillo, Carolina Jiménez, Stephanie Martínez, Gabriela Jiménez, por tanta disposición, cariño y ayuda siempre que la necesité.

A los integrantes del gran equipo de investigación: Loudwin De Los Santos, Yina Rincón, Balerin Martínez, Ernesto García, Desireé De Jesús, Nicole Turbi, Carolina Herrera, por toda su disposición, entusiasmo y energía en cada momento del viaje. ¡Gracias de corazón!

Finalmente, a la Dra. F. Canahuate, la Dra. A. Hernández, la Dra. Y. Ferradás, el Dr. C. Díaz, el Dr. J. Fco. Guzmán, la Dra. Y. Tejada, la Dra. F. González, la Dra. A. Díaz, la Dra. C. González y la Dra. S. Stresse, por todo el apoyo profesional y emocional que me extendieron.

*Manuel Arturo Contreras Marte*

## **Agradecimientos**

Agradezco y dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por su amor incondicional y por permitirme llegar hasta donde estoy, por darme la fuerza y la paciencia de lograr esta meta.

En segundo lugar, a mi madre Ana, quien nunca ha dejado de apoyarme en todos mis estudios y este trabajo, quien ha sido la verdadera piedra de soporte en todo y cuanto hago.

Agradezco especialmente a mi compañero de tesis, Manuel, por ser tan comprensivo, porque a pesar de los malos ratos, las molestias, el enojo y decepción ha sabido valorar nuestra amistad sobre todo y dar todo su empeño para mantenerla y así poder ayudarnos en todo lo que hemos podido.

Gracias a mis compañeros Arianny, Carolina, Jeanna, Claudio y César que me han ayudado en mis estudios, por enseñarme esa esencia de amistad incondicional, por los ratos de risas y diversión.

Gracias a los chicos que apoyaron este proyecto de tesis (Carolina, Yina, Loudwin, Ernesto, Nicole, Desireé y Balerin), sin ustedes realmente no se habría logrado todo esto, son una gran piedra de apoyo y desde el fondo del corazón, muchas gracias.

Gracias a los doctores E. Aquino, J. Rojas, F. González y A. Hernández por ser ellos quienes me presionaron y pidieron de mí todo lo que ellos saben que puedo dar, por brindarme su apoyo en momentos de dudas, con mis pacientes y más.

*Leonardo Martén Mises*

## Índice Esquemático

Resumen.....	1
Introducción.....	2
<b>CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE ESTUDIO.....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes del estudio.....	4
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
1.1.2. Antecedentes Nacionales.....	8
1.1.3. Antecedentes Locales.....	9
1.2. Planteamiento del problema.....	10
1.3. Justificación.....	12
1.4. Objetivos.....	14
1.4.1. Objetivo general.....	14
1.4.2. Objetivos específicos.....	14
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1. Flúor. Generalidades. Trascendencia histórica.....	15
2.1.1. Historia de la presencia del flúor.....	16
2.2. Comportamiento del flúor en la naturaleza.....	18
2.2.1. Fuentes de ingesta de flúor.....	18
2.2.2. Concentraciones óptimas del flúor.....	25
2.2.3. Lugares de concentración en el organismo.....	29
2.3. Efectos del flúor en el ser humano.....	30
2.3.1. Efectos del flúor. Mecanismo de acción.....	30
2.3.2. Metabolismo del flúor.....	34
2.3.3. Fluorosis.....	34
2.3.4. Clasificación de la fluorosis.....	35
2.3.5. Manifestaciones clínicas de la fluorosis.....	36
2.3.6. Diagnóstico de la fluorosis.....	37
2.4. Factores de riesgo de la fluorosis.....	39

CAPÍTULO 3. LA PROPUESTA.....	41
3.1. Formulación de la hipótesis .....	41
3.2. Variables y operacionalización de las variables .....	42
CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO .....	45
4.1. Tipo de estudio.....	45
4.2. Localización y tiempo .....	45
4.3. Universo y muestra .....	45
4.3.1. Universo .....	45
4.3.2. Muestra.....	46
4.4. Unidad de análisis estadístico .....	47
4.5. Criterios de inclusión y exclusión.....	48
4.5.1. Criterios de inclusión .....	48
4.5.2. Criterios de exclusión .....	48
4.6. Técnicas y procedimientos para la recolección y presentación de la información .....	49
4.7. Plan estadístico de análisis de la información.....	51
4.8. Aspectos éticos implicados en la investigación .....	51
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS .....	52
5.1. Resultados del estudio.....	52
5.2. Discusión.....	65
5.3. Conclusiones .....	71
5.4. Recomendaciones.....	74
Referencias bibliográficas.....	76
Anexos .....	82
Glosario .....	103



## Resumen

La fluorosis es una condición que se manifiesta por la acumulación de flúor en las estructuras afines al elemento, especialmente los dientes y el sistema esquelético, debido a la ingesta excesiva de flúor por largos periodos de tiempo. Esta condición puede manifestarse en sus dos vertientes: fluorosis dental y fluorosis esquelética, en múltiples niveles de severidad. El propósito de esta investigación fue determinar los factores que condicionan o predisponen la aparición de la fluorosis, presentes en la comunidad de Barreras, en la provincia de Azua. Se realizó un estudio descriptivo de prevalencia, de corte transversal, para identificar: los factores de riesgo que pueden estar condicionando la aparición de fluorosis en la comunidad de Barreras, los grupos de personas más afectados por la condición y la concentración de flúor actual en las fuentes de agua disponibles de mayor uso. Para dar respuesta a lo mencionado, se confeccionó un cuestionario a partir de la revisión bibliográfica, abarcando: el género y edad de los sujetos, los hábitos alimenticios y fuentes de agua potable que han consumido a lo largo del tiempo; y se tomaron muestras de agua para analizar su concentración de flúor actual, mediante el método SPADNS. Los resultados de dicho análisis arrojaron una concentración de flúor de 1.485 mg/L en el agua de la llave a temperatura ambiente, y los datos proporcionados por el cuestionario mostraron que el consumo de esta fuente de agua, pescados y mariscos, vegetales, leche y la ingesta de productos dentales son factores de riesgo que condicionaron la aparición de fluorosis.

Palabras clave: Fluorosis, factores de riesgo, concentración, flúor, ingesta, fluorosis dental, fluorosis esquelética.

## **Introducción**

El flúor es uno de los elementos que se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, principalmente en la corteza terrestre gracias a las características geoquímicas de ésta y a la afinidad del flúor para unirse a prácticamente todos los demás elementos. El flúor se encuentra presente en casi todos los alimentos de la dieta diaria, y en los diferentes ambientes naturales. Es de suma importancia en la formación de los tejidos duros del cuerpo, dígase los huesos y los dientes. Desde hace casi un siglo dicho elemento es bien conocido por sus propiedades preventivas que, al incorporarse a las estructuras dentales, confiere mayor resistencia frente a la caries dental.<sup>1-3</sup>

Desde 1888 se ha observado, registrado y estudiado una condición que se manifiesta cuando el flúor es ingerido en cantidades excesivas en prolongados periodos de tiempo, llamada fluorosis. Puede presentarse en los dientes llamándose fluorosis dental o puede presentarse en los huesos y articulaciones recibiendo el nombre de fluorosis esquelética. Ambas formas han sido objeto de investigaciones en todo el mundo con el paso de los años hasta la actualidad, en países como México, Pakistán, la India, Estados Unidos, Argentina, aportando datos significativos para la identificación de los factores de riesgo y la futura prevención de la misma.<sup>4,5</sup>

La presente investigación forma parte del proyecto que lleva a cabo la unidad de investigación de la escuela de Odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) llamado “Análisis de los efectos sistémicos adversos en pacientes con fluorosis dental”, que surgió a partir de la observación de signos clínicos de fluorosis dental en la comunidad de Barreras del municipio de Azua de Compostela, en la provincia de Azua. Esto llamó la atención para llevar a cabo una investigación epidemiológica descriptiva de prevalencia, de corte transversal, con el principal objetivo de identificar los factores de riesgo presentes en la comunidad que condicionan la aparición de fluorosis, contemplando la posibilidad de que una elevada concentración de flúor en el agua potable, junto con la ingesta de ciertos alimentos que presentan considerables valores del mismo, esté ocasionando la

manifestación. Se pretendió comprobar esta hipótesis a través de la toma de muestras del agua potable y la aplicación de un cuestionario que permitió recolectar los datos necesarios sobre la edad, sexo, lugar de nacimiento y residencia, la ingesta de agua, la dieta, entre otros, para el análisis de los factores de riesgo a los que están expuestos los habitantes de esta localidad.

# **CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE ESTUDIO**

## **1.1. Antecedentes del estudio**

### **1.1.1. Antecedentes Internacionales**

En el 2008, Avila et al<sup>6</sup> realizaron un estudio para determinar la concentración de fluoruros y el posible aumento de la misma con el paso de los años en las fuentes de abastecimientos de agua de la localidad de Rinconadillas y sus alrededores, en la provincia de Jujuy, Argentina. En éste se tomaron un total de 20 muestras de agua: 11 muestras de zonas ricas en fluoritas, usadas como agua de bebida, riego y uso ganadero por la localidad; y 9 muestras de otras localidades de los alrededores, que básicamente sirvieron de testigos. Las muestras fueron tomadas de las diferentes fuentes (vertientes, pozos, cisternas y aguas superficiales), refrigeradas y tabuladas luego de determinar y registrar el pH y la temperatura, utilizando botellas plásticas lavadas con agua desionizada. La determinación de la concentración de flúor se realizó mediante la cromatografía iónica con supresión iónica – HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Los resultados evidenciaron que nueve de las muestras correspondientes a la localidad de Rinconadillas poseen concentraciones mayores de fluoruros que las concentraciones indicadas por el Código Alimentario Argentino (CAA), las cuales se establecieron en función de las temperaturas mínima y máxima de la localidad. También se concluyó que las aguas con mayores concentraciones fueron las aguas superficiales.

En el 2011 Gallará et al<sup>1</sup> realizaron un proyecto que buscaba concientizar a la población de Córdoba, Argentina sobre el consumo excesivo de flúor y las consecuencias que esto conllevaría. Para ello estudiaron la prevalencia de la fluorosis dental y la relación entre la dieta y el ambiente, evaluando la concentración de flúor en el agua de consumo y en la saliva basal, así como, las fuentes de ingesta del elemento presente en la dieta. Se tomaron muestras de agua de las diferentes escuelas del norte y noroeste de la región, así como en los domicilios individuales, que fueron analizadas por el método de electrodo de ión selectivo. Se aplicaron encuestas contextualizadas ad hoc a los padres o tutores en base a la dieta de los estudiantes de entre 5 y 12 años. Se realizó un examen clínico donde se aplicó el “Índice de Fluorosis de

Superficie Dental” de Horowitz et al<sup>1</sup>, y se evaluó la concentración de flúor localizada en la saliva mediante la recolección de muestras de la saliva basal. Los resultados de la intervención mostraron que existe una gran cantidad de flúor en el agua de consumo, tanto en la subterránea como en la superficial, y la frecuencia en la ingesta de los alimentos ricos en flúor presentes en la dieta potencializaron el gran índice de fluorosis dental visto en los niños.

En el 2013, Tahir y Rasheed<sup>7</sup> junto al Consejo Pakistání de Investigaciones en los Recursos Acuáticos, llevaron a cabo una investigación sobre la concentración de flúor en los recursos hídricos en 16 ciudades sospechosas de Pakistán, con el propósito de autenticar los niveles de flúor reportados por un programa realizado por el mismo Consejo y otros investigadores en el 2002 en la ciudad de Lahore y otras como Mangamandi (Pakistán), y revisar las posibles implicaciones médicas asociadas que fueren a distribuirse en agencias de campañas de concientización sobre vías alternas de recursos hídricos seguros de consumo en las localidades afectadas. Se recolectaron 747 muestras de distintos recursos hídricos, fueran aguas superficiales o subterráneas, de las 16 grandes ciudades de Pakistán utilizando ciertos criterios dimensionales para limitar; por motivos de control, cada quinta muestra se replicó para la precisión y la fiabilidad de los procesos de muestreo y análisis. Todas las muestras fueron recogidas en envases de 0.5 litros de poliestireno, transportadas lo más rápido posible a los laboratorios y analizadas mediante el método SPADNS. La información pertinente a la recolección fue registrada mediante un formulario en el acto. Los resultados analíticos fueron comparados con la Guía de Calidad para el Agua Potable de la OMS y se encontró que sólo el 16% de las 747 muestras fueron inseguras. El equipo de recolección de muestras dio a conocer que sí existe relación entre los signos y síntomas que pueden presentarse debido a un exceso de consumo de flúor, se observaron signos de fluorosis dental en los nativos de las ciudades, mas no tan marcado la aparición de fluorosis esquelética, pero sí se observaron efectos adversos en los riñones, el sistema nervioso y muscular. Finalmente, se declaró que el tiempo de consumo y la concentración influyen directamente en la aparición de fluorosis dental y esquelética.

En el 2014, Dhurvey y Dhawas<sup>8</sup> realizaron un estudio para determinar la relación existente entre el desarrollo de la fluorosis con respecto al consumo de agua, el estado nutricional y los hábitos diarios en áreas rurales de la provincia de Maharashtra, en la India, debido a la gran prevalencia que se ha observado y a la limitada cantidad de estudios realizados en cuanto a la dieta y los hábitos. Preliminarmente, se seleccionaron al azar tres villas de dicha provincia y de éstas se tomaron muestras del agua disponible y se analizaron por el método selectivo de iones; de esta manera verificaron que hay una variación entre 0.73 y 2.80 mg/L, cuando el máximo establecido es 1.5 mg/L. Luego, se seleccionó la villa que presentó la mayor concentración de flúor en sus aguas para realizar el estudio; se encuestaron a todos los habitantes y se obtuvo una muestra de 915 personas de todas las edades. A cada uno se le realizó un cuestionario construido por el equipo de investigación que abarcó la edad, sexo, ocupación, hábitos alimenticios y cotidianos, y síntomas clínicos de fluorosis esquelética, la cual fue verificada por tres pruebas diagnósticas. También se les pidió firmar un consentimiento informado. Los síntomas clínicos de la enfermedad fueron recolectados por medio de una lista de síntomas basada en la literatura y en consulta con un nutricionista. Los resultados fueron tabulados y se concluyó que hay una gran concentración de flúor en el agua, pero mayor aún en los alimentos. Se determinó que más del 90% de las personas con bajo estado socioeconómico presentaron la condición, la cual estuvo potenciada por la deficiencia nutricional de calcio, proteínas y vitamina C de los alimentos que ingerían diariamente, en contraste con las altas concentraciones de flúor que se encontraron en los mismos. También se observó que los síntomas clínicos más severos fueron: dolor en la espalda en un 29% y en las articulaciones en un 37%. La enfermedad se observó más en hombres que en mujeres, con un 24%, y la prevalencia fue de un 24%, por igual.

En el año 2015, Jarquín-Yañez et al<sup>9</sup> realizaron un estudio sobre la cantidad de flúor contenida en el agua de consumo de la comunidad de La Reforma, Salinas de Hidalgo, en el estado de San Luis Potosí, México. Para ello tomaron una muestra de 180 niños, de los cuales 52.3% del género masculino y 47.7% del género femenino, entre 6 y 12 años. Se realizó un examen clínico donde se evaluó tanto a nivel físico como a nivel dental a cada uno de los niños haciendo uso del índice de Dean y del índice de Thylstrup-Fejerskov. Utilizando envases plásticos sellados y previamente lavados, se tomaron muestras de orina en las

primeras horas de la mañana debido a que ésta posee mayores concentraciones de iones de fluoruro, y se analizaron mediante el método potenciométrico con un electrodo selectivo de iones en concordancia con el método 3808 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. Todos los datos obtenidos fueron recolectados por dos examinadores y fueron analizados mediante un análisis estadístico en una base de Microsoft Excel, tomando en cuenta el índice de concentraciones de flúor permitido por la OMS y el estándar mexicano para la cantidad de flúor del agua. Se llegó a la conclusión de que existe casi cinco veces la cantidad de flúor permitida en el agua, y una relación causal directa con todos los cambios producidos por el exceso de flúor en los dientes de los niños y ligeras atrofias esqueléticas debido al acúmulo de flúor, en edades de entre los 9 y 11 años.

### **1.1.2. Antecedentes Nacionales**

En el año 2015, Méndez<sup>10</sup> realizó una investigación para evaluar la incidencia de fluorosis dental en los niños de 10 a 15 años de edad en la escuela “Las Barreras” en Azua de Compostela, de la provincia de Azua. Se evaluaron 111 niños entre 10 y 15 años de edad, utilizando luz natural para confirmar la presencia de fluorosis dental y se realizaron estudios del agua que consumen los mismos para comprobar si existía un exceso de la concentración de fluoruro. Los resultados arrojaron que la incidencia de fluorosis dental fue alta debido a que el agua potable proveniente tanto del pozo (1.37ppm de fluoruro) como del manantial (1.45ppm de fluoruro) presentaron un alto contenido de fluoruro. Se concluyó que la incidencia de fluorosis dental en niños de entre 10 y 15 años de edad en la escuela “Las Barreras” de Azua de Compostela es alta, ya que un 94.5% de los estudiantes evaluados en el periodo de junio-julio del 2015 presentaron fluorosis dental, y el agua que suelen utilizar de consumo tanto del pozo como del manantial contenía un alto porcentaje de fluoruro.

En el año 1996, Estupiñán-Day<sup>11</sup> realizó un reporte a la fundación Kellogg's, con auspicio de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que consistió en tres propuestas de proyectos de investigación con miras de aplicar políticas nacionales sobre la distribución de flúor a través de la sal, ya que las acciones que tienen que ver con ello se llevan a cabo sin ninguna regulación o fiscalización. Por otro lado, la República Dominicana inició la fluoración del agua de consumo humano en 1982 en San Francisco de Macorís, y en San Juan de la Maguana en febrero de 1983 a cargo de INAPA; posteriormente, Santiago en mayo de 1984 a cargo de CORAASAN. En 1990, sólo un sistema estaba fluorando: San Juan de la Maguana. Posteriormente se suspendieron las operaciones por falta de sales. Los principales motivos para la suspensión del programa se relacionaron con falta de mantenimiento de equipos, no adquisición de insumos a tiempo, ausencia de una supervisión intersectorial, entre otros.



### **1.1.3. Antecedentes Locales**

Se realizó la búsqueda de antecedentes locales en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, sin éxito alguno.

## 1.2. Planteamiento del problema

Está comprobado que el flúor es uno de los elementos químicos que se encuentra ampliamente diseminado en la naturaleza, lo cual da a entender la inevitabilidad de no estar en contacto con él o en su consumo constante. Por esto, desde comienzos del siglo XX se han estudiado sus efectos en el organismo, tanto las ventajas como las desventajas, así como los múltiples beneficios que provee a la salud de los tejidos duros, principalmente a los tejidos dentarios al incorporarse a la estructura cristalina del esmalte en formación, y dar lugar a la fluorapatita y así conseguir una estructura mineralizada mucho más resistente a la caries dental.<sup>1,2,13</sup>

Sin embargo, las cuestionantes de los efectos adversos del flúor despertaron a raíz de la observación esporádica que hizo el Dr. Kuhns al defecto que presentaba el esmalte dental de los miembros de una familia que acudían a su consulta. Más adelante se añaden los doctores Eager, McKay y muchos otros a realizar estudios epidemiológicos para encontrar los factores que condicionaban la aparición de esas manchas opacas permanentes en el esmalte formado que se apreciaban en grupos humanos de áreas específicas. El estudio de mayor relevancia fue el realizado por el Dr. H. Trendley Dean en 1931, cuyo principal objetivo fue determinar cuán altos podían estar los niveles de flúor en el agua potable previo a la aparición de fluorosis.<sup>3</sup>

Dentro de las fuentes disponibles es cierto que la fluoración del agua potable es el método más eficaz y económico para la ingesta del flúor y la consiguiente prevención de la caries dental, siempre y cuando se cumpla con mantener un nivel óptimo en el organismo coadyudado por la dieta. Pero la concentración del flúor es variable en el agua en función de las diversas regiones geográficas, las concentraciones que son aportadas por los alimentos difieren según la dieta y los hábitos, como el cepillado dental con pasta dental fluorada influyen en la ingesta excesiva del elemento, causando estragos como la fluorosis dental, la fluorosis esquelética y afecciones sistémicas, como al sistema nervioso.<sup>1,2,13</sup>

Estas condiciones se han observado en la zona sur de la República Dominicana, especialmente en la comunidad de Barreras en la provincia de Azua, despertando el interés de los investigadores y los organismos gubernamentales, pero ninguno ha reportado de manera formal la situación y sus causantes. Se pretendió, pues, realizar un estudio epidemiológico descriptivo de prevalencia, de corte transversal, para identificar los determinantes que guardan relación con la aparición de fluorosis en la comunidad, y así, aportar los datos y conclusiones a proyectos de investigación, como el que lleva a cabo la unidad de investigación de la escuela de Odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) llamado “Análisis de los efectos sistémicos adversos en pacientes con fluorosis dental”.

Con los resultados que arrojó este estudio, se busca además concientizar a la comunidad, y consecuentemente a la población, sobre aquellos hábitos alimenticios que pueden estar provocando la fluorosis, y así promover la prevención de la condición en las futuras generaciones, disminuyendo la prevalencia de la enfermedad en sus diversas manifestaciones.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto surgieron las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son los factores de riesgo presentes en la comunidad de Barreras asociados a la aparición de fluorosis?

¿Cuáles son los grupos de personas más vulnerables a padecer signos y síntomas clínicos de fluorosis en la comunidad de Barreras?

¿Cuál es la concentración de flúor actual en las fuentes de agua potable de la comunidad de Barreras?

¿Cuáles son las fuentes de flúor ingeridas por los habitantes de la comunidad de Barreras que pueden contener flúor en concentraciones nocivas para condicionar la aparición de fluorosis?

### **1.3. Justificación**

Según la literatura, la fluorosis es una condición que ha sido observada durante un largo periodo de tiempo, siendo objeto de investigación y de mucho interés por odontólogos, epidemiólogos, organizaciones gubernamentales, equipos de investigación epidemiológicos, universidades, etc. Todos han buscado las causas de su aparición desde las múltiples perspectivas por las que puede presenciarse, reportando datos valiosos, como las concentraciones de flúor en el agua potable estudiada, los hábitos alimenticios de la población y las cantidades de flúor absorbidas por el ser humano de fuentes no naturales. Gracias a los esfuerzos aplicados por cada uno de los mencionados, se ha podido estandarizar la concentración a nivel mundial en el agua de consumo, la concentración óptima diaria en función de la dieta y demás fuentes externas, como los productos dentales de higiene, con la finalidad de llevar a cabo las acciones necesarias para la prevención y reducción de la incidencia de fluorosis.<sup>5,7</sup>

Dadas las múltiples fuentes que reportan datos relacionados a los factores de riesgo para la aparición de la fluorosis, se conoce que la concentración de fluoruros en el agua potable, los elementos que componen la dieta del individuo como la leche, la sal, los alimentos enlatados, los vegetales y los pescados y mariscos; la profesión que se realiza, el ambiente y alguna que otra patología sistémica pueden ser las causas del surgimiento de la fluorosis en sus variantes.<sup>13</sup>

En la República Dominicana, especialmente en la zona sur se ha visto a lo largo del tiempo un pobre alcance de las atenciones gubernamentales en el sector salud, esto potenciado por sus deterioradas vías de transporte y déficit en la educación. Estos descuidos han inducido a un grado considerable en la prevalencia de fluorosis dental en la zona, y que han estado desprovistas de las atenciones de salud pública en su prevención y concientización; por tanto, ha sido objeto de preocupación desde el año 1974, el hecho de que la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social llevaron a cabo un estudio sobre la fluoración de las aguas de consumo de la zona sur, especialmente en Baní y Azua.

Este trabajo surgió a raíz de los esfuerzos interrumpidos del estudio nacional mencionado y de las observaciones reportadas de signos de fluorosis en la comunidad de Barreras, con la intención de identificar los determinantes o factores de riesgo que se encuentran presentes en dichas comunidades. Por igual, conocer el principal detonante de esta condición, como aporte al proyecto de investigación titulado “Análisis de los efectos sistémicos adversos en pacientes con fluorosis dental” que es llevado a cabo por un conjunto de profesionales de la salud de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

Se buscó por igual, brindar la información obtenida a personas de interés, proyectos de investigación y organismos gubernamentales para que lleven a cabo la concientización de la comunidad sobre la condición, respecto a las costumbres alimenticias que pueden estar causando la aparición de fluorosis en sus dos vertientes, de modo que exista una modificación en la dieta que ayude a la prevención y disminución de la prevalencia de la fluorosis.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Identificar los factores de riesgo asociados a la aparición de fluorosis presentes en la comunidad de Barreras, del municipio Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1.4.2.1. Identificar los grupos de personas que se encuentran más afectados por fluorosis en la comunidad de Barreras.

1.4.2.2. Determinar la concentración de flúor actual en las fuentes de agua potable de la comunidad de Barreras.

1.4.2.3. Identificar las fuentes de flúor ingeridas por la comunidad de Barreras cuya concentración de flúor es nociva para condicionar la aparición de fluorosis.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

El flúor, o fluoruro, es una entidad importantísima en la vida del ser humano por su notable presencia en el día a día. Pero, su ingesta excesiva conlleva a la aparición de efectos adversos para la salud, tales como la fluorosis. A continuación, se detallarán informaciones pertinentes sobre el flúor y su presencia en la historia, las fuentes de ingesta del mismo, las vías de administración, las concentraciones óptimas, los lugares de concentración en el cuerpo, sus efectos y mecanismo de acción y cómo se metaboliza. Por otro lado, se hará mención de la fluorosis, los determinantes de su aparición o factores de riesgo, cómo se clasifica, las manifestaciones clínicas y cómo diagnosticarla.

### **2.1. Flúor. Generalidades. Trascendencia histórica**

Desde el punto de vista puramente químico, el flúor es el primer elemento de la familia de los halógenos y el elemento químico más reactivo. Se le ha identificado como un halógeno gaseoso, con el número atómico 9 y símbolo F en la tabla periódica. Debido a que es el elemento más reactivo y electronegativo, siempre se encuentra de forma combinada y no en su estado puro; por tanto, se utiliza mayormente el término "fluoruro" para hacer referencia a los compuestos que contienen el ión flúor (F<sup>-</sup>), ya sean orgánicos u inorgánicos.<sup>12,14</sup>

Los fluoruros están presentes en todas partes: en el suelo y en las rocas, principalmente en minerales como la criolita, apatita, fluorita, mica y otros, en niveles significativos; en el aire, como resultado de las actividades naturales y humanas; en el agua, tanto superficiales como subterráneas; y en los alimentos, ya sean frescos o enlatados.<sup>3,6,7,15</sup>

El flúor es un elemento traza, considerado un tóxico ambiental, muy reactivo y sumamente perjudicial para la salud en cantidades excesivas, destacándose así de los demás oligoelementos. Es tanto, que estudios epidemiológicos han probado que es cancerígeno. Muchos de sus compuestos, en especial los inorgánicos, son tóxicos y pueden causar quemaduras severas y profundas. Tanto así, que la OMS mediante su Programa Internacio nal

de Seguridad de las Sustancias Químicas, publicó un listado de las 10 sustancias que constituyen una preocupación para la salud pública, donde el flúor, mediante su consumo excesivo o cantidad inadecuada presente puede provocar fluorosis dental y esquelética después de una exposición prolongada.<sup>2,6,7,16</sup>

Sin embargo, desde el punto de vista médico, la presencia de flúor o fluoruros en el organismo es de suma importancia. La ADA, en un artículo publicado en el 2015 titulado “About Fluoridation Facts” considera el fluoruro como el compuesto natural que ayuda a prevenir la caries dental; en otras palabras, como el luchador natural contra la caries presente en pequeñas cantidades en todos los recursos hídricos, tales como los lagos, ríos y pozos.<sup>17</sup>

### **2.1.1. Historia de la presencia del flúor**

En 1888, un dentista alemán llamado J. Kuhns, afirmó en la reunión de la Asociación Dental de Durango, México, sobre la aparición de diferentes manchas de color pardo oscuro en la superficie dental que variaban de intensidad, en dependencia del tiempo que esas personas estuvieron tomando agua de la localidad. En un principio, Kuhns pensó que las machas tenían relación con las aguas termales que eran utilizadas para uso doméstico, y se planteó que se debían a compuestos de manganeso y hierro, que al tener acción bajo la luz formaban óxido de manganeso, por lo que se atribuyó el color oscuro. También, observó que no solo pasaba en las superficies de los dientes, sino que, también dentro de todo el tejido dental.<sup>3-5</sup>

Otro informe realizado por Frederick McKay en 1901, el cual fue destinado por el Servicio de Salud Americano en Nápoles, Italia, buscaba la examinación de los inmigrantes que se dirigían a los EE. UU., dentro de los cuales se distinguían los pobladores de Pozzuoli, que presentaban dientes de color negruzco. También, este caso se consideró como efectos causados por el agua de consumo durante la infancia, debido a que la zona donde residían era de tipo volcánica, y se pensaba que los gases volcánicos eran inhalados o ingeridos por los alimentos y que el agua que tomaban estaba contaminada.<sup>3-5</sup>



El 8 de enero de 1909, la Junta Escolar autorizó el examen de dientes en niños junto con la Sociedad Dental de Colorado Springs, los cuales autorizaron a McKay a recolectar información de éstos acerca del lugar de nacimiento, de residencia y edad en la que se habían trasladado a Colorado Springs. McKay, junto con dos colaboradores, inspeccionaron 2,945 niños y descubrieron que: el 87.5% presentaron algún grado de esmalte moteado o manchas coloradas y que los niños eran nativos de la región de Pikes Peak. En relación con éstos, McKay y colaboradores expusieron que la manchas se debían a imperfecciones intrínsecas del esmalte que solo aparecían en personas originarias de la zona de Pikes Peak o que se habían trasladado allá a temprana edad, y que los dientes afectados por la enfermedad eran más resistentes a la caries, aunque no estaban convencidos de cuál era el agente causal.<sup>14</sup>

Más adelante McKay viajó por 10 estados buscando casos clínicos de los cuales se presentarían manchas similares; avanzó hasta Europa donde realizó exámenes en dos países, pero no obtuvo conclusiones en sus estudios.<sup>3-5</sup>

En 1909, el Dr. Black examinó personalmente los niños de Colorado Springs y posteriormente realizó investigaciones histológicas del esmalte moteado y concluyó que se trataba de una imperfección endémica del diente. Su hipótesis fue que un elemento químico en el agua producía manchas.<sup>3-5</sup>

En 1931, un químico de una empresa de fabricación de utensilios de cocina, G. Churchill, el cual presentaba esmalte moteado, pensó que el aluminio podía ser el agente causal del problema, por lo que realizó un informe a la Compañía Americana de Aluminio, quienes por miedo a que se difundiera esta información realizaron una investigación del agua de la zona y se detectó que el agua tenía altas concentraciones de fluoruro. Para completar la información, se hicieron determinaciones de la presencia de dicho elemento en las zonas donde se presentaban manchas moteadas en los dientes, por lo que se llegó a la conclusión que altos niveles de flúor provocaban dichas manchas.<sup>3-5</sup>

En 1933 entra en acción H. Trendley Dean, odontólogo e investigador del Servicio de Salud Pública de los EE. UU., el cual realizó estudios para introducir el flúor en la prevención de caries. Utilizando las investigaciones de McKay y Black, se sugirió a las autoridades sanitarias el prevenir la caries añadiendo flúor a las aguas de consumo. Inicialmente las investigaciones se concentraron en determinar los niveles de concentración del flúor seguros, en los cuales no se predispusiera la aparición de fluorosis y se desarrolló un método para medir los niveles de flúor en el agua, con una precisión de 1.0 ppm.<sup>3-5</sup>

En el 1944, en la ciudad de Grand Rapids, del estado de Michigan, se autorizó la adición de flúor en el sistema de distribución del agua y comenzó la era de la prevención de las caries incorporando flúor. En 1956 se divulgó con propaganda el promedio de caries en Grand Rapids en niños nacidos después de la adición del flúor, el cual se redujo en un 60%. Esto provocó una revolución en la prevención de la caries dental y a causa de esto se realizó la fluoración de las aguas de consumo en cientos de ciudades.<sup>3-5</sup>

En las décadas siguientes se reportaron reducciones en los porcentajes de índice de caries entre el 20% y el 40%; esta reducción provocada por el flúor en el agua, la cual producía la disminución de caries en general, se aplicó al uso de dentífricos fluorados más que en el agua de consumo, y los estudios sobre éstos mostraron resultados satisfactorios.<sup>3-5</sup>

## **2.2. Comportamiento del flúor en la naturaleza**

### **2.2.1. Fuentes de ingesta de flúor**

Como ya se ha comentado anteriormente, los fluoruros están muy repartidos en la naturaleza, ocupando el 13er lugar en abundancia gracias a las características geoquímicas de la corteza terrestre y la afinidad del elemento para interactuar. Es por esto que las fuentes de ingesta de fluoruros comprenden un gran abanico de posibilidades: las aguas de consumo, la inhalación de partículas presentes en el aire, los alimentos que componen la dieta, sean frescos como en conserva; la sal, las bebidas naturales y artificiales, las pastas dentales, los suplementos fluorados, entre muchos otros.<sup>1,3,18</sup>

Los fluoruros pueden ingerirse por medio de alimentos sólidos, líquidos, de manera gaseosa (inhalación) o de manera cutánea (ésta en condiciones especiales). El medio predilecto es a través de los líquidos, principalmente por la toma de agua potable fluorada. Sin embargo, en diversos estudios como el de Kahama, Kariuki y Njenga<sup>19</sup> en 1997, así como en un documento publicado en el 2010 por la OMS titulado “Inadequate or excess fluoride: A major public health concern”, se ha planteado que los alimentos son la principal fuente de ingesta de fluoruros en la gran parte del mundo, por lo que las cantidades a ingerir a través de ellos pueden ser mayores que las provenientes del agua, gracias a que casi todos contienen trazas del elemento.<sup>2,15</sup>

Dicho esto, a continuación, se desarrollará cada fuente de ingesta mencionado:

#### 2.2.1.1. Agua de consumo

Según fuentes de la Sociedad Española de Odontopediatría, “Los fluoruros son ubicuos en el medio ambiente; por ello, es frecuente que las fuentes de agua de bebida los contengan, por lo menos, en pequeñas cantidades. La cantidad de fluoruros presentes de manera natural en el agua potable no fluorada (es decir, agua de bebida a la cual no se han añadido deliberadamente fluoruros para prevenir la caries dental) es muy variable, abarcando niveles que pueden alcanzar hasta unos 2,0 mg/L. Sin embargo, en las zonas del mundo con fluorosis endémica del esqueleto y/o los dientes, bien documentada, las concentraciones de fluoruros en la red de suministro del agua potable van de 3 a más de 20 mg/L. En zonas con agua potable fluorada (es decir, con adición deliberada de fluoruros para la prevención de la caries dental), la concentración de fluoruros en el agua, generalmente, oscila entre 0,7 y 1,2 mg/L.”<sup>12</sup>

El agua potable es considerada como la principal fuente de ingesta de fluoruros en el mundo. La presencia de éstos en el agua puede estar dada por actividades naturales o actividades humanas. Las actividades naturales abarcan: el arrastre de rocas y suelos, produciéndose el depósito de los fluoruros a partir de los ricos minerales que los componen; por cambios

climáticos y emisiones volcánicas, con la consecuente deposición y disolución de las partículas provenientes de la atmósfera. Las actividades humanas comprenden: la deposición de los líquidos de desecho de procesos industriales como la fundición de aluminio al utilizar criolita, la fabricación de ladrillos, la fabricación y uso del ácido fluorhídrico.<sup>2,7,14</sup>

Debido a las múltiples opciones mencionadas que potencian la disponibilidad de los fluoruros en el agua, estudios como el de Avila et al<sup>6</sup> y libros odontológicos han concluido que el compuesto está presente en mayores concentraciones en las aguas subterráneas que en las aguas superficiales.<sup>3,20</sup>

La fluoración de las aguas de consumo se inició a partir de la década de 1920, luego de los estudios realizados por odontólogos investigadores como Kuhns, McKay y Dean, y desde entonces, en todo el mundo, las organizaciones gubernamentales se han preocupado por determinar, estandarizar y aplicar las concentraciones adecuadas de fluoruros en el agua potable de la población, tomando en cuenta que la concentración es variable dependiendo de las diversas regiones geográficas y de la temperatura.<sup>3-5</sup>

Otra razón por la que la ingesta de fluoruros por medio del agua potable es considerada como la fuente principal y la más importante, además de simplemente la ingesta diaria de la misma por necesidades biológicas, radica en que uno de sus principales usos es la cocción de los alimentos; por tanto, existe un consumo mayor en la cantidad de fluoruro de manera indirecta a través del agua, al incorporarse partículas a los alimentos, según concluyeron estudios como el de Gallará et al<sup>1</sup>, y el de Jackson et al<sup>21</sup>.

En resumen, el agua potable o las aguas de consumo, sean subterráneas, superficiales o envasadas, representan una de las más importantes fuentes de ingesta de flúor para el ser humano gracias a los múltiples usos que presenta, como: el consumo propiamente dicho, la cocción de los alimentos, la irrigación de los cultivos y suelos, etc.; por esto, se ha visto la necesidad de controlar las concentraciones del compuesto por parte de las organizaciones gubernamentales de cada país en función de diversas variables, e internacionales como la OMS, que se ocupó de publicar las “Directrices del Agua de Consumo”, donde presenta el

valor del fluoruro considerando el impacto de las condiciones climáticas, el volumen de agua que se ingiere y la ingesta de fluoruro por otras fuentes.<sup>5,7</sup>

#### 2.2.1.2. Alimentos

Dentro de todas las fuentes de ingesta que se pueden mencionar, los alimentos poseen un rol importantísimo. Desde los años 90, a partir de estudios como el de Kahama et al<sup>19</sup>, han empezado a considerarse como las principales fuentes de ingesta de flúor por encima de la ingesta de agua potable, debido a: la gran probabilidad de que éstos aportan cantidades muchas veces mayores del elemento gracias a la gran variedad presente en la dieta, considerando que gran parte de los alimentos poseen fluoruros, y que la concentración de éstos se ve aumentada por la absorción a partir del agua potable que se utiliza para la cocción y el suelo donde se cultivan.<sup>19</sup>

Los alimentos que se destacan por contener cantidades significativas de fluoruro son: los pescados y mariscos, la leche, el té, las legumbres y los vegetales; y otros como el tabaco y el alcohol.

Los pescados como el salmón, las sardinas y el bacalao, tanto frescos como enlatados, poseen cantidades considerables de flúor localizadas en el esqueleto. Por ende, la concentración de flúor que se puede encontrar en ellos varía según la incorporación de los huesos al momento del consumo; es decir, habrá una mayor ingesta de fluoruros al consumir los huesos de los pescados, y una menor ingesta de fluoruros si no se ingieren los huesos.<sup>2,3,22</sup>

La leche natural, al ser un producto animal proveniente de la vaca, recibe mínimas cantidades de flúor a partir de la principal fuente de alimentación de la especie: el pasto. Por esto, estudios como el de Kahama et al<sup>19</sup> plantean que el fluoruro contenido en los suelos ejerce influencia en los niveles de flúor que de por sí el pasto ya contiene, aumentando la concentración. La leche envasada también presenta ciertos niveles de fluoruro, gracias a la adición de los mismos en el proceso industrial para la comercialización. Dicha iniciativa se

llevó a cabo a partir de la fluoración de las aguas de consumo, con el fin de potenciar el efecto preventivo frente a las caries.<sup>3</sup>

El té, una bebida elaborada a partir de hojas secas, es considerada la bebida más influyente en la ingesta de fluoruros, debido a dos factores: estas hojas secas naturalmente contienen altos niveles de flúor, y el agua potable que se utiliza para la preparación se encuentra fluorada. Uno de los ingredientes que se utilizan comúnmente en la preparación son las hojas maduras, raíces y frutos de la planta “*Camellia sinensis*”, especie con importantes cantidades de flúor, y a partir de ellos se elaboran tanto té negro como té verde. Está demostrado por múltiples estudios como los de Izuora et al<sup>20</sup>, Dhurvey et al<sup>8</sup> y otros, que el té presenta una significativa concentración de flúor, y que la ingesta excesiva del mismo por un largo periodo de tiempo conlleva a la acumulación de flúor en el cuerpo, perjudicando la salud.<sup>1,4</sup>

Las legumbres, los cereales, las frutas y los vegetales, como parte esencial de la dieta humana por las múltiples propiedades y beneficios que brindan, aportan fluoruros tanto directa como indirectamente. De manera directa por las cantidades que ya posee, e indirectamente por dos razones: su cultivo se realiza en los suelos, por lo que aquellas áreas donde éstos son ricos en fluoruros se produce una absorción directa potenciando el nivel que de por sí tienen los alimentos; y por medio de la cocción para su consumo, se incorpora más fluoruro gracias al agua que ya está fluorada. Estas son las bases por las que Ranjan y Yasmin<sup>23</sup> realizaron un estudio en el 2014 titulado “Assessment of fluoride intake through food chain and mapping of endemic areas of Gaya District, Bihar, India”, donde determinaron que la mayor concentración de flúor se encontraba en los vegetales y leguminosas, principalmente los vegetales de hojas como la espinaca, la albahaca, las lechugas, el kale o col rizado y otros como el trigo y las nueces de betel.<sup>4,8</sup>

#### 2.2.1.3. Tabaco y bebidas alcohólicas

Por último, el tabaco y el alcohol son fuentes adicionales que no forman parte en sí de la dieta, pero se contemplan a raíz de que su ingesta excesiva en largos periodos de tiempo potencian las alteraciones y enfermedades que pueden aparecer por acumulación de flúor.<sup>4,8</sup>

#### 2.2.1.4. Sal de consumo

La sal común o de consumo humano es considerada una fuente de ingesta de flúor por utilizarse como una vía de administración del elemento. Esto surge luego de los estudios realizados por McKay, Dean y demás investigadores, al observar que sería una alternativa para aquellas comunidades que no tuviesen acceso a aguas fluoradas, o simplemente para potenciar y promover los efectos positivos que ya el agua estaba aportando, tomando la iniciativa de añadir cantidades específicas de fluoruro a la sal.<sup>3,24</sup>

La sal fluorada es una de las fuentes a tomar en cuenta, al observar que la fluoración de la misma es un método que se practica con amplitud en países como Alemania, Francia y Suiza, donde 30 a 80% de la sal que se comercializa para uso doméstico está fluorada. En el libro de Odontología Preventiva se muestra que “En 1977, durante el Primer Simposio Internacional sobre Fluoración de la Sal, y como resultado de los estudios realizados en Suiza, Hungría, España y Colombia, se llegó a la conclusión de que esta medida es eficaz y segura. Por tanto, en 1979, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud recomendaron, en la resolución 39, el desarrollo de programas encaminados a la fluoración de la sal de mesa”.<sup>3,25</sup>

En resumen, la sal gana su puesto merecidamente como fuente de ingesta de flúor por estar presente en la cocción de la gran parte de las preparaciones alimenticias del día a día, aumentando así los niveles de ingesta del elemento que ya se obtienen a partir del agua potable, que también se utiliza para el mismo fin.

#### 2.2.1.5. Productos dentales

La administración de fluoruros posee un rol importantísimo en el campo odontológico por su demostrada acción preventiva contra la caries, por lo que otras fuentes de ingesta son los dentífricos, los enjuagues bucales, los geles y barnices fluorados, y los suplementos fluorados (que son de administración oral por indicación del odontólogo). De todos estos, los dentífricos son los que destacan por ser los más importantes en la higiene bucal y los de uso diario ininterrumpido.<sup>16</sup>

Los dentífricos han sido estudiados a mayor cabalidad con relación a su ingesta y aporte de fluoruros al organismo, en numerosas discusiones profesionales a modo de simposios y conferencias desde 1989. Múltiples y diversos estudios llevados a cabo por: Hargreaves et al<sup>26</sup>, Salama et al<sup>26</sup>, Dowell<sup>26</sup>, entre otros determinaron, de distintas maneras, que las cantidades de fluoruros ingeridos a través del cepillado con la pasta dental por niños de 3 años adelante excedían el promedio diario de ingesta de flúor establecido, independientemente de residir en áreas fluoradas o no fluoradas.<sup>3,5</sup>

A raíz de esto, son muchas las fuentes bibliográficas que sugieren el control de la dosis que recibe el niño a través de los productos dentales: libros como *Odontología Preventiva de Higashida*<sup>3</sup>, *Odontología Pediátrica de Duggal et al*<sup>25</sup>; estudios como el de Mascarenhas<sup>5</sup>, el de Montaña<sup>14</sup> y el de Levy<sup>26</sup> sustentan la importancia de la asistencia odontológica para cumplir dicho objetivo.



## 2.2.2. Concentraciones óptimas del flúor

Gracias a los tantos estudios, investigaciones, conferencias, simposios realizados a lo largo del siglo XX y hasta la fecha, se ha demostrado que mantener un nivel óptimo de los iones de fluoruro en la dieta reduce de manera significativa la aparición e intensidad de la caries dental. Sin embargo, también se ha demostrado que el consumo de fluoruro varía de persona a persona, de comunidad a comunidad, lo que dificulta calcular con precisión los niveles exactos a ingerir. A raíz de esto, las organizaciones y entidades gubernamentales de salud de cada país, así como, las internacionales han dedicado esfuerzos en estudiar, determinar y establecer parámetros, y estandarizar las concentraciones que se pueden considerar benéficas y perjudiciales.<sup>2,27</sup>

### 2.2.2.1. Agua de consumo

Según plantea el estudio realizado por Rozier et al<sup>13</sup> en el 2010, titulado *Evidence-Based Clinical Recommendations on the Prescription of Dietary Fluoride Supplements for Caries Prevention*, “los niveles óptimos del fluoruro se determinan dependiendo del promedio anual de la máxima temperatura diaria del aire de la zona geográfica, lo cual es basado en la suposición de que la cantidad de agua, y por tanto de fluoruro, que las personas consumen va a variar según la temperatura”. Esto quiere decir que la concentración óptima de fluoruro varía según la temperatura, por lo que en zonas con altas temperaturas se bebe más agua, y por consiguiente el agua debe tener menor concentración de fluoruro que en regiones con temperaturas más bajas.<sup>3</sup>

Por tanto, para el agua potable o de consumo se ha comentado que la concentración óptima de fluoruro debe ser 0.8 a 1.0 mg/L (1 ppm), a partir del estudio original de “21 ciudades” realizado por Dean en 1942. Este dato tal cual, es sustentado por múltiples y diversas fuentes bibliográficas que abarcan tanto libros como estudios a lo largo de los años, y por organizaciones internacionales como la OMS, la cual en su documento “Directrices del Agua de Consumo”, presenta el valor del fluoruro tomando en consideración el impacto de las

condiciones climáticas, el volumen de agua que se ingiere y la ingesta de fluoruro por otras fuentes.<sup>2,7,25</sup>

Más recientemente, y con mayor peso, la OMS ha planteado los valores de referencia del fluoruro para el agua potable, al publicar una nota técnica que estuvo a cargo de la Dra. Ana Boischio, en la cual ésta expresa lo siguiente: “La OMS recomienda que el valor de referencia para el fluoruro en el agua potable sea de 1,5 mg / L (OMS, 1993, 1996b). También se señaló que “en el establecimiento de normas nacionales para el fluoruro, es especialmente importante tener en cuenta las condiciones climáticas, la ingesta de agua y la ingesta de flúor a través de otras fuentes (por ejemplo, de alimentos y el aire). En áreas con altos niveles de fluoruro naturales, se reconoce que el valor de referencia puede ser difícil de lograr en algunas circunstancias, con la tecnología de tratamiento disponible” (OMS, 1996b)”<sup>28</sup>

#### 2.2.2.2. Alimentos

Los pescados presentan concentraciones en un rango de 0.1-20 ppm o más, especialmente las sardinas, el atún, el salmón, el bacalao y el arenque. También, se puede incluir los mariscos, principalmente los camarones. Este rango es debido a que el fluoruro se concentra en los huesos, y sucede que estos ejemplares son los más consumidos por el ser humano cuyo esqueleto también es parte de la ingesta.<sup>1-3</sup> (Ver Anexo 1)

La leche, junto con sus derivados, presentan concentraciones de fluoruro controladas por las envasadoras lecheras, quienes realizan la adición de éste en el proceso industrial. La administración de fluoruro por medio de la leche es considerada una medida alternativa.<sup>3</sup>

Las hojas secas provenientes de plantas con las que se preparan las infusiones de té, como la *Camellia sinensis*, posee de 100-300 ppm; de esto la infusión resultante tiene entre 0.5-3 ppm, según el origen de la hoja. A raíz de esto, se infiere que la ingesta excesiva de tisanas a lo largo del tiempo promueve la acumulación del fluoruro en el cuerpo, implicando graves consecuencias en la salud de la persona. Así lo demuestra un estudio realizado por Izuora et al<sup>20</sup> en el 2011 titulado “Skeletal fluorosis from brewed tea”.<sup>2,8</sup> (Ver Anexo 1)

Los vegetales, legumbres y cereales son considerados portadores de considerables niveles de flúor en su interior por dos razones: se cocinan con agua potable con grandes posibilidades de encontrarse fluorada, de la cual absorben fluoruro, y por cultivarse en suelos ricos de áreas endémicas ricas en fluoruro. Esto lo demuestra Ranjan y Yasmin<sup>23</sup> en el 2014, por medio de un estudio en el cual comprobó que las especies vegetales fueron las de mayor impacto en la ingesta de fluoruro de la población, principalmente aquellas de bajo nivel socioeconómico.

#### 2.2.2.3. Sal de consumo

La fluoración de la sal se realiza con un enfoque profiláctica, como medida alterna para potenciar la ingesta de flúor y conseguir los efectos terapéuticos que se desea para la reducción de la caries dental. La adición de fluoruro de sodio a la sal es una medida global, regulada por cada país según los requerimientos de la población, así como, lo dicta la resolución 39 de las recomendaciones publicadas por la OMS y la OPS en 1979. La concentración más utilizada es 250 mg por kilogramo de sal.<sup>2,3,25</sup>

#### 2.2.2.4. Productos dentales

Los dentífricos para adultos poseen concentraciones entre 1,000 a 1,500 ppm, mientras que, para los niños poseen entre 500 a 750 ppm, las cuales son suficientes para provocar la reducción en la prevalencia de caries en un 25% y evitar el riesgo de desarrollar fluorosis. Los compuestos fluorados que se añaden a las pastas dentales son: fluoruro de sodio (NaF), monofluorofosfato de sodio (NaMFP), fluoruro estañoso (SnF), y en menor medida fluoramina (AmF).<sup>18,25</sup>

Para los aditamentos de higiene oral fluorados, se establecen las siguientes concentraciones:<sup>18,25</sup>

- Geles fluorados: contienen 12,300 ppm para uso profesional y menos de 1,000 ppm para uso doméstico.
- Enjuagues fluorados: solución al 0.05% (225 ppm) de uso diario o al 0.20% (900 ppm) de uso semanal.
- Barnices fluorados: representan el 5% en peso, con un valor de 22,600 ppm.

En el reporte realizado por Rozier et al<sup>13</sup> en el 2010 se plantean las recomendaciones y directrices para la prescripción y administración de los suplementos fluorados para los niños, lo cual debe ser evaluado por el odontólogo pediatra u odontopediatra, tomando en cuenta variables como la edad, la alimentación, la historia odontológica, etc. (Ver Anexo 2)

Duggal et al<sup>25</sup>, en su libro Odontología Pediátrica, expresan lo siguiente: “la dosis con probabilidades de ser tóxica es de 5 mg F/kg de peso corporal. La dosis tolerada segura es de 8 a 16 mg F/kg de peso corporal. La dosis con certeza de resultar letal es de 32 a 64 mg F/kg de peso corporal.” También dicen que “para una salud dental óptima, la ingesta diaria total de fluoruro debe ser de 0.05 a 0.07 mg F/kg de peso corporal. Para evitar el riesgo de fluorosis dental, la ingesta no debe exceder un valor diario de 0.10 mg F/kg de peso corporal”.<sup>25</sup>

### 2.2.3. Lugares de concentración en el organismo

Higashida<sup>3</sup>, en su libro *Odontología Preventiva*, expresa claramente que “la cantidad de flúor en el organismo es variable y depende de la ingestión, la inhalación (en algunos casos), la absorción y la eliminación, así como, de las características de los compuestos; por ejemplo, el fluoruro de sodio se absorbe en gran cantidad. Sin embargo, en términos generales el organismo contiene alrededor de 2.6 g de flúor, el cual se concentra en algunos tejidos: huesos, 500 ppm (20 ppm en el feto); cartílago, 30 ppm; esmalte, 100 ppm; dentina, 300 ppm; cemento, 1,000 ppm; pulpa, 680 ppm, y placa dentobacteriana, 67 ppm”.<sup>3</sup>

Fisiológicamente, se considera que el flúor tiene afinidad por los tejidos mineralizados, como el hueso o los dientes en formación, y se acumula preferentemente en el esqueleto. Esto quiere decir y demuestra que la ingesta excesiva de flúor luego de la formación dentaria no es un factor de riesgo para la aparición de fluorosis dental. Según Williams y Elliott<sup>2</sup> en su libro de *Bioquímica Dental Básica y Aplicada*, “alrededor del 95% del fluoruro que se retiene en el organismo se deposita en los tejidos calcificados. A medida que aumenta el contenido de F- en el agua, aumenta el F- en los huesos en forma lineal”.<sup>2</sup>

Desde el punto de vista odontológico, la incorporación del flúor a los dientes se lleva a cabo en tres etapas:<sup>29</sup>

- Durante el desarrollo del esmalte: donde el máximo de concentración del flúor ocurre simultáneamente con un nivel alto de proteínas, sugiriéndose la asociación del primero con el segundo en vez de hacerlo con minerales.
- Después de la calcificación: donde existen concentraciones bajas de flúor presentes en el líquido intersticial de los dientes sin erupcionar.

- Luego de la erupción y a través de la vida: se acumula flúor a partir del medio bucal, aunque después del brote existe una captación muy lenta de flúor superficial, en particular en regiones porosas y de caries.

El flúor se encuentra en altas concentraciones en la dentina; por tanto, si se aplica de manera tópica en este lugar, se difunde a través de los túbulos dentinarios. En la raíz dental expuesta ayuda a formar una capa de mineral de alta densidad.<sup>3</sup>

El depósito de flúor varía con la edad: en los niños, 50% se fija en huesos y dientes en formación; en los adultos, se deposita básicamente en los huesos. Por consiguiente, también la excreción varía con la edad y es más o menos de 50% en los niños y de 70% o más en los ancianos. Por esto, es importante vigilar la ingesta de fluoruros en niños, especialmente cuando las coronas clínicas de los dientes permanentes están en formación, período crítico que va desde el nacimiento hasta, aproximadamente, los 8 años de edad.<sup>3,27</sup>

## **2.3. Efectos del flúor en el ser humano**

### **2.3.1. Efectos del flúor. Mecanismo de acción**

La presencia de los fluoruros en el organismo presenta efectos tanto benéficos como adversos para la salud humana. El principal beneficio es a nivel dental, donde se observan los principales efectos positivos, por lo cual surgieron los sistemas de fluoración de las aguas, de la sal, y el uso de los suplementos fluorados, con el fin de promover la reducción en la prevalencia de caries.

Según la Asociación Dental Americana, el flúor es beneficioso por cinco factores diferentes:<sup>30</sup>

- Previene la caída de los dientes.
- Protege contra la caries a todas las edades.
- Es sano y seguro.
- Ayuda en el ahorro de dinero.

- Es un elemento natural para el organismo.

El mecanismo de acción del flúor ha sido bien estudiado, de modo que ha sido posible catalogar sus acciones o efectos en cuatro renglones:

a) Acción sobre la hidroxiapatita: el flúor incorporado al esmalte durante el proceso de formación del diente, e incluso luego de que se produzca la erupción dentaria, desplaza el grupo hidroxilo para formar un compuesto con mejores propiedades denominado fluorapatita (FAP). La formación de este compuesto se debe a la adición de flúor a los líquidos que rodean el esmalte, estableciéndose una estructura cristalina mejorada que es más resistente a los ácidos bacterianos por contener más fluoruro y menos carbonatos.<sup>3,13,14</sup>

b) Acción sobre las bacterias de la placa bacteriana: el flúor actúa como inhibidor enzimático y reductor de la flora cariogénica, al inhibir el metabolismo de los carbohidratos y la producción de los ácidos que desmineralizan el diente, afectando la producción bacteriana de los polisacáridos adhesivos.<sup>2,13,14</sup>

c) Acción sobre la superficie del esmalte: inhibiendo la unión de proteínas y bacterias debido a la formación de una estructura cristalina altamente resistente por incorporación del flúor, disminuyendo la energía superficial libre. Como el esmalte con proporción alta de fluorapatita o fluorhidroxiapatita es menos soluble en ácido que cuando contiene sólo hidroxiapatita, el flúor tiene un papel protagónico en los procesos de desmineralización y remineralización.<sup>3,14</sup>

d) Acción sobre el tamaño y la estructura del diente.<sup>14</sup>

Cameron, Widmer y colaboradores<sup>18</sup> plantearon en su *Manual de Odontología Pediátrica* que “al fluoruro se le atribuye un efecto predominantemente tópico, más que sistémico, ya que actúan fundamentalmente durante el proceso de remineralización, con posterioridad a la erupción”.

Por su parte, Duggal et al<sup>25</sup> también plantearon en su libro *Odontología Pediátrica* los mecanismos de acción del fluoruro:

- Actúa durante la formación de los dientes haciendo los cristales del esmalte más grandes y estables.
- Inhibe las bacterias de la placa al bloquear la enzima enolasa, durante la glucólisis.
- Inhibe la desmineralización cuando está en solución.
- Fomenta la remineralización al formar fluorapatita.
- Afecta la morfología de la corona haciendo las excavaciones y fisuras más someras y por tanto menos propensas a crear zonas de estancamiento.
- Es la actividad del ión fluoruro en el líquido oral lo que es importante para reducir la solubilidad del esmalte, no la presencia de un alto contenido de fluoruro en el esmalte.

Cabe recordar que el flúor es de los elementos más reactivos y tóxicos que existen, por lo que su exceso conlleva a efectos negativos que se reflejan en primer lugar en la estructura dental, y a medida que va aumentando su concentración a lo largo del tiempo puede repercutir en efectos adversos para la estructura ósea corporal y demás órganos y tejidos.<sup>3</sup>

Considerando que el agua potable es de las principales fuentes de ingesta de flúor disponibles, y de las que se tiene control de la concentración, se derivan los efectos adversos que se pueden observar a partir del aumento de los niveles contenidos, que abarcan desde cambios perceptibles en el esmalte, manifestaciones severas del mismo, hasta características perjudiciales en los huesos.<sup>2</sup> (Ver Anexo 3)

Los efectos negativos que pueden observarse por una intoxicación de flúor (ingesta excesiva) dependerá de la severidad. Frente a una intoxicación aguda, se presentarán: náuseas, vómitos, dolor abdominal, mareo, debilidad muscular, escalofríos, depresión del sistema nervioso, disnea, palidez, bradicardia, midriasis, espasmos, convulsiones, coma e incluso la muerte.<sup>3,15</sup>



Esto se debe a que el flúor reacciona con el ácido gástrico para producir ácido fluorhídrico en el estómago, produciendo la inhibición de las enzimas dependientes del magnesio y el hierro, con lo cual se bloquea el metabolismo celular. También, origina formación de compuestos de calcio que conducen a hipocalcemia, con la consiguiente alteración de la transmisión de impulsos nerviosos y alteraciones de la coagulación sanguínea.<sup>3,15</sup>

Frente a una inhalación de fluoruro de hidrógeno se produce la irritación severa del tracto respiratorio, presentando signos como: tos, asfixia y edema pulmonar. Por igual, existe la posibilidad de contraer asma debido a la exposición prolongada al gas de fluoruro de aluminio.<sup>15</sup>

De manera crónica, y a nivel de los tejidos y órganos especializados, la presencia en exceso del fluoruro repercute directamente en la inteligencia, en el sistema nervioso y el aparato reproductor masculino. Se ha demostrado que el promedio de coeficiente intelectual en niños que inhalan constantemente el fluoruro que se desprende de la quema de carbón, disminuye considerablemente en comparación con aquellos niños que no se encuentran expuestos. En el sistema nervioso se ha observado que el fluoruro tiende a acumularse en el cerebro, inhibiendo la síntesis de neurotransmisores y receptores, y en el sistema reproductor masculino perturba la espermatogénesis, la función y estructura de los espermatozoides y la producción de hormonas que tienen que ver con la reproducción masculina.<sup>4,15</sup>

Y las manifestaciones más importantes de una ingesta excesiva a largo plazo, son la fluorosis dental y fluorosis esquelética.

### **2.3.2. Metabolismo del flúor**

La principal vía de incorporación de flúor en el organismo humano es la digestiva. El ión se absorbe con gran rapidez en la mucosa del estómago y el intestino delgado, al grado de que en 30 minutos ya se está distribuyendo por un simple fenómeno de difusión en los tejidos. En el tracto gastrointestinal pasa a través de las barreras fisiológicas a la sangre, la cual se encarga de distribuirlo a todos los órganos para, finalmente, fijarse específicamente en los tejidos calcificados como son los huesos y los dientes, por los cuales tiene gran afinidad.<sup>3,6,14</sup>

Según el estudio de Montaña<sup>14</sup>, el flúor contenido en el agua potable se absorbe casi totalmente (95-97%), y en menor proporción el unido a los alimentos. En el caso de las leches fluoradas, la absorción de flúor no supera el 60%.

El flúor absorbido se elimina o excreta fundamentalmente a través de la orina, la mayor parte entre 12 y 24 horas, y a través del sudor en menores proporciones. A diferencia del que no se absorbe, se elimina a través de la materia fecal.<sup>6,14</sup> (Ver Anexo 4)

### **2.3.3 Fluorosis**

La fluorosis no es más que una condición patológica a raíz de un exceso en el consumo de fluoruro en un período de tiempo prolongado, la cual ofrece alteraciones observables en los tejidos duros del cuerpo, dígase dientes y huesos. Se le considera una enfermedad crónica, una intoxicación por flúor, en la cual las manifestaciones aparecen debido a concentraciones exageradas de fluoruro presentes en el organismo.<sup>8,18</sup>

La fluorosis es considerada el signo más evidente y característico de la toxicidad por flúor, por lo que se ha sugerido la relación entre el incremento de la fluorosis y el consumo desmedido de los productos fluorados que se encuentran en el mercado ampliamente distribuidos.<sup>27</sup>

En el estudio publicado por Mandal et al<sup>31</sup>, denominado *Skeletal fluorosis: an epidimio-clinico-radiological study*, se contempló que “el consumo en exceso de fluoruro resulta en la incapacidad del cuerpo para discriminar entre qué tejidos deben ser mineralizados y qué tejidos no deben. En otras palabras, la mineralización de tejidos como el hueso (que debe ser mineralizado) se interrumpe, mientras que, los tendones, ligamentos, músculos y otros tejidos blandos (que no deben ser mineralizados) comienzan a mineralizarse al interferir en la mineralización del colágeno”. Lo concluido por Mandal et al<sup>31</sup> resalta la consideración de la fluorosis como una intoxicación.

#### **2.3.4. Clasificación de la fluorosis**

De manera simple, la fluorosis puede clasificarse en fluorosis dental y fluorosis esquelética.

La fluorosis dental es una enfermedad crónica de los dientes, una alteración del esmalte dental con específica afección en la formación dentaria, también considerada una condición estética, donde existe una hipomineralización del tejido que trae como consecuencia una superficie con gran porosidad debido al exceso en la ingesta de fluoruro durante los períodos críticos del desarrollo dental a temprana edad.<sup>1,5,9</sup>

La fluorosis dental se caracteriza por la aparición de un moteado en los dientes, áreas discrómicas e hiperocrómicas que van desde un color blancuzco a un color marrón oscuro, con una consistencia porosa, débil y friable. El color y la tonalidad que presenten las manchas dictaminará el grado de severidad de la fluorosis dental.<sup>3,6,9</sup>

La fluorosis esquelética o fluorosis ósea es una intoxicación crónica por fluoruro, que trae como consecuencia grandes cantidades de hueso de pobre calidad, propensos a quebrarse, y dolerosas calcificaciones y osificaciones de los tendones y ligamentos. La causa está basada en una alta formación de osteoblastos, estimulado por las exposiciones prolongadas a altas concentraciones de fluoruros. Por consiguiente, esta alteración fisiológica incrementa la actividad osteoblástica, la cual contribuye a una excesiva rigidez de los huesos y

articulaciones, haciéndolos propensos a fracturas y generando mucho dolor en las articulaciones.<sup>6,8,20</sup>

### **2.3.5. Manifestaciones clínicas de la fluorosis**

En la fluorosis dental, las manifestaciones se observan a nivel del esmalte, el cual presenta manchas blanquecinas durante la primera etapa, y de acuerdo con la severidad, van cambiando a un color más oscuro, tornándose color café en un estadio severo. Microscópicamente, el fluoruro afecta al esmalte haciéndolo más poroso, y el grado y la extensión de esta cualidad dependerá de la concentración de fluoruro en los fluidos tisulares durante el desarrollo de los dientes. Las formas leves de fluorosis dental se caracterizan por opacidades de color blanco papel, que pueden variar desde mínimas estriaciones a grandes áreas de esmalte afectado.<sup>5,13,32</sup>

Para la fluorosis esquelética u ósea, se pueden observar que los principales síntomas son: dolor lumbar (en un 73%) y dolor en las piernas, caderas y articulaciones (en un 71%), acompañado de entumecimiento, rigidez en la columna vertebral, dificultad para caminar, hormigueo en manos y pies, debilidad muscular, dolor de cuello, náuseas, dolor abdominal, poliuria, estreñimiento, entre muchas otras.<sup>3,8,20,33</sup>

Kurdi<sup>32</sup> explica los diferentes síntomas que presenta la fluorosis en cuanto a qué sistema afecta, en función de exageradas concentraciones en el organismo, por encima de los 10 mg/kg de peso:

- En el sistema neurológico no se presenta mucha evidencia de daño, pero en la fluorosis esquelética severa pueden ocurrir complicaciones neurológicas. En primer lugar, el síntoma puede ser compresión de la médula espinal y los nervios.
- En el sistema endocrino la constante absorción del flúor por la tiroides puede ocasionar cambios estructurales y disfunción de la tiroides; puede ocurrir hipertiroidismo y anemia.

- En el sistema cardiovascular el flúor provoca un estrés oxidativo y promueve la inflamación del mecanismo, arteroesclerosis y daño a las células del miocardio.
- En el sistema gastrointestinal puede provocar un severo cambio estructural y funcional. En el sistema renal el hígado, el cual es uno de los principales órganos afectados en la ingesta de agua fluorada, representa una función anormal, cambio metabólico e histopatológico. Existe una toxicidad severa a las nefronas del riñón causando un daño patológico.
- En el sistema respiratorio, estudios han demostrado que ocurre un cambio parenquimal en los pulmones, habiendo inflamación y pérdida de la arquitectura alveolar.

### **2.3.6. Diagnóstico de la fluorosis**

De manera general, una forma de diagnosticar la fluorosis es utilizando los bioindicadores o biomarcadores. Dentro de ellos, se pueden utilizar los indicadores históricos, como los tejidos calcificados (dientes y huesos), que varían con la edad y el sexo; los indicadores contemporáneos, como la concentración de fluoruros en la orina, el plasma y los fluidos salivales, que indican los niveles de fluoruro recientes; y los indicadores recientes, como la concentración de fluoruro en cabello y las uñas.<sup>4</sup>

Los patrones de la fluorosis dental son el espejo de la ingesta de fluoruro durante la infancia y los primeros años de vida, por lo que se considera que el período de riesgo para la aparición de esta patología es entre el año y medio y los tres años de edad.<sup>1</sup>

La gravedad y distribución de la fluorosis en dientes permanentes depende de la cantidad, la duración y el momento de la ingesta de fluoruro, la etapa de desarrollo dental que está vigente al momento de la exposición, y la susceptibilidad individual. Por esto, el factor de riesgo más importante para determinar la ocurrencia de fluorosis y severidad es la cantidad total de fluoruro consumido durante el período crítico del desarrollo de los dientes.<sup>5,13</sup>

Dado que los diferentes grupos dentarios se están desarrollando en diferentes momentos, para el conjunto de la dentición, este período crítico se traduce en un período desde el nacimiento a los 8 años en un niño. Los dientes conocidos como los más susceptibles a desarrollar fluorosis son: los premolares y luego los dientes anteriores.<sup>5,13</sup>

Uno de los índices más utilizados a lo largo de la historia, desde los inicios de las investigaciones de la fluorosis dental, es el índice de Dean. Fue desarrollado en 1935 para medir la severidad y distribución de fluorosis en diversas comunidades. Este índice epidemiológico clasifica a la persona dentro de un criterio en base a la observación de los dos dientes más afectados. Los criterios para la clasificación son:<sup>3</sup>

- Normal (0): esmalte con translucidez habitual, y superficie lisa y pulida.
- Cuestionable (1): esmalte con ligeras diferencias en cuanto a translucidez normal, en ocasiones con pequeñas manchas blanquecinas.
- Muy leve (2): esmalte con pequeñas áreas blanquecinas, opacas y distribuidas de manera irregular, pero sin alcanzar 25% de toda la superficie del esmalte. Se incluyen en esta clasificación los dientes con manchas blancas opacas menores de uno a dos mm en los vértices de las cúspides de premolares o según dos molares.
- Leve (3): opacidades más extensas, pero sin alcanzar más de 50% de la superficie del diente.
- Moderada (4): esmalte dental afectado por completo, y desgaste de superficies sujetas a la atrición. Hay manchas color marrón.
- Severa (5): superficie del esmalte afectada en su totalidad por la hipoplasia. Las señales más evidentes son las depresiones en el esmalte, el cual aparece corroído.

Kurdi<sup>32</sup> también muestra diferentes pasos para diagnosticar pacientes que padecen de fluorosis, los cuales son: sospechar de todo paciente que padezca de rigidez, movimiento restringido y dolor de huesos y articulaciones. Existen diferentes exámenes rutinarios los cuales permiten ver los sistemas afectados y si el paciente padece o no de fluorosis, los cuales son: medición de la hemoglobina, test de función renal, estudios electro-psicológicos, estimación de los niveles de flúor en la orina y serumen, test de función pulmonar, radiografías, tomografías computarizadas e imágenes de resonancias magnéticas.

El estudio realizado por Tahir y Rasheed<sup>7</sup> demostró que es suficiente una exposición prolongada de 10-20 mg de fluoruro/persona/día por 10-20 años para desarrollar fluorosis esquelética, acarreando osteosclerosis, calcificación de ligamentos y tendones y extremas deformidades óseas.

## **2.4. Factores de riesgo de la fluorosis**

Según el estudio de Kahama et al<sup>19</sup>, “uno de los factores causales de la susceptibilidad a la fluorosis es la biodisponibilidad del fluoruro ingerido. Esta biodisponibilidad es influenciada por: formas del fluoruro, solubilidad a cierto pH, presencia de otros iones o compuestos, y factores fisiológicos”. Tomando en cuenta esta afirmación, la biodisponibilidad va a variar entre las personas de las distintas comunidades.

Como ya se ha planteado anteriormente, la principal fuente de flúor es el agua de bebida, y tomando en cuenta que dicha entidad es la base de muchas preparaciones alimenticias, la exposición de los consumidores se torna mayor. Estudios llevados a cabo en poblaciones expuestas a la ingesta de fluoruros por medio del agua potable en concentraciones mayores a 3 mg/L, como el de Avila et al<sup>6</sup>, Jarquín-Yañez et al<sup>9</sup>, Izuora et al<sup>20</sup>, entre otros, determinaron que la fluorosis se presenta en los siguientes casos:

- Niños que nacieron y se criaron en áreas con altas concentraciones de fluoruro.

- Aquellas comunidades que ingieren agua de pozo y realizan la cocción de los alimentos con concentraciones de 4-6 mg/l (4 ppm).
- Las comunidades que se ven expuestas a contaminantes ambientales ricos en fluoruros, como son los procesos industriales de fundición del aluminio y la quema de carbón.
- Aumento excesivo en el número y la ingesta de fuentes de exposición al fluoruro, incluida la ingestión de pastas dentífricas, suplementos dietéticos de flúor, bebidas, alimentos y productos dentales de uso profesional.
- Hay una deficiencia en la dieta de energía, calcio y vitamina C, provocando el temprano asentamiento del fluoruro en el cuerpo.
- La temperatura afecta directamente la prevalencia y la severidad de la fluorosis como consecuencia del consumo diario de agua.
- Uso e ingesta descontrolada de la pasta dental en niños antes de los 2 años de edad.<sup>5,7,8,12</sup>

Específicamente a nivel dental, muchos autores plantean que la fluorosis puede ocurrir antes de los 12 meses, así como, después de los 2 años de edad; sin embargo, el período más crítico para el desarrollo de esta alteración en dientes anteriores permanentes en niños es entre los 15 y 24 meses, y para las niñas entre los 21 y 30 meses de edad.<sup>27</sup>



## **CAPÍTULO 3. LA PROPUESTA**

### **3.1. Formulación de la hipótesis**

$H_e$ : La falta de control de la concentración de flúor en el agua potable y el consumo de alimentos con altas concentraciones en fluoruros ha provocado la aparición de fluorosis en los habitantes de la comunidad de Barreras.

$H_n$ : La falta de control de la concentración de flúor en el agua potable y el consumo de alimentos con altas concentraciones en fluoruros no ha provocado la aparición de fluorosis en los habitantes de la comunidad de Barreras.

### 3.2. Variables y operacionalización de las variables

Variable	Definición	Indicador	Dimensiones
Factores de riesgo de la fluorosis.	Elemento, circunstancia o agente que representa una influencia negativa, condicionando la aparición de manifestaciones clínicas propias de la fluorosis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua de consumo.</li> <li>• Alimentos ricos en fluoruro.</li> <li>• Productos dentales de auto aplicación.</li> <li>• Tabaco.</li> <li>• Bebidas alcohólicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua de pozo, de cisterna, de manantial, de río, de la llave, envasada.</li> <li>• Pescados y mariscos, frutas, vegetales, leguminosas, leche, té, sal.</li> <li>• Dentífricos, enjuagues bucales, geles fluorados, barnices fluorados, suplementos fluorados en tabletas.</li> <li>• Cigarrillos y puros.</li> <li>• Ron, cervezas, vinos, vodka, licores, etc.</li> </ul>
Edad.	Valor numérico que expresa el tiempo transcurrido a partir del nacimiento del individuo.	Años cumplidos.	Niños, de 3 a 15 años; jóvenes, de 16 a 24 años; adultos, de 25 años en adelante.

Género.	Conjunto de características biológicas que identifican al ser humano y lo clasifica en dos tipos.	Características faciales y corporales, aparato reproductor.	Femenino o masculino.
Concentración de flúor en las fuentes de agua.	Cantidad de fluoruro contenida en el agua de consumo, que se ha incorporado por métodos naturales o artificiales.	Iones de fluoruro presentes en el agua.	De 0.8 mg/L (ppm) en adelante.
Fuentes alimenticias ricas en fluoruro.	Producto de origen natural o artificial destinado para el consumo humano que posee cantidades de fluoruro en su composición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pescados y mariscos.</li> <li>• Vegetales.</li> <li>• Frutas.</li> <li>• Leguminosas y cereales.</li> <li>• Sal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salmón, sardinas, atún, bacalao, camarones.</li> <li>• Tomate, lechugas, ají, albahaca, espinaca, cebolla, berenjena, brócoli, khale o col rizado.</li> <li>• Mango, guineo, limón, carambola, caña, cereza.</li> <li>• Trigo, nueces, pastas.</li> <li>• Fluorada o no fluorada.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Té</li>   <li>• Leche</li>   <li>• Bebidas alcohólicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de limón, de chinola, de cereza, de naranja, de Camellia sinensis, de tilo, de manzanilla, de limoncillo, de óregano poleo, de anís dulce, de canelilla, de canela, de guanábana, etc.</li>   <li>• Leche directa de la vaca o envasada, de cabra, de almendras, de soya.</li>   <li>• Ron, cervezas, vinos, licores, etc.</li> </ul>
--	--	--	--

## **CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo de estudio**

Esta investigación es un estudio epidemiológico descriptivo de prevalencia, pues en ella se identificaron los factores de riesgo asociados a la aparición de fluorosis presentes en la comunidad de Barreras, del municipio de Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana, ya registrados; y de corte transversal, pues se recogió la información en un único momento de la investigación, a través de un cuestionario aplicado a los afectados, que recopiló la información pertinente.<sup>34</sup>

### **4.2. Localización y tiempo**

Se llevó a cabo en la comunidad de Barreras, perteneciente al municipio de Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana, en el mes de agosto del año 2017.

### **4.3. Universo y muestra**

#### **4.3.1. Universo**

El universo fue todos los habitantes que residen en la comunidad de Barreras del municipio de Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana, que presentaron síntomas y/o signos clínicos de padecer fluorosis, o que hayan sido previamente diagnosticados.

### 4.3.2. Muestra

La determinación de la amplitud de la muestra estuvo basada en la aplicación de la siguiente fórmula estadística para variables cualitativas en poblaciones finitas:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{d^2 (N - 1) + Z^2 pq}$$

donde:

n = muestra.

N = tamaño de la población. \*

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal (llamado también nivel de confianza).<sup>35</sup> (Ver Anexo 5)

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 - p).

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

(\*) El tamaño de la población se determinó a partir del pre-levantamiento realizado por el equipo de médicos y odontólogos docentes del macroproyecto de investigación llevado a cabo por la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), en el cual se evaluaron un total de 120 niños y jóvenes que asisten a la escuela de la comunidad de Barreras, del municipio de Azua, en la provincia de Azua. Por medio de esta pre-evaluación, se evidenció la presencia de fluorosis dental en sus distintos niveles de severidad.

Los valores que tomaron estas variables son los siguientes:

$N = 120$  estudiantes.

$Z = 90\%$  de seguridad, que equivale a 1.645. (Ver Anexo 5)

$p = 50\% = 0.5$ .

$q = 1 - p = (1 - 0.5) = 0.5$ .

$d = 0.1$

de modo que:

$$n = \frac{120 \times (1.645)^2 \times (0.5) \times (0.5)}{(0.1)^2 \times (120 - 1) + (1.645)^2 \times (0.5) \times (0.5)}$$

y así:

$$n = 43.49 = 43$$

Por tanto, la muestra constó de un total de 43 niños/as y jóvenes menores de edad, junto con sus padres, de la comunidad de Barreras que presentaron síntomas y/o signos clínicos de padecer fluorosis, o que hayan sido previamente diagnosticados.

#### **4.4. Unidad de análisis estadístico**

La unidad de observación y análisis fueron los sujetos con fluorosis.

## **4.5. Criterios de inclusión y exclusión**

### **4.5.1. Criterios de inclusión**

- Todo/a niño/a que ha habitado en la comunidad de Barreras desde su nacimiento.
- Todo niño/a que resida en la comunidad de Barreras a partir de los 24 meses de edad.
- Todo/a niño/a que exhiba signos y/o síntomas de padecer fluorosis.
- Todo/a niño/a que resida en la comunidad de Barreras que haya sido previamente diagnosticado/a con fluorosis.

### **4.5.2. Criterios de exclusión**

- Todo/a niño/a que no ha habitado en la comunidad de Barreras desde su nacimiento.
- Todo niño/a que no resida en la comunidad de Barreras a partir de los 24 meses de edad.
- Todo/a niño/a que no exhiba signos y/o síntomas de padecer fluorosis.
- Todo/a niño/a que no resida en la comunidad de Barreras y que no ha sido previamente diagnosticado/a con fluorosis.



#### **4.6. Técnicas y procedimientos para la recolección y presentación de la información**

a. Se redactó una comunicación a la directora del Distrito Regional 03-01 de Azua, la Lic. Derby Segura, por la cual se solicitó el permiso y se expresó la intención de asistir a la escuela de la comunidad de Barreras para llevar a cabo la recolección de datos de la investigación. (Ver Anexo 6)

b. Posterior a la confirmación de la directora, los investigadores responsables de este trabajo, junto con su asesor temático, asistieron donde la directora y a la comunidad de Barreras para dar las informaciones pertinentes a la visita a realizar en la fecha pautada.

c. Levantamiento bibliográfico.

d. Confección de un cuestionario o ficha técnica que permitió recopilar los datos necesarios para la investigación: datos personales (edad, sexo, teléfonos de contacto, lugar de nacimiento y residencia), historia médica selectiva (informaciones que tengan significado para la patología en investigación), hábitos alimenticios. (Ver Anexo 7)

e. Creación de un grupo voluntario de trabajo para realizar el levantamiento, conformado por los investigadores, el asesor temático, y estudiantes activos de la carrera de Odontología de la universidad. Los estudiantes activos seleccionados, recibieron una capacitación por parte de los investigadores para conocer sobre la enfermedad a investigar y los factores de riesgo de la misma, de modo que el cuestionario fuese aplicado con la mayor consciencia y eficacia posible.

f. Traslado del grupo voluntario de trabajo a la comunidad de Barreras, para realizar visitas domiciliarias. En el punto de encuentro correspondiente a la escuela de la comunidad de Barreras, se realizó la división de funciones entre los miembros del grupo y designación de

los puestos de trabajo para llevar a cabo la recolección de las muestras de agua, la aplicación del cuestionario confeccionado y la toma de fotografías.

g. Firma del Consentimiento Informado por parte del padre, madre o tutor, y del Asentimiento Informado para el menor de edad. Llenado del cuestionario por los miembros del equipo investigador con la información suministrada por los sujetos.

h. Presentación de recursos informativos para la concientización de la muestra sobre la enfermedad, e indirectamente de la población.

i. Recolección de muestras del agua de consumo de las diferentes fuentes disponibles alrededor de la comunidad, referidas durante la aplicación del cuestionario.

Se realizó la recolección en recipientes de plástico de 591 mL (20 onzas), que debieron ser lavados tres veces con agua desionizada para eliminar toda sustancia que pueda interferir en los niveles de flúor; éstos debieron estar rotulados con el número de muestra, fuente de la cual provienen y la ubicación de la misma. Las muestras pueden ser almacenadas tanto a temperatura ambiente como refrigeradas a cuatro grados Celsius o menos. Al momento del análisis, aquellas que sean refrigeradas deben tomar una temperatura ambiental.

La cuantificación de flúor se realizó por el método SPADNS, el cual implicó hacer reaccionar el flúor con una solución roja de circonio-colorante, de modo que el flúor se combina con el circonio para formar un complejo incoloro; por lo tanto, la decoloración de color rojo se da en una cantidad proporcional a la concentración de flúor. El método es aceptado por la EPA (United States Environmental Protection Agency).

#### **4.7. Plan estadístico de análisis de la información**

La tabulación de los datos recolectados a través del instrumento se realizó por medios electrónicos, por medio del programa de Microsoft Excel para Windows OS, utilizando los computadores personales (PC), para: la creación de tablas de datos que estén vinculadas con el cumplimiento de los objetivos de la investigación; y la confección de gráficos que ejemplifiquen el análisis de los datos contenidos en las tablas.

El análisis de la información se llevó a cabo utilizando los resultados que arrojaron las tablas y gráficos, con el apoyo bibliográfico por el cual se confeccionó el marco teórico.

Se utilizó la estadística descriptiva para caracterizar la población investigada, basados en cálculos de medidas de tendencia central (media aritmética) y determinaciones de proporción y rango.

#### **4.8. Aspectos éticos implicados en la investigación**

Los cuestionarios fueron aplicados a menores de edad, por lo que se confeccionó un Consentimiento Informado para el padre, madre o tutor, y un Asentimiento Informado para el menor de edad, por medio del cual se dio a entender: los aspectos relacionados con la investigación, la confidencialidad de la información a proporcionar y la obligación de permanecer de esta manera, cuya absoluta finalidad será para el trabajo de investigación.

(Ver Anexo 8)

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

### 5.1. Resultados del estudio

Los resultados a presentar a continuación se encuentran dirigidos y organizados para dar respuesta a cada uno de los objetivos planteados. Los datos obtenidos a través de la aplicación del cuestionario a participantes con fluorosis, durante la visita a la comunidad de Barreras, están presentados por medio de tablas y figuras, con el fin de poder identificar los grupos de personas más afectados dentro de nuestra población, determinar la concentración de flúor en el agua potable que se utiliza en la comunidad, e identificar las diversas fuentes de flúor que son ingeridas en la comunidad, que representan un factor de riesgo para condicionar la aparición de fluorosis.

A continuación, se presenta la Tabla 1, en la cual se muestra los resultados para dar respuesta al primer objetivo.

Tabla 1. Distribución de la población con fluorosis, según edad y género.

EDAD	GÉNERO		TOTAL
	Masculino	Femenino	
6-9 años	4 (9.3%)	4 (9.3%)	8 (18.6%)
10-12 años	1 (2.3%)	4 (9.3%)	5 (11.6%)
13-16 años	3 (7%)	9 (20.9%)	12 (27.9%)
17-22 años	4 (9.3%)	14 (32.6%)	18 (41.9%)
<b>TOTAL</b>	12 (27.9%)	31 (72.1%)	43 (100%)

Fuente: Propia del autor.

Se observa que para un total de 43 encuestados con fluorosis, el género de mayor frecuencia fue el femenino, representando el 72.1%.

Considerando que la población encuestada abarca tanto niños como adolescentes y adultos jóvenes que asisten a la escuela de la comunidad, se observa que la distribución de la población en cuanto a la edad se encuentra principalmente en un rango de 17 a 22 años, representando el 41.9% de la muestra. Los sujetos contemplados dentro de dicho rango se encuentran completando su crecimiento y desarrollo dento-facial y óseo, lo que da a entender que la ingesta excesiva de flúor ocurrió durante el periodo crítico de incorporación de éste a los tejidos afines, como los huesos y los dientes en formación, el cual va desde el nacimiento hasta los 8 años, aproximadamente.<sup>3,27</sup>

Durante la entrevista, se cuestionó a los participantes sobre cuáles fuentes de agua potable han consumido hasta la fecha, cuál es la más consumida actualmente de todas ellas y la frecuencia de consumo. Los datos obtenidos se reflejan en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de las fuentes de agua potable disponibles en la comunidad, según la frecuencia de consumo.

FUENTE DE AGUA	FRECUENCIA DE CONSUMO (n=43)				Consumo General (n=43)	Consumida actualmente (n=43)
	1-3 veces/día	4-6 veces/día	7-9 veces/día	Todo el tiempo		
Botellón	6 (14%)	9 (20.9%)	3 (7%)	19 (44.2%)	37 (86.1%)	30 (69.8%)
Hervida	0 (0%)	4 (9.3%)	2 (4.7%)	0 (0%)	6 (14%)	0 (0%)
De la llave	4 (9.3%)	5 (11.6%)	0 (0%)	14 (33.6%)	23 (54.5%)	10 (23.3%)
Filtrada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	0 (0%)
Pozo	1 (2.3%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	12 (27.9%)	15 (34.8%)	3 (6.9%)
Manantial	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	0 (0%)
Cisterna	1 (2.3%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	3 (7%)	6 (13.9%)	0 (0%)

Fuente: Propia del autor.

\*El sujeto puede optar por múltiples opciones.

Se aprecia que las fuentes de agua con mayor frecuencia de consumo general han sido el agua de botellón, la de la llave y la de pozo; de éstas, dos son fuentes naturales que probablemente no se encuentran reguladas en cuanto a la concentración de flúor.

Es importante destacar que los padres, madres o tutores de los niños/as informaron la similitud de origen entre el agua de la llave y el agua de pozo; es decir, ambas fuentes provienen de un mismo lugar, llamado “La Furnia”. También cabe resaltar que el agua de botellón no resulta relevante para este estudio, a pesar de haber sido reportada por el 86.1% de la muestra, ya que los encuestados dieron a entender que iniciaron la ingesta de la misma hace 3-5 años, aproximadamente, y que la principal utilidad que se le ha dado es como agua de beber, como sustituto del agua de la llave. Esto deja en evidencia que no representa un factor de riesgo para condicionar la aparición de fluorosis, ya que la ingesta de dicha fuente por parte de los sujetos se inició luego de los 8 años, edad en la cual se termina el periodo crítico de mayor incorporación de flúor en los tejidos afines.<sup>3,27</sup>

En base a la información obtenida con relación a las fuentes de agua durante la visita a la comunidad, se procedió a realizar la toma de dos muestras del agua de la llave a diferentes temperaturas, para llevar a cabo el análisis de la concentración de flúor en la misma con el fin de dar respuesta al segundo objetivo planteado en este estudio. La selección del agua de la llave se hizo tomando en consideración que guarda similitud con el agua de pozo y que el agua de botellón no representaría un factor de riesgo.

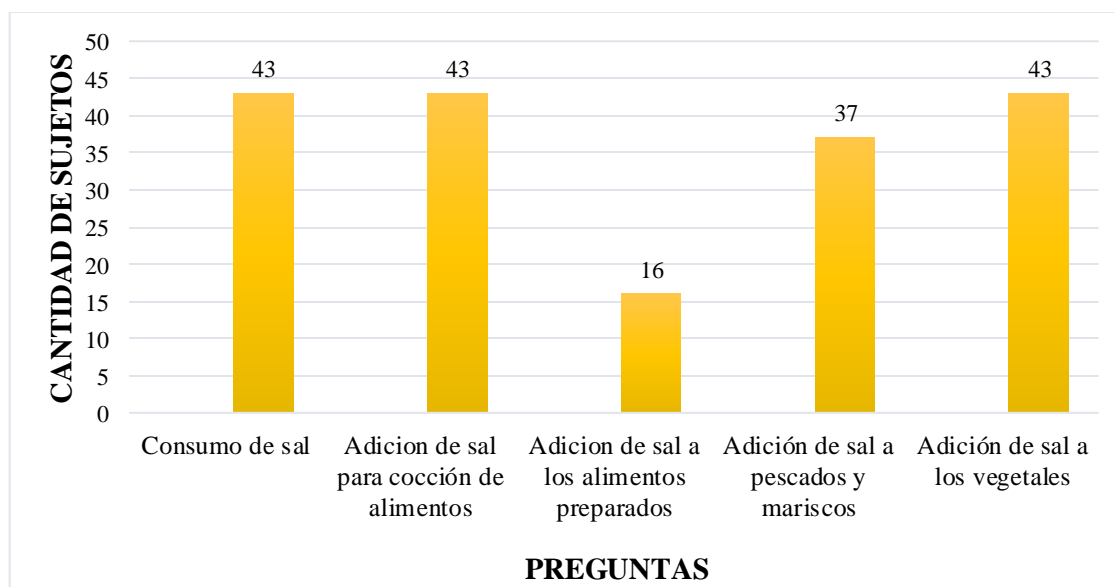
El análisis de las muestras arrojó los siguientes resultados:

- Agua proveniente de la llave a temperatura ambiente (Muestra 1): arrojó una concentración de 1.485 mg/L o ppm. (Ver Anexo 9)
- Agua proveniente de la llave a bajas temperaturas (Muestra 2): arrojó una concentración de 1.265 mg/L o ppm. (Ver Anexo 9)

Las concentraciones que presentaron las muestras de agua comprueban dos afirmaciones teóricas: que la temperatura, englobada como fenómeno climático, influye directamente en el nivel de concentración de flúor, por lo cual la OMS ha planteado que es uno de los factores a tomar en cuenta en el establecimiento de normativas nacionales para el flúor; y que los niveles de concentración de flúor igual o superiores a 1.4 mg/L o ppm en el agua de consumo representa un factor de riesgo para la aparición de fluorosis, ya que a partir de dicha cantidad se puede observar manchas de color amarillo claro a pardo en algunos dientes.<sup>2,28</sup>

McKay y Dean<sup>3</sup> hacen referencia a la sal de consumo como fuente de ingesta de flúor, por lo que la Figura 1 ilustra los datos concernientes al consumo y adición de la misma para la preparación y/o cocción de los diversos alimentos que componen la dieta de los niños/as de la muestra.

Figura 1. Consumo y adición de sal a los pescados, mariscos y vegetales.



Fuente: Propia del autor.

La figura deja en evidencia que el consumo y adición de sal a los alimentos por la población es inequívoca, por lo que representa una importante fuente de ingesta de flúor a tomar en

cuenta que puede predisponer a la aparición de fluorosis, por dos razones principales: es un producto fluorado con concentraciones específicas que, si no se respetan, trae como consecuencia una ingesta excesiva de flúor; y, por otro lado, la adición constante de la misma para la cocción de los alimentos sugiere el incremento de la concentración de flúor que se ingiere a partir del tipo de comida y el agua utilizada que ya está fluorada.

Más del 50% de los sujetos cuestionados declararon no conocer la marca de la sal que utilizan, debido a que la adquieren dispensadas en bolsas pequeñas principalmente a través del colmado, por lo que desconoce si está fluorada bajo concentraciones estandarizadas. Sólo una minoría de 5 personas refirieron conocer la marca de la sal, la cual es “Refisal”.

Otra de las fuentes de ingesta de flúor presentes en la dieta del ser humano, y de gran importancia en la comunidad de Barreras, es el consumo de pescados y mariscos. Los datos reportados por la población encuestada se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Distribución de los tipos de pescados y mariscos, según la frecuencia de consumo.

TIPOS DE PESCADOS Y MARISCOS	FRECUENCIA DE CONSUMO (n=43)			TOTAL
	1-3 veces / semana	3-5 veces / semana	Ocasionalmente	
Salmón	7 (16.7%)	6 (14%)	5 (11.6%)	18 (41.9%)
Tilapia	4 (9.3%)	2 (4.7%)	0 (0%)	6 (14%)
Bacalao	16 (37.2%)	12 (27.9%)	5 (11.6%)	33 (76.7%)
Sardinas frescas	8 (18.6%)	5 (11.6%)	3 (7%)	16 (37.2%)
Sardinas enlatadas	12 (27.9%)	8 (18.6%)	0 (0%)	20 (46.5%)
Arenque	8 (18.6%)	4 (9.3%)	5 (11.6%)	17 (39.5%)
Atún fresco	0 (0%)	0 (0%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)
Atún enlatado	9 (20.9%)	6 (14%)	1 (2.3%)	16 (37.2%)
Camarones	3 (7%)	2 (4.7%)	0 (0%)	5 (11.6%)
Otros	10 (23.3%)	10 (23.3%)	1 (2.3%)	21 (48.8%)

Fuente: Propia del autor.

\*El sujeto puede optar por múltiples opciones.



Estos alimentos, ya sean frescos o procesados, poseen una concentración de flúor considerable, especialmente aquellos pescados que permiten incorporar la ingesta del esqueleto junto con la masa. Se puede observar que tienen una notable presencia en la dieta, donde los más consumidos por la población son: el bacalao, las sardinas tanto frescas como enlatadas, el atún enlatado y otros frutos del mar, como el pulpo y el lambí, con una frecuencia de consumo mínima de 2-3 veces a la semana.<sup>2</sup>

Tomando en cuenta el hecho de que son pescados cuyo esqueleto se incorpora a la masa que se ingiere, aumentando así la cantidad de flúor que poseen; el agua con la cual se preparan presenta una concentración de flúor superior a la estándar; la adición de sal cuya fluoración es desconocida para la preparación de los mismos, sugiere una potencialización en la ingesta de flúor a través de los pescados y mariscos, por lo que los mismos representan un factor de riesgo para desarrollar fluorosis.<sup>2,3</sup>

Otras de las fuentes de ingesta de flúor que fueron evaluadas durante la visita a la comunidad fueron las frutas y los vegetales, cuyos datos obtenidos se presentan en las Tablas 4 y 5. Dichos alimentos han tomado importancia a lo largo del tiempo, porque suponen un aporte de flúor mayor en comparación a la ingesta de agua potable, y por la capacidad que poseen de absorber iones de flúor a partir del agua y del suelo en el que fueron cultivados, principalmente en áreas endémicas de fluorosis.

En base a esto, llama la atención que todas las frutas planteadas en el cuestionario son consumidas con frecuencia por la población estudiada, las cuales han sido identificadas por la literatura como fuentes con aportes significativos de flúor, especialmente aquellas con contenido líquido, como el limón, la caña y la cereza.<sup>4,8</sup>

Tabla 4. Frecuencia de consumo de frutas.

<b>FRUTAS CONSUMIDAS</b>	<b>FRECUENCIA (n=43)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Mango	43	100%
Guineo	42	97.70%
Limón	39	90.70%
Carambola	3	7%
Caña	31	72%
Cereza	34	79%
Otros	29	67%

Fuente: Propia del autor.

\*El sujeto puede optar por múltiples opciones.

Tabla 5. Distribución de los tipos de vegetales consumidos por la población, según el agua utilizada para su preparación.

<b>TIPO DE VEGETALES</b>	<b>FUENTES DE AGUA (n=43)</b>					
	Botellón	Hervida	De la llave	Filtrada	Pozo	<b>TOTAL</b>
Lechuga	5 (11.6%)	4 (9.3%)	17 (39.5%)	1 (2.3%)	3 (7%)	30 (69.8%)
Tomate	5 (11.6%)	4 (9.3%)	31 (72.1%)	0 (0%)	3 (7%)	40 (93%)
Ají	4 (9.3%)	2 (4.7%)	23 (53.5%)	0 (0%)	3 (7%)	32 (74.4%)
Cebolla	5 (11.6%)	4 (9.3%)	26 (60.5%)	1 (2.3%)	3 (7%)	39 (90.7%)
Espinaca	3 (7%)	0 (0%)	1 (2.3%)	0 (0%)	2 (4.7%)	6 (14%)
Albahaca	0 (0%)	0 (0%)	2 (4.7%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (4.7%)
Berenjena	5 (11.6%)	3 (7%)	21 (48.8%)	0 (0%)	3 (7%)	32 (74.4%)
Legumbres	4 (9.3%)	2 (4.7%)	9 (20.9%)	1 (2.3%)	0 (0%)	16 (37.2%)
Trigo	4 (9.3%)	3 (7%)	13 (30.2%)	0 (0%)	2 (4.7%)	22 (51.2%)
Brócoli	4 (9.3%)	1 (2.3%)	6 (14%)	0 (0%)	2 (4.7%)	13 (30.2%)
Nueces	0 (0%)	0 (0%)	4 (9.3%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (9.3%)
Otros	1 (2.3%)	0 (0%)	14 (32.6%)	0 (0%)	1 (2.3%)	16 (37.2%)

Fuente: Propia del autor.

\*El sujeto puede optar por múltiples opciones.

Por medio de la Tabla 5 se puede apreciar que los vegetales más reportados fueron: lechuga, tomate, ají, cebolla, berenjena y trigo, los cuales son preparados con mayor frecuencia utilizando el agua de la llave, proveniente de un pozo. Estos vegetales tienden a absorber fluoruro a partir del suelo en el que son cultivados, así como a partir del agua con la que son preparados, según la literatura. Por tanto, esta relación permite inferir que la ingesta de flúor a través de los vegetales se ve aumentada, al potenciarse los niveles de concentración de estos alimentos por medio de la absorción de iones presentes en el agua de la llave, cuya concentración es superior a lo establecido, y por medio de los iones presentes en la sal que se le añade para la cocción, según se planteó anteriormente.<sup>4,8</sup>

La leche, al ser un alimento presente en la dieta del ser humano desde su nacimiento, ha sido considerada como una fuente de ingesta de flúor esencial, ya que la de origen animal recibe cantidades mínimas de flúor provenientes de la alimentación de la vaca, mientras que la de origen artificial sufre un proceso de fluoración, como un enfoque preventivo. Por esto, los participantes fueron cuestionados para conocer la frecuencia de consumo de la misma y sus derivados, y las respuestas obtenidas fueron recogidas en la Tabla 6.<sup>3,19</sup>

Tabla 6. Frecuencia de consumo de leche y productos lácteos por la población.

<b>FRECUENCIA DE CONSUMO</b>	<b>CONSUMO DE LECHE</b>	<b>CONSUMO DE PRODUCTOS LÁCTEOS</b>
1-3 veces / día	22 (51.2%)	12 (27.9%)
Semanalmente	5 (11.6%)	15 (34.9%)
Ocasionalmente	12 (27.9%)	11 (25.6%)
<b>TOTAL</b>	<b>39 (90.7%)</b>	<b>38 (88.4%)</b>

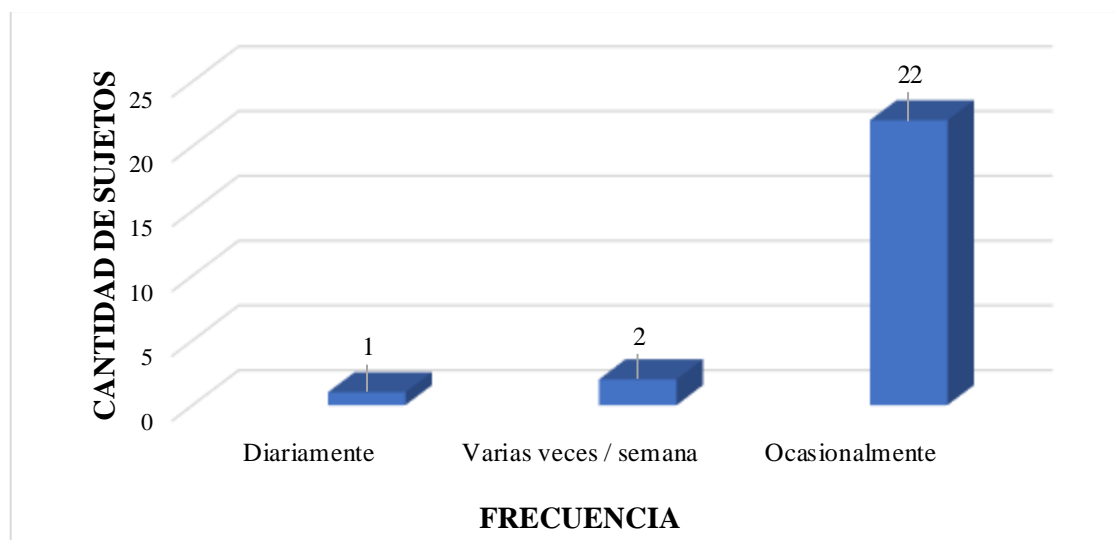
Fuente: Propia del autor.

En dicha tabla se muestra que el consumo de leche y sus derivados es parte casi integral de la dieta en más del 80% de la población, con una frecuencia mínima de una a tres veces a la semana.

Cabe destacar que los participantes refirieron que la ingesta de leche es durante el tiempo escolar, gracias al desayuno o merienda que imparte el centro educativo al que asisten. También indicaron que la leche consumida con mayor frecuencia es de origen animal, proveniente de la vaca, y de origen artificial, leche en polvo. Gracias a estas informaciones se confirma el hecho que la leche, en combinación con otras fuentes de fluoruro, puede considerarse parte de los factores de riesgo que predisponen a la fluorosis.

Continuando con las fuentes de flúor presentes en la alimentación de la comunidad de Barreras se encuentra el té. Según la literatura, esta bebida presenta cantidades significativas de flúor en su composición, por lo que su consumo por largos periodos de tiempo puede traer como consecuencia la aparición de fluorosis. En base a esto, se entrevistó a los participantes en cuanto a la frecuencia de consumo de esta bebida, los sustratos más frecuentes y el agua utilizada para la elaboración. Los datos recopilados están representados en la Figura 2 y la Tabla 7.

Figura 2. Frecuencia de consumo de té.



Fuente: Propia del autor.

Tabla 7. Distribución de los sustratos para preparar el té, según la fuente de agua utilizada.

SUSTRATOS	FUENTE DE AGUA (n=43)					TOTAL
	Botellón	Hervida	De la llave	Pozo	Cisterna	
Chinola	2 (4.7%)	3 (7%)	14 (32.6%)	2 (4.7%)	0 (0%)	21 (48.8%)
Naranja	3 (7%)	3 (7%)	13 (30.2%)	3 (7%)	0 (0%)	22 (51.2%)
Limón	4 (9.3%)	3 (7%)	17 (39.5%)	3 (7%)	1 (2.3%)	28 (65.1%)
Menta	0 (0%)	1 (2.3%)	8 (18.6%)	1 (2.3%)	0 (0%)	10 (23.3%)
Anís	3 (7%)	1 (2.3%)	10 (23.3%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	16 (37.2%)
Manzanilla	3 (7%)	1 (2.3%)	11 (25.6%)	0 (0%)	0 (0%)	15 (34.9%)
Orégano	1 (2.3%)	2 (4.7%)	12 (27.9%)	1 (2.3%)	0 (0%)	16 (37.2%)
Canela	3 (7%)	3 (7%)	13 (30.2%)	3 (7%)	1 (2.3%)	23 (53.5%)
Canelilla	0 (0%)	1 (2.3%)	5 (11.6%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (14%)
De Tilo	1 (2.3%)	1 (2.3%)	4 (9.3%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (14%)
Limoncillo	2 (4.7%)	2 (4.7%)	20 (46.5%)	3 (7%)	1 (2.3%)	28 (65.1%)
Cereza	1 (2.3%)	1 (2.3%)	10 (23.3%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (27.9%)
Otros	0 (0%)	0 (0%)	9 (20.9%)	1 (2.3%)	0 (0%)	10 (23.3%)

Fuente: propia del autor.

\*El sujeto puede optar por múltiples opciones.

La figura deja en evidencia que 25 participantes afirmaron consumir té, pero que lo hace ocasionalmente. Los cuestionados aclararon que el consumo se da bajo la presencia de alguna enfermedad, festividad, deseo momentáneo o porque la bebida les fue ofrecida durante la visita de algún conocido. Esto quiere decir que el consumo de té, como una acción aislada, no es un hábito que puede identificarse como un factor de riesgo.

Sin embargo, la Tabla 7 revela que la fuente de agua más utilizada para la preparación de té fue la de la llave, con un rango que va entre 9.3% y 46.5%, mientras que los sustratos reportados como los de mayor frecuencia fueron el limoncillo, el limón, la chinola, la naranja y la canela. La combinación de estos dos factores (fuente de agua + sustrato) es donde radica la importancia del té como fuente de ingesta de flúor y, por consiguiente, como un factor de riesgo para la fluorosis, ya que se elabora una bebida altamente concentrada a partir del aporte de iones que hace el agua fluorada y el sustrato, en forma de hojas secas.

Múltiples fuentes bibliográficas, como por ejemplo el estudio de Izuora et al<sup>20</sup>, han planteado que el consumo de té resulta ser un factor de riesgo para la fluorosis si existe una ingesta excesiva de la bebida por un largo periodo de tiempo.

Para culminar con las fuentes de ingesta de flúor concernientes al niño/a, la Tabla 8 recopila la información obtenida con relación a la edad en la que se inició el cepillado, el conocimiento por parte de los padres si se dio la ingesta de la pasta dental y de algún producto fluorado. Estas situaciones han sido estudiadas a lo largo de los años, dejando en evidencia que existe una ingesta de cantidades de flúor a través del cepillado con pasta dental que supera el promedio diario de ingesta de flúor.<sup>3,5</sup>

Tabla 8. Distribución de la edad de inicio del cepillado versus la ingestión de productos dentales de auto aplicación.

<b>EDAD DE INICIO DEL CEPILLADO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INGESTA DE PASTA DENTAL</b>	<b>INGESTA DE PRODUCTO FLUORADO</b>
6-12 meses	4 (9.3%)	0 (0%)	0 (0%)
1 Año	24 (55.8%)	13 (30.2%)	5 (11.6%)
2 Años	8 (18.6%)	3 (7%)	0 (0%)
3 Años	5 (11.6%)	1 (2.3%)	0 (0%)
4 Años	1 (2.3%)	1 (2.3%)	0 (0%)
No recuerda	1 (2.3%)	25 (58.1%)	0 (0%)
<b>TOTAL</b>	<b>43 (100%)</b>	<b>43 (100%)</b>	<b>5 (11.6%)</b>

Fuente: Propia del autor.

\*Sólo se reportó el enjuague bucal como producto fluorado, además de la pasta dental.

Más del 50% de los participantes inició el cepillado a partir del año, pero lo que más llama la atención es que el 58.1% de los padres indicó no tener la certeza de la ingesta de pasta dental por parte de su hijo/a. Estos datos indican que, si se produjo la ingesta de flúor en cantidades excesivas a través del cepillado, desde los primeros años de vida, ocurrió la acumulación de los iones en los tejidos afines, condicionando así la aparición de fluorosis.

Por último, el tabaco y el alcohol son fuentes adicionales que no forman parte en sí de la dieta, pero se contemplan a raíz de que su ingesta excesiva en largos periodos de tiempo potencian las alteraciones y enfermedades que pueden aparecer por acumulación de flúor.<sup>4,8</sup>

Por tanto, los padres fueron cuestionados sobre dichos hábitos tóxicos, y las respuestas fueron recogidas en la Tabla 9.

Tabla 9. Hábitos tóxicos reportados por los padres.

<b>HÁBITOS TÓXICOS</b>		<b>INGESTA (n=43)</b>	<b>%</b>
Alcohol		25	58.10%
Tabaco	1-4 veces / día	3	6.98%
	5-8 veces / día	3	6.98%
	8 o más veces / día	0	0%
	<b>TOTAL</b>	6	13.95%

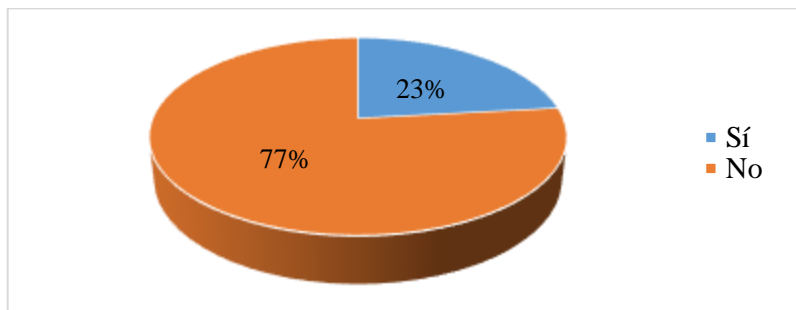
Fuente: Propia del autor.

Ya que el consumo de alcohol fue reportado con mayor frecuencia, se puede establecer la posibilidad de que ejerza cierto efecto sobre el organismo para condicionar la aparición de fluorosis, especialmente de tipo esquelética, y otras enfermedades sistémicas relacionadas a la misma.

En vista de buscar indicios de fluorosis en los padres, éstos también fueron entrevistados en cuanto al padecimiento de condiciones o enfermedades sistémicas que están ligadas a la fluorosis. Los datos obtenidos se encuentran representados en las Figuras 3 y 4.

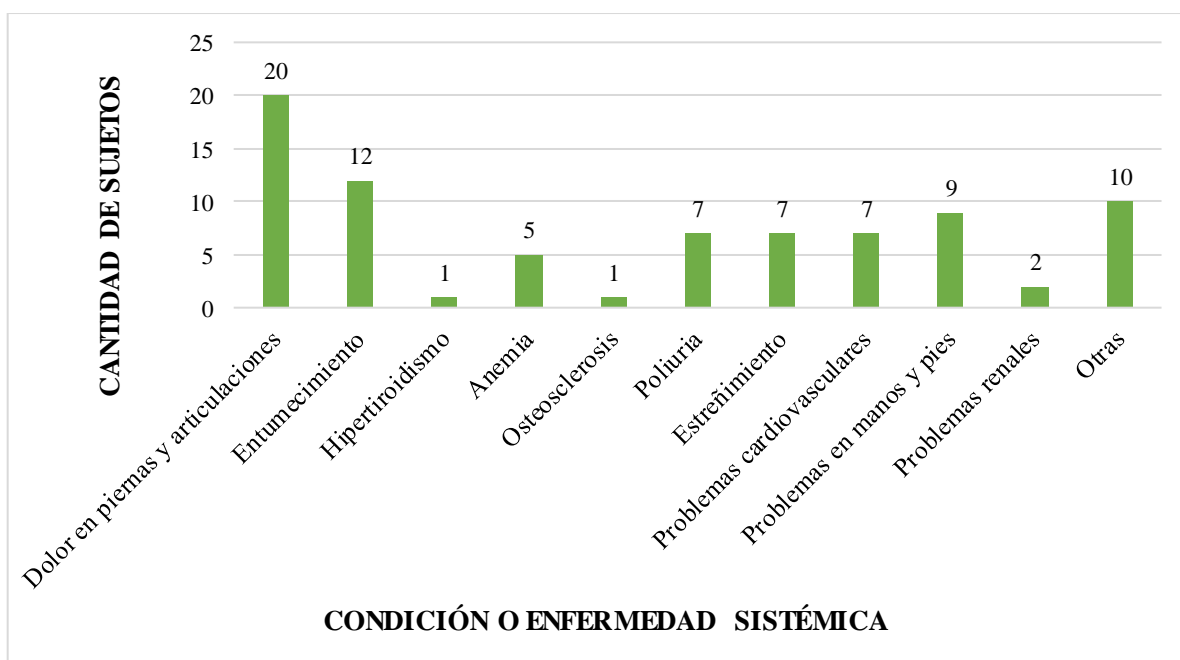
Aunque la Figura 3 muestra que el 77% de los padres no presenta signos de enfermedad ósea relacionada con la dureza del hueso, es válido tomar en cuenta que muchos refirieron padecer condiciones como dolor en las piernas y articulaciones, entumecimiento y artritis, las cuales han sido identificadas por múltiples fuentes bibliográficas como factores ligados a la fluorosis esquelética.<sup>3,8,20,33</sup>

Figura 3. Presencia de signos de enfermedad ósea relacionada con la dureza y composición del hueso.



Fuente: Propia del autor.

Figura 8. Presencia de condición o enfermedad sistémica relacionada con la fluorosis.



Fuente: Propia del autor.

\*El sujeto puede optar por múltiples opciones.



## 5.2. Discusión

Luego de recolectar, procesar, presentar y analizar los datos concernientes a 43 niños/as y sus padres, se pudo observar que el género de mayor prevalencia de fluorosis fue el femenino con un 72.1%, difiriendo de los resultados de Jarquín-Yañez et al<sup>9</sup> y Dhurvey y Dhawas<sup>8</sup>, quienes obtuvieron un mayor porcentaje en el género masculino, con 52.3% y 51.14%, respectivamente.

El grupo etario predominante de ambos géneros fue entre 17 y 22 años, que representa el 41.9% de la muestra; estos datos difieren del estudio de Gallará et al<sup>1</sup>, quienes abarcaron sólo niños de entre 5 y 12 años.

Sin embargo, el 58.1% de la muestra se encuentra entre los 6 y 16 años, tiempo en que el sujeto se encuentra en la etapa de crecimiento y desarrollo activo de las estructuras dento-faciales. Por tanto, se requiere especial atención por ser el tiempo crítico de la formación y desarrollo del esmalte dental, donde ocurre la máxima concentración de flúor en dicho tejido, según la literatura reportada por Higashida<sup>3</sup>, Williams y Elliott<sup>29</sup>, y lo planteado por Avila et al<sup>6</sup> en su estudio. Esta base teórica sustenta parte de la resolución de la hipótesis de este estudio, al sugerir que existen factores que pueden estar presentes en dicho periodo para condicionar la aparición de fluorosis.

El reporte del análisis de las muestras de agua tomadas en la comunidad de Barreras mostró que las concentraciones de flúor en una de las principales fuentes de agua, el agua de la llave y de pozo (ya que son las mismas, según fue declarado por los cuestionados), fue de 1.485 mg/L para la muestra a temperatura ambiente, mientras que para la muestra a bajas temperaturas fue de 1.265 mg/L. Esto deja en evidencia que las concentraciones de flúor son afectadas por las condiciones climáticas, en este caso la temperatura, tal como lo plantea la literatura reportada por Williams y Elliott<sup>2</sup>, Duggal et al<sup>25</sup> y la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>28</sup>. También se puede apreciar que el nivel de concentración de flúor de la muestra de agua a temperatura ambiente coincide con las manifestaciones planteadas por

Williams y Elliott<sup>2</sup> y Higashida<sup>3</sup> que se pueden observar frente a la ingesta de agua con esta concentración, y se relaciona con los hallazgos clínicos durante la aplicación del cuestionario: manchas que van de amarillo claro a pardo.

Estas concentraciones obtenidas contrastan con los valores de referencia pautados en las diferentes regiones y continentes: en E.E.U.U. y América se ha normatizado que los niveles de concentración de flúor seguros en el agua de consumo deben estar entre 0.8 y 1.0 mg/L, con un rango máximo de seguridad de 1.2 mg/L; en países orientales, como Pakistán, la India, Kenya (Asia y África), el rango se mantiene entre 0.5 y 1.5 mg/L, según indican Tahir y Rasheed<sup>7</sup>, Kahama et al<sup>19</sup> y Ranjan y Yasmin<sup>23</sup> en sus estudios; la OMS, en la nota técnica publicada por la Dra. Ana Boischio, plantea un valor de referencia de 1.5 mg/L. Todos han llegado a la conclusión de que existen diversos factores a tomar en cuenta para normatizar los niveles de concentración de flúor en el agua de consumo, como la temperatura y la frecuencia de consumo al día de las fuentes de agua. Por tanto, el nivel de concentración de flúor arrojado por el análisis de la muestra indica que ésta representa un factor de riesgo relevante e importante en el condicionamiento de la aparición de fluorosis en sus múltiples niveles de severidad.<sup>2,25,28</sup>

Las fuentes de agua más utilizadas que fueron reportadas por la muestra fueron: la de botellón, de la llave y el agua de pozo. Los sujetos informaron que la ingesta de agua de botellón se inició hace 3-5 años, aproximadamente, y que previo a ésta la única fuente fue el agua de la llave, la cual proviene de un pozo en común que distribuye el agua por toda la comunidad, llamado "La Furnia". A raíz de esto, surge la nueva hipótesis que dicha fuente de agua presenta los niveles de concentraciones de flúor mencionados gracias al recorrido que realiza para concentrarse en una sola masa y un solo lugar, en el cual existen rocas y suelos que son arrastrados y producen el depósito de fluoruros a partir de los ricos minerales que los componen, así como lo plantean Williams y Elliott<sup>2</sup> y Montaña<sup>14</sup>. Esto también coincide con los estudios de Avila et al<sup>6</sup> y otras fuentes bibliográficas, en los cuales se plantea que el flúor tiene mayor presencia en las aguas subterráneas, que son las utilizadas por los habitantes de la localidad.

Ya que la sal es considerada una de las fuentes de flúor al utilizarse como una alternativa para administrar el elemento en comunidades de poco acceso a aguas tratadas y fluoradas adecuadamente, según fue indicado por McKay y Dean, y que la totalidad de la muestra afirmó consumir y adicionar la misma a la preparación de los alimentos, conlleva a tomarla en cuenta como un factor de riesgo al potencializar el consumo del elemento.<sup>3</sup>

Adicional a esto, más del 80% de la muestra indicó no conocer la marca de la sal, mucho menos la procedencia, ya que la adquieren a través de los negocios locales (colmado) de la comunidad en bolsas pequeñas. Aquellos pocos que conocen la marca de la sal que han utilizado mencionaron una sola marca: “Refisal”, la cual está yodada y fluorada. 37 sujetos de la muestra (86%) afirmaron adicionar sal a la preparación de los pescados y mariscos, mientras que el 100% adicionan sal a la preparación de los vegetales.

Los pescados y mariscos reportados como los más consumidos fueron el bacalao, las sardinas enlatadas, el atún enlatado, los camarones y otros frutos del mar, como el pulpo y el lambí, con una frecuencia mínima de 2-3 veces a la semana. Éstos coinciden con los pescados y mariscos mencionados por Williams y Elliott<sup>2</sup>, Higashida<sup>3</sup> y los estudios de Jackson et al<sup>21</sup> y Ranjan y Yasmin<sup>23</sup>, como aquellos que poseen niveles considerables de flúor, especialmente los enlatados y en los que se ingieren los huesos, o hay contacto con ellos durante la preparación. Esto, acompañado de la adición de sal durante la preparación para su consumo, y la utilización de una fuente de agua cuyo nivel en la concentración de flúor no está controlado y está por encima de los estándares planteados en la literatura, como ocurre en el caso de la muestra, representa un factor de riesgo potencial para la aparición de fluorosis.

Las frutas, al igual que los vegetales, representan una fuente de ingesta de flúor condicionada por su cultivo y manejo para su ingestión, según la literatura. Esto significa que aquellos alimentos que son cultivados en suelos de áreas endémicas de fluorosis, y son cocinados con la misma fuente de agua que no está controlada en los niveles de concentración de flúor, pueden aportar más cantidades de flúor de las que se espera la fruta brinde por sí sola.<sup>21,23</sup>

Frutas como el limón, la caña, el guineo y la cereza, reportados como los más ingeridos por la muestra, son cultivados cercanos al suelo, por lo que tienden a absorber nutrientes como el fluoruro de la tierra y el agua con la que son irrigados.

Así mismo, vegetales como el tomate, la lechuga, el ají, la cebolla, la berenjena y el trigo fueron los mencionados como los más consumidos por la muestra, y son preparados con el agua de la llave, principalmente. Estos vegetales, además de cultivarse directamente en el suelo, son propensos a absorber agua. A raíz de esto, el ser preparados con el agua de la llave, la cual presenta un nivel en la concentración de flúor por encima de los estándares planteados en la literatura por no estar controlada, y la adición de sal para la preparación, representa un factor de riesgo potencial que condiciona la aparición de fluorosis.<sup>21,23</sup>

Más del 90% de la población estudiada ha consumido y consume leche y sus derivados, con una frecuencia de una a tres veces al día. Los niños/as declararon que la ingesta de éstos es principalmente durante el tiempo escolar, ya que se les imparte como merienda en el centro educativo. También informaron que el tipo de leche que se les provee es tanto leche en polvo como leche de vaca, donde la última recibe directamente cantidades de flúor de la alimentación de la especie aportando las mismas al consumidor, según fue indicado por Kahama et al<sup>19</sup>. Sin embargo, el instrumento de recolección no recopila información sobre la edad en la que se inició la ingesta del alimento, por lo que no se puede establecer una relación tentativa entre la incorporación de flúor al organismo y la manifestación de la condición. Mas se toma en cuenta como una posibilidad, ya que la adición de flúor a la leche se encuentra regulada desde que se estableció la administración de flúor a las aguas de consumo, con un fin preventivo, según Higashida<sup>3</sup>; y estudios como el de De La Cruz et al<sup>27</sup> sostienen la hipótesis de que las altas ingestas de fluoruro a partir de la fórmula en polvo reconstituida están asociadas con formas más leves de fluorosis dental de los incisivos maxilares permanentes.

En cuanto al consumo de té, el 58.1% de los participantes informó que ha consumido y consume té en la actualidad, pero ocasionalmente, lo cual desestima la posibilidad de considerar la ingesta de esta bebida como un factor de riesgo a considerar en los niños/as.

Sin embargo, la posibilidad de que el consumo de té por los padres represente un factor predisponente para la aparición de fluorosis, especialmente la fluorosis esquelética, es válida. En la literatura podemos encontrar estudios como el de Izuora et al<sup>20</sup> y Dhurvey y Dhawas<sup>8</sup> que indican que la ingesta de té por un largo periodo de tiempo, sin importar el sustrato, condiciona la manifestación de signos y síntomas relacionados a la fluorosis esquelética. La medición de esta información fue una limitación del instrumento de recolección de datos, ya que las preguntas se enfocaron principalmente en el niño/a.

Un dato importante es el reportado en cuanto a la edad en la que se inició el cepillado y la certeza de que el niño/a ha ingerido pasta dental en los primeros años de vida, donde el 84% de la población estudiada inició el cepillado alrededor del año de edad, y el 55.8% de los padres, madres o tutores declararon no tener la certeza de que su hijo/a ha ingerido o no el producto dental. La importancia de estos resultados radica en que son potentes factores que predisponen a la aparición de fluorosis, especialmente a la fluorosis dental, debido a que la ingesta sistémica de flúor provisto por los productos dentales no aptos para la edad del sujeto supone la incorporación de 1mg de flúor por cada gramo de pasta dental ingerido, que se difundirá a las estructuras afines, como son los gérmenes dentarios de los dientes permanentes que están en formación. Esto lo sustentan estudios como el de Mascarenhas<sup>5</sup>, Rozier et al<sup>13</sup> y Levy<sup>26</sup>. También estudios realizados por Hargreaves et al<sup>26</sup>, Salama et al<sup>26</sup> y Dowell<sup>26</sup> determinaron que, a través de los productos fluorados ingeridos durante el cepillado, se presenta una ingesta excedente al promedio diario establecido, independientemente de la persona residir en áreas fluoradas o no.

En cuanto a los padres, madres o tutores de los cuestionados, el 58% reportó haber ingerido en algún momento de su vida bebidas alcohólicas con cierta frecuencia, y un 86% informó no haber consumido tabaco. En general, no hubo presencia de enfermedades que comprometan la calidad del hueso en su dureza y composición, pero sí de condiciones o enfermedades sistémicas que, según constataron los estudios de Tahir y Rasheed<sup>7</sup>, el de Dhurvey y Dhawas<sup>8</sup>, y Mandal et al<sup>31</sup>, son signos y/o síntomas de padecer fluorosis esquelética. Los padres reportaron haber padecido o padecer dolor en las piernas y

articulaciones, entumecimiento, problemas en las manos y pies, estreñimiento, poliuria, problemas cardiovasculares y artritis.

A partir de esto, surge una nueva hipótesis que plantea lo siguiente: la presencia de estas manifestaciones se debe a la acumulación de los efectos generados por la ingesta excesiva de flúor durante el consumo de té y bebidas alcohólicas, la ingesta prolongada de fuentes de agua sin control alguno en los niveles de concentración de flúor y el consumo de alimentos con niveles considerables del mismo.

Finalmente, se concuerda con los estudios realizados por Tahir y Rasheed<sup>7</sup> de que la aparición de fluorosis es directamente influenciada por el nivel de concentración y el tiempo de consumo del flúor.

### 5.3. Conclusiones

Los factores de riesgo que condicionan la aparición de fluorosis, en cualquiera de sus variantes, son múltiples y pueden correlacionarse unos con otros, potencializando la concentración del flúor en el organismo y, por tanto, incrementando las manifestaciones que trae como consecuencia la excesiva acumulación del elemento.

Luego de realizar un análisis de los resultados del estudio, y comparando la información obtenida con los antecedentes y la bibliografía disponible, se concluye lo siguiente:

- El género femenino fue el más afectado por fluorosis dentro de la población estudiantil en la comunidad de Barreras.
- La población estudiada comprende edades entre 6 y 22 años, quienes asisten a la escuela de la localidad; dentro de éstos, el grupo etario más afectado abarca las edades entre 17 y 22 años, los cuales son jóvenes adultos quienes están concluyendo la fase de crecimiento y desarrollo activo.
- La concentración de flúor actual en la fuente de agua más utilizada, correspondiente al agua de la llave, en la comunidad de Barreras es de 1.485 mg/L a temperatura ambiente.
- La concentración de flúor en la fuente de agua analizada se ve influenciada por actividades naturales y las condiciones climáticas, como la temperatura.
- La concentración de flúor obtenida mediante el análisis de la muestra proveniente de la llave coincide con los efectos reportados en la literatura que pueden ser observados en presencia de dicha concentración.

- El bajo nivel socioeconómico obliga a los residentes de la comunidad de Barreras a consumir agua de la llave que no recibe tratamiento por parte de las autoridades gubernamentales.
- La adición de sal para la preparación e ingesta de pescados, mariscos y vegetales ejerce un efecto potencializado en la ingesta de flúor por los habitantes de la comunidad de Barreras, coincidiendo como uno de los factores de riesgo que condiciona la aparición de fluorosis.
- El consumo de pescados y mariscos ricos en flúor, como son el atún y las sardinas enlatadas, los camarones y otras especies marinas, con una frecuencia mínima de 2-3 veces por semana, y tomando en cuenta el agua de la llave como la fuente de agua más utilizada para su cocción, representa un factor de riesgo a la aparición de fluorosis.
- Los vegetales como el tomate, la lechuga, la berenjena, el ají y el trigo, que poseen la tendencia de absorber nutrientes del suelo durante el cultivo y agua durante su cocción, resulta ser una fuente de ingesta de flúor mayor al potenciarse con el agua de preparación y la adición de sal al proceso; a raíz de esto, supone un factor de riesgo para la aparición de fluorosis.
- El consumo de leche y sus derivados, provenientes de animales de la zona que han sido alimentados con pasto y agua ricos en flúor, que según la literatura se transfieren los nutrientes de manera directa, representa una fuente de flúor a los habitantes de la comunidad.
- El consumo de té por parte de los niños/as no representan un factor de riesgo para ellos, pero sí para sus padres, madres o tutores, quienes sí pueden tener largos periodos de tiempo consumiendo dicha bebida, condicionando la aparición de manifestaciones de fluorosis esquelética.



- El alto porcentaje de inseguridad en cuanto al conocimiento de si el niño/a ha ingerido pasta dental en los primeros años de vida, representa un posible factor que predispuso la aparición de fluorosis en la población estudiada.
- El uso de pastas dentales no acordes a la edad del niño/a trae como consecuencia la incorporación excesiva de iones de fluoruro durante la formación del esmalte.
- La presencia de manifestaciones y enfermedades sistémicas asociadas a la fluorosis esquelética en los padres, madres o tutores de los niños/as puede estar dado por el consumo frecuente de bebidas alcohólicas, el consumo de té y de agua proveniente de la llave, así como también la ingesta de pescados, mariscos y vegetales preparados con el agua de la llave y la adición de sal a éstos.
- Todos los factores mencionados, así como el efecto acumulativo y el constante consumo de productos fluorados condiciona la aparición de la afección en los habitantes de la comunidad de Barreras.

## 5.4. Recomendaciones

Al discutir los resultados obtenidos a través de la aplicación de un cuestionario, contrastando la información obtenida con la literatura y destacar las conclusiones, surgen las siguientes recomendaciones:

- El grupo etario comprendido entre los 6 y 16 años es el grupo que requiere de mayor atención médica y odontológica, al abarcar sujetos que están en el periodo de crecimiento y desarrollo activo de las estructuras dento-faciales.
- Entregar los resultados y conclusiones arrojados por este estudio a las autoridades gubernamentales correspondientes, para incentivar el desarrollo de un programa de control de los niveles de concentración de flúor en las fuentes de agua disponibles en la comunidad de Barreras.
- Realizar estudios más profundos sobre los factores de riesgo que condicionan la aparición de la fluorosis en la comunidad de Barreras, donde se evalúe: la inhalación de partículas de fluoruro en el aire provenientes de actividades industriales, la composición del suelo y la relación e impacto de éste en la concentración de flúor de las principales fuentes de agua de la comunidad.
- Estudiar los niveles de concentración de flúor en la sal de consumo disponible para los habitantes de la localidad.
- Evaluar la concentración de flúor en el organismo de los habitantes de la comunidad de Barreras por medio de pruebas biológicas, como es el análisis de la orina. Esto es debido a la reducción de la eficacia del proceso de filtración de la sangre en los riñones, en presencia de fluorosis esquelética.<sup>9</sup>

- Desarrollar y aplicar programas y actividades de concientización en la comunidad Barrera s sobre la condición, y por cuáles razones ésta puede surgir, de modo que puedan tener una idea lo suficientemente clara para identificar la posible causa particular y tomar una acción preventiva.
- Separar el estudio de los factores de riesgo asociados a la aparición de fluorosis en sus dos vertientes, fluorosis dental y fluorosis esquelética, con el fin de obtener resultados más precisos y completos de la condición.
- Realizar estudios radiográficos en los padres, madres o tutores que refieren presentar signos y/o síntomas relacionados con la fluorosis esquelética, para confirmar la presencia de la condición y concretizar la relación existente entre los padecimientos sistémicos.

## Referencias bibliográficas

1. Gallará RV, Piazza LA, Piñas ME, Barteik ME, Moncunill I, Ponce RH. Fluorosis endémica en zonas rurales del norte y noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Revista de Salud Pública [Revista Internet]* 2011. [acceso el 20 de febrero de 2016]; 15(1): 40-48. Disponible en: [http://www.saludpublica.fc.m.unc.edu.ar/sites/default/files/RSP11\\_1\\_07\\_art4.pdf](http://www.saludpublica.fc.m.unc.edu.ar/sites/default/files/RSP11_1_07_art4.pdf)
2. Williams RA, Elliott JC. Bioquímica de los compuestos que contienen flúor. *Bioquímica dental básica y aplicada*. 2ª ed. México: El Manual Moderno; 1990. p. 386-395.
3. Higashida BY. Medidas preventivas en odontología. *Odontología preventiva*. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2009. p. 145-201.
4. Ramesh M, Aruna RM, Malathi N, Krishnan R. A review of fluoride and its diverse effects. *SRM Journal of Research in Dental Sciences [Revista Internet]* 2014 enero-marzo. [acceso 20 de febrero de 2016]; 5(1): 42-45. Disponible en: <http://www.srmjrds.in/article.asp?issn=0976433X;year=2014;volume=5;issue=1;spage=42;epage=45;aulast=Ramesh>.
5. Mascarenhas AK. Risk factors for dental fluorosis: A review of the recent literature. *Pediatric Dentistry, American Academy of Pediatric Dentistry [Revista Internet]* 2000. [acceso 2 de junio de 2017]; 4(22): 269-277. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/0fb5/28d4b7a7e193e90bd533b5ea54f816b04375.pdf>.
6. Avila NM, Farias SS, Bianco G, Bovi M. Determinación de fluoruro en aguas de Rinconadillas (Provincia de Jujuy). *Acta Toxicológica de Argentina [Revista Internet]* 2008. [acceso 20 de febrero de 2016]; 16(1): 14-20. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ata/v16n1/v16n1a04.pdf>

7. Tahir MA, Rasheed H. Fluoride in the drinking water of Pakistan and the possible risk of crippling fluorosis. *Drinking Water Engineering and Science [Revista Internet]* 2013. [acceso 31 de enero de 2017]; 6: 17-23. Disponible en: <http://www.drink-water-eng-sci.net/6/17/2013/dwes-6-17-2013.pdf>.
8. Dhurvey V, Dhawas S. Skeletal fluorosis in relation to drinking water, nutritional status and living habits in rural areas of Maharashtra, India. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology [Revista Internet]* 2014. [acceso 31 de enero de 2017]; 8(1): 63-67. Disponible en: <http://fluoridealert.org/wp-content/uploads/dhurvey-2014.pdf>.
9. Jarquín-Yañez L, Mejía-Saavedra J, Molina-Frechero N, Gaona E, Rocha-Amador DO, López-Guzmán OD et al. Association between urine fluoride and dental fluorosis as a toxicity factor in a rural community in the state of San Luis Potosi. *The Scientific World Journal [Revista Internet]* 2015. [acceso 31 de enero de 2017]; 1-5. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2015/647184/>.
10. Méndez de la Paz TR. Incidencia de fluorosis dental en niños de 10-15 años de edad en la escuela "Las Barreras", Azua de Compostela [Tesis doctoral]. República Dominicana: Universidad Iberoamericana; 2015.
11. Estupiñán-Day DS. Final report to the Kellogg's Foundation. Multi-year plan for salt fluoridation programs in the region of the Americas. 2000. Disponible en: <http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2009/kellogg.pdf>
12. Sociedad Española de Odontopediatría [Sede Web]. Sociedad Española de Odontopediatría; 2008 [acceso 10 abril de 2017]. Flúor y fluoruros. Disponible en: [http://www.odontologiapediatrica.com/documento\\_sobre\\_el\\_fluor](http://www.odontologiapediatrica.com/documento_sobre_el_fluor).

13. Rozier G, Adair S, Graham F, Iafolla T, Kingman A, Kohn W et al. Evidence-based clinical recommendations on the prescription of dietary fluoride supplements for caries prevention. *The Journal of the American Dental Association* [Revista Internet] 2010. [acceso 10 de junio de 2017]; 141(12): 1480-1489. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817714604773>.
14. Montaña MA. Guía de fluorosis dental: normas técnicas de la fluorosis dental. Colombia: Secretaría de Salud Departamental del Huila. 2008. [acceso 20 de marzo de 2016]; 5B(36): 1-82. Disponible en: [http://huila.gov.co/documentos/G/guia\\_fluorosis\\_dental\\_huila.pdf](http://huila.gov.co/documentos/G/guia_fluorosis_dental_huila.pdf)
15. World Health Organization (WHO). Inadequate or excess fluoride: A major public health concern. 2010: 5.
16. Organización Mundial de la Salud [Sede Web]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. [acceso 10 abril del 2016]. Diez sustancias químicas que constituyen una preocupación para la salud pública. Disponible en: [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/chemicals\\_phc/es/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/es/).
17. American Dental Association (ADA). About fluoridation facts. 2005: 71.
18. Cameron A, Widmer R, Mekertichian K, Messer LB. Modalidades de tratamiento con fluoruros. Editor: Cameron A. *Manual de odontología pediátrica*. 1<sup>ra</sup> ed. España: Harcourt Brace; 1998. p. 39-54.

19. Kahama R, Kariuki D, Kariuki H, Njenga L. Fluorosis in children and sources of fluoride around Lake Elementaita region of Kenya. *Fluoride* [Revista Internet] 1997. [acceso 10 de junio de 2017]; 30(1): 19-25. Disponible en: [https://d952088f-a-62cb3a1a-sites.googlegroups.com/site/fluorosisinfo/resources/fluorosiskenyaveryuseful.pdf?attachauth=ANoY7cricikPVk-BqAmcaoZnDGMBIwaLImlVpkasTQ-DJ2cLgN99pPIBTsqXRQU2jKfR4arfZhHHCgINMOSvTV9fHFkt9ZQEjNE7IHAF6jGM3BfyWDrctsnQwwaGGeVEEYR1zjNUz4gghq3gFP2jiLdN-yglQV8qNIKCw9d6ZsJqx\\_83yKHNv7uijF90dgy1ZcjbNWbI2FTUXY8gDPLjGILIR1mXz-Cx3OauYL6rmnQ34dsxMdIIa0zdLmvCRQU8Q-jxZancIpir&attredirects=0](https://d952088f-a-62cb3a1a-sites.googlegroups.com/site/fluorosisinfo/resources/fluorosiskenyaveryuseful.pdf?attachauth=ANoY7cricikPVk-BqAmcaoZnDGMBIwaLImlVpkasTQ-DJ2cLgN99pPIBTsqXRQU2jKfR4arfZhHHCgINMOSvTV9fHFkt9ZQEjNE7IHAF6jGM3BfyWDrctsnQwwaGGeVEEYR1zjNUz4gghq3gFP2jiLdN-yglQV8qNIKCw9d6ZsJqx_83yKHNv7uijF90dgy1ZcjbNWbI2FTUXY8gDPLjGILIR1mXz-Cx3OauYL6rmnQ34dsxMdIIa0zdLmvCRQU8Q-jxZancIpir&attredirects=0).
20. Izuora K, Twombly JG, Whitford G, Demertzis J, Pacifici R, Whyte MP. Skeletal fluorosis from brewed tea. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* [Revista Internet] 2011. [acceso 20 de febrero de 2016]; 96(8): 2318-2324. Disponible en: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jc.2010-2891>.
21. Jackson RD, Brizendine EJ, Kelly SA, Hinesley R, Stookey G, Dunipace A. The fluoride content of foods and beverages from negligibly and optimally fluoridated communities. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* [Revista Internet] 2002. [acceso 24 de junio de 2017]; 30: 382-91. Disponible en: <http://onlineibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0528.2002.00002.x/abstract>.
22. Natursan [Sede Web]. España: Pérez C. [acceso 24 de junio de 2017]. Alimentos ricos en flúor. Disponible en: <https://www.natursan.net/alimentos-ricos-fluor/>
23. Ranjan S, Yasmin S. Assessment of fluoride intake through food chain and mapping of endemic areas of Gaya District, Bihar, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* [Revista Internet] 2014. [acceso 24 de junio de 2017]; 94: 220-224. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00128-014-1396-1>.

24. Martínez-Lizán I. El flúor en la clínica dental. Toledano M, coordinador. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Madrid: Ediciones Avances Médico-Dentales, S.L.; 2009. p. 491-501.
25. Duggal M, Cameron A, Toumba J. Fluoruros tópicos I. Editor: Martínez M. Odontología pediátrica. 1<sup>ra</sup> ed. México: El Manual Moderno; 2014. p. 24-25.
26. Levy S. A review of fluoride intake from fluoride dentifrice. Journal of Dentistry for Children [Revista Internet] 1993. [acceso 24 de junio de 2017]; 26: 115-124. Disponible en: [http://fluoridefoam.com/PDF/Fluoride\\_intake.pdf](http://fluoridefoam.com/PDF/Fluoride_intake.pdf).
27. De la Cruz D, Celada N, Sánchez I, Hernández M, Martínez I. Ingesta de fluoruros por alimentos y bebidas en niños de 4 a 72 meses. Revista ADM [Revista Internet] 2006. [acceso 24 de junio de 2017]; 63(2): 69-73. Disponible en: <http://www.mediagraphic.com/pdfs/adm/od-2006/od062e.pdf>.
28. Organización Mundial de la Salud [Sede Web]. Ginebra: Boischio A; 2002 [actualizada 21 de enero de 2013; acceso 6 de julio de 2017]. Flúor en el agua de consumo. Disponible en: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8193%3A2013-fluor-agua-consumo&catid=4716%3Ageneral&Itemid=39798&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193%3A2013-fluor-agua-consumo&catid=4716%3Ageneral&Itemid=39798&lang=es)
29. Williams RA, Elliott JC. Química de los dientes y su medio. Bioquímica dental básica y aplicada. 2<sup>a</sup> ed. México: El Manual Moderno; 1990. p. 333-370.
30. American Dental Association (ADA). Ten reasons to fluoridate public water. 2005.



31. Mandal P, Ray D, Ram F, Tirkey S, Kanti M, Mondal S. Skeletal fluorosis: an epidemio-clinico-radiological study [Revista Internet]. [acceso 20 de marzo de 2016]: 18. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qNS-a7U9jIwJ:www.jemds.com/data\\_pdf/Fluorosis%2520final.docx+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=do](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qNS-a7U9jIwJ:www.jemds.com/data_pdf/Fluorosis%2520final.docx+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=do).
32. Kurdi MS. Chronic fluorosis: the disease and its anaesthetic implications. Indian Journal of Anaesthesia [Revista Internet] 2016. [acceso 14 de mayo de 2017]; 60(3): 157-162. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4800930/>.
33. Datta P, Datta P. Prevalence, etiology and clinical features of skeletal fluorosis: A critical review. Innovare Journal of Medical Sciences [Revista Internet] 2013. [acceso 20 de febrero de 2016]; 1(2): 5-6. Disponible en: <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijms/article/viewFile/263/288.pdf>.
34. Fisterra.com, Atención Primaria en la Red [Sede Web]. La Coruña: Fernández P; 1990 [actualizada 3 de enero de 2005; acceso 3 de julio de 2017]. Tipos de estudios clínico-epidemiológicos [25-47]. Disponible en: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxwb3J0YWZvbGlvY2ljYmRlbG1hc3Ryb3xneDozM2M1Yjk2OWUzZGNmZWVh>
35. Aguilar-Barojas S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco; 2005: 11(1-2): 333-338.
36. Real Academia Española (RAE). Diccionario de la Lengua Española [Sede Web]. España; 2014 [actualizada el 2017; acceso 9 de julio de 2017]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=diccionario>.
37. Cid E, Cortes F, Marchena M, Pedrero P, Ledesma C, Ureña J et al. Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico [Sede Web]. España; 2011 [actualizada el 2014; acceso 9 de julio de 2017]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/>.

# ANEXOS

Anexo 1. Principales fuentes de fluoruro.<sup>2</sup>

**Cuadro 18-1. Principales fuentes de fluoruro**

	Fuente	Contenido de fluoruro (partes por millón, a menos que se establezca lo contrario)	Observaciones
Agua	Ríos y pozos	0.01-10 y más	La ingestión de esta fuente será mayor en climas calientes debido al mayor consumo de agua
	Agua entubada con adición óptima de F <sup>-</sup> (o rara vez, eliminación de F <sup>-</sup> )	0.8-1.0	Ingestión resultante alrededor de 0.8 mg/día para lactantes alimentados con leche en polvo; 0.4 mg/día para niños pequeños; y 1.5 mg/día para adultos. La concentración en el suministro de agua ajustado a las condiciones climáticas
	Agua de mar	0.8-1.4	
Atmosférico	Principalmente de procesos industriales como: fundición de aluminio (se utiliza criolita, Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> ), fabricación de ladrillos, explotación minera de rocas de fosfato (en forma importante de fluorapatita)	Muy variable	Por lo general, presente en la atmósfera como HF o como partículas de fluoruro. La ingestión de dichas partículas puede realizarse a través de alimentos contaminados (principalmente vegetales) y en el suministro de agua. La fluorosis del esmalte dental y los cambios en el esqueleto se observan en el hombre a partir de estas fuentes
Alimentos sólidos	Pescado	0.1-20 y más	Extremo inferior del rango si no se comen los huesos Extremo superior si se comen los huesos

Anexo 2. Tabla de recomendaciones para el uso y prescripción de los suplementos fluorados.<sup>12</sup>

**TABLE 3**

<b>Clinical recommendations for the use of dietary fluoride supplements.</b>						
The expert panel convened by the American Dental Association Council on Scientific Affairs developed the following recommendations. They are intended as a resource for dentists and other health care providers. The recommendations must be balanced with the practitioner's professional judgment and the individual patient's needs and preferences.						
Children are exposed to multiple sources of fluoride. The expert panel encourages health care providers to evaluate all potential fluoride sources and to conduct a caries risk assessment before prescribing fluoride supplements.						
<b>RECOMMENDATION</b>			<b>STRENGTH OF RECOMMENDATIONS</b>			
For children at low risk of developing caries, dietary fluoride supplements are not recommended and other sources of fluoride should be considered as a caries-preventive intervention			D			
For children at high risk of developing caries, dietary fluoride supplements are recommended according to the schedule presented in the table below			D			
When fluoride supplements are prescribed, they should be taken daily to maximize the caries-preventive benefit			D			
<b>RECOMMENDED AMERICAN DENTAL ASSOCIATION DIETARY FLUORIDE SUPPLEMENT DOSING SCHEDULE FOR CHILDREN AT HIGH RISK OF DEVELOPING CARIES</b>						
<b>Age (Years)</b>	<b>Amount of Fluoride Supplementation and Strength of Recommendations, According to Fluoride Concentration in Drinking Water (Parts per Million*)</b>					
	<b>&lt; 0.3</b>		<b>0.3-0.6</b>		<b>&gt; 0.6</b>	
	<b>Fluoride supplementation</b>	<b>Strength of recommendations</b>	<b>Fluoride supplementation</b>	<b>Strength of recommendations</b>	<b>Fluoride supplementation</b>	<b>Strength of recommendations</b>
<b>Birth to 6 months</b>	None	D	None	D	None	D
<b>6 months to 3 years</b>	0.25 milligrams per day	B	None	D	None	D
<b>3 to 6 years</b>	0.50 mg/day	B	0.25 mg/day	B	None	D
<b>6 to 16 years</b>	1.00 mg/day	B	0.50 mg/day	B	None	D
* 1.0 part per million = 1 milligram per liter.						

Anexo 3. Efectos del aumento de fluoruros en el suministro de agua.<sup>2</sup>

**Cuadro 18-2. Efectos del aumento de fluoruros en el suministro de agua**

Concentración de F <sup>-</sup> (ppm)	Efecto
0.8 a 1	Reducción en la frecuencia de caries
1.0 a 1.1	Valor del umbral en el cual ocurren cambios perceptibles en el esmalte en desarrollo de los dientes permanentes. Estos consisten de manchas brillantes como la madreperla, que pueden observarse en un cuidadoso examen de algunos de los dientes. La aparición de estas manchas es la primera etapa en la fluorosis del esmalte
1.4 a 1.6	Fluorosis del esmalte más aparente. Manchas de amarillo claro a pardo pueden verse en algunos dientes de unos cuantos miembros de la comunidad
2.0	La mayor parte de los dientes tienen manchas pardas
2.5	La superficie del esmalte pierde su uniformidad. La decoloración oscura afecta extensas áreas del esmalte de muchos dientes
4	Cambios detectables en la composición química del hueso. En el extremo superior del rango, hay quizás un aumento de alrededor de 1 a 4% en las cenizas del hueso, alrededor de 10% de disminución de carbonato, y un 15% de disminución de magnesio. No pueden observarse cambios radiológicos o histológicos en el hueso; sin embargo, las mediciones de difracción de rayos X (Apéndice 19) muestran líneas de amplitud reducida del patrón de apatita, lo cual indica un aumento en el tamaño del cristal o una tensión no homogénea reducida, o ambas. Una reducción en el tamaño del cristal podría explicar la disminución en el contenido de carbonato y magnesio si estos iones se unen de manera parcial o total a la superficie del cristal
8	Primeros cambios radiológicos en el hueso

Anexo 4. Metabolismo del flúor.<sup>3</sup>

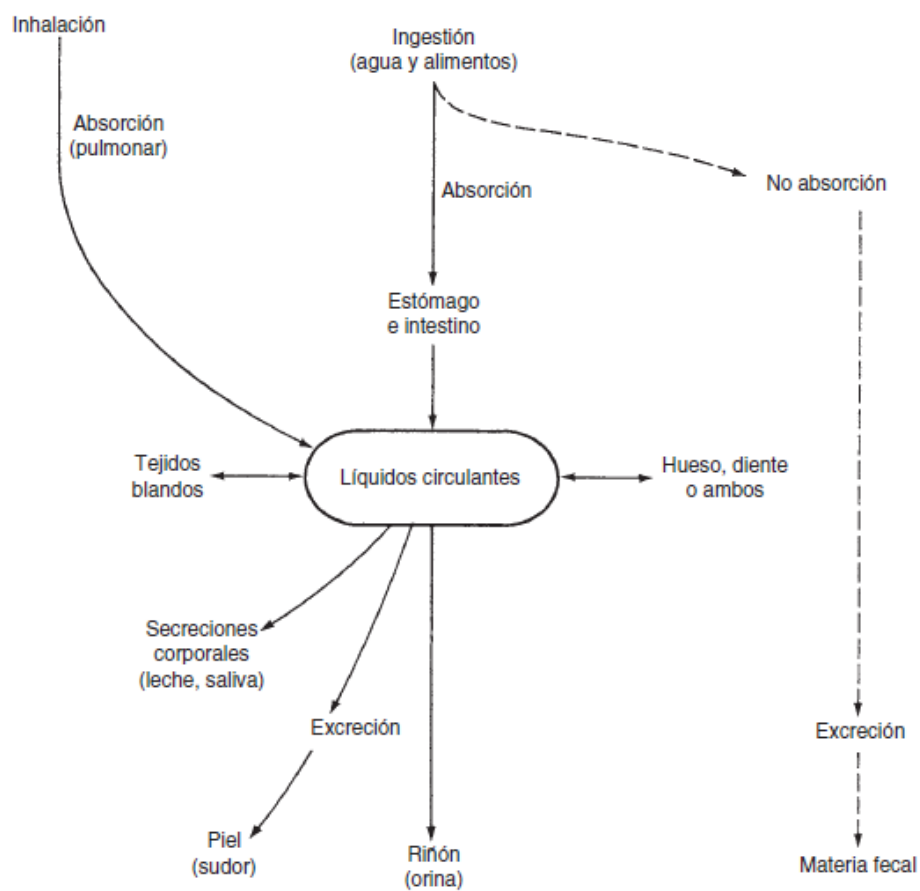


Figura 9-22. Metabolismo del flúor.

Anexo 5. Tabla estadística de valores Z.<sup>33</sup>

<b>% Error</b>	<b>Nivel de Confianza</b>	<b>Valor de Z calculado en tablas</b>
1	99 %	2.58
5	95 %	1.96
10	90 %	1.645

Anexo 6. Carta de solicitud para la visita y recolección de datos dirigida a la directora del Distrito Regional.

XX de julio del 2017  
Santo Domingo, República Dominicana

Lic. Derby Segura  
Directora del Distrito Regional 03-01  
Provincia de Azua, República Dominicana

Distinguida licenciada,

Luego de extenderle un cordial saludo, nos dirigimos a usted con el fin de solicitar permiso para realizar una visita a la escuela de la comunidad de Barreras, por parte de un equipo de investigadores con el propósito de realizar un levantamiento epidemiológico que corresponde al proyecto de investigación de unos servidores, para estudiar los factores de riesgo de la fluorosis. Este proyecto es parte integral de la investigación que lleva a cabo la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), de la cual ya tuvo contacto y que previamente han asistido a la comunidad.

La visita consiste en aplicar un cuestionario a los estudiantes de la escuela junto con sus padres, así como realizar breves evaluaciones bucales y la toma de fotografías, con el objetivo de identificar los factores de riesgo asociados a la aparición de dicha condición en la población. Para esto, pedimos de su colaboración para notificarle a las familias de asistir a las instalaciones de la escuela o, por el contrario, permitir las visitas domiciliarias a cada familia, el sábado 05 de agosto del año en curso.

Sin más, se despiden atentamente.

**Br. Manuel Arturo Contreras Marte**

**Br. Leonardo Martín Mieses**

-Estudiantes de término de la carrera de Odontología.

-Escuela de Odontología, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

-Investigadores del proyecto de Tesis titulado “Factores de riesgo asociados a la aparición de Fluorosis en la comunidad de Barreras del municipio Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana”.



Anexo 7. Instrumento de recolección de datos de la muestra: cuestionario o ficha técnica.

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña  
Escuela de Odontología

Formulario para la recolección de información y hallazgos clínicos de Fluorosis  
Trabajo de Grado: “Factores de riesgo asociados a la aparición de Fluorosis en la comunidad de Barreras del municipio Azua de Compostela, en el municipio de Azua de Compostela, en la provincia de Azua, República Dominicana”

**Definición de caso:** *personas residentes en la comunidad de Barreras, de la provincia de Azua, República Dominicana.*

Sección A: Datos generales del niño/a

Nombres	Sexo	Edad
Apellidos		
Nacionalidad	Lugar de Nacimiento	
Teléfonos de contacto		
Edad del padre/madre/tutor	Sexo	

ALERTA MÉDICA \_\_\_\_\_

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado A: Percepción
--------------------------------------	------------------------

ÍTEM	RESPUESTA	
	Sí	No
1. ¿Has notado si tienes manchas blancas en los dientes?		
2. ¿Has notado manchas blancas o marrones en los dientes de algunos de tus familiares, amigos o conocidos?		
3. ¿Te gustaría saber por qué ocurre este cambio en tus dientes?		

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado B: Consumo de agua
--------------------------------------	-----------------------------

ÍTEM	RESPUESTA				
	4. ¿Qué tipo de agua potable ha consumido y consume el niño/a?	a) Botellón	b) Hervida	c) De la llave	d) Filtrada
f) Río		g) Manantial	h) Cisterna	i) Otros	
5. ¿Cuál de ellas es la más consumida actualmente por el niño/a?	a) Botellón	b) Hervida	c) De la llave	d) Filtrada	e) Pozo
	f) Río	g) Manantial	h) Cisterna	i) Otros	
6. ¿Cuántas veces al día consume de esta agua el niño/a?	a) 1-3 veces	b) 4-6 veces	c) 7-9 veces	d) 10 o más veces	e) Todo el tiempo
7. ¿Cuál de ellas ha consumido el niño/a desde su nacimiento?	a) Botellón	b) Hervida	c) De la llave	d) Filtrada	e) Pozo
	f) Río	g) Manantial	h) Cisterna	i) Otros	

8. ¿Utiliza esta agua para la cocción de sus alimentos?	Sí	No	
9. ¿Utiliza esta agua para otros fines? ¿Cuáles?	Sí	No	

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado C: Consumo de sal
--------------------------------------	----------------------------

ÍTEM	RESPUESTA			
	Sí	No		
10. ¿Consume el niño/a sal de mesa yodada y fluorada? Si conoce la marca de sal que utiliza, ¿cuál es?				
11. ¿Dónde compra la sal que consume? (Aplica al responder "Sí" a la pregunta #10)	a) Colmado	b) Supermercado	c) Mercado	d) Vendedor ambulante
	e) Otros			
12. ¿Le adiciona sal al agua para la cocción de los alimentos?				
13. ¿Le adiciona sal al agua para otros fines? ¿Cuáles?				
14. ¿Le adiciona sal a los alimentos luego de cocinarlos? ¿A cuáles alimentos?				

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado D: Consumo de pescados y mariscos
--------------------------------------	--

ÍTEM	RESPUESTA				
	Sí	No			
15. ¿Acostumbra consumir pescados y mariscos? ¿Con qué frecuencia los consume?	a) 1-3 veces por semana	b) 3-5 veces por semana	c) Ocasionalmente		
16. ¿Frecuentan consumir los siguientes pescados y/o mariscos?	a) Salmón	b) Tilapia	c) Bacalao	d) Sardinas frescas	e) Sardinas enlatadas
	f) Arenque	g) Atún fresco	h) Atún enlatado	i) Camarones	j) Otros
17. ¿Los pescados y mariscos que adquiere son originarios de la zona? Si es un “No”, ¿de dónde los adquiere?					
18. ¿Le adiciona sal a los pescados y mariscos para su preparación, o ya preparados?					

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado E: Consumo de leche y productos lácteos
--------------------------------------	--

ÍTEM	RESPUESTA				
	Sí	No			
19. ¿Ha consumido o consume el niño/a leche? ¿Qué tipo de leche?					
	a) En polvo	b) De vaca	c) De cabra	d) De soja	e) De almendras

20. ¿Con qué frecuencia?	a) 1-3 veces al día	b) Semanalmente	c) Ocasionalmente
21. ¿Consume el niño/a productos lácteos? ¿Con qué frecuencia?			
	a) 1-3 veces al día	b) Semanalmente	c) Ocasionalmente

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado F: Consumo de té
--------------------------------------	---------------------------

ÍTEM	RESPUESTA				
	Sí	No			
22. ¿Consume el niño/a té con frecuencia? ¿Con qué frecuencia lo hacen?					
	a) Diariamente	b) Varias veces a la semana	c) Ocasional	d) Mensual	
23. ¿Con qué tipo de agua lo prepara?	a) Botellón	b) Hervida	c) De la llave	d) Filtrada	e) Pozo
	f) Río	g) Manantial	h) Cisterna	i) Otros	
24. ¿Le agregan algo más al té? ¿Qué le agregan?					
25. ¿Qué tipo de té consumen?	a) Chinola	b) Naranja	c) Limón	d) Menta	
	e) Anís	f) Manzanilla	g) Orégano	h) Canela	
	i) Canelilla	j) De Tilo	k) Limoncillo	l) Cereza	
	m) Otros				

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado G: Consumo de frutas y vegetales
--------------------------------------	---

ÍTEM	RESPUESTA			
26. ¿Cuáles frutas consumen?	a) Mango	b) Guineo	c) Limón	
	d) Carambola	e) Caña	f) Cereza	
	g) Otros			
27. ¿Cuáles vegetales consumen?	a) Lechuga	b) Tomate	c) Ají	
	d) Cebolla	e) Espinaca	f) Albahaca	
	g) Berenjena	h) Legumbres	i) Trigo	
	j) Brócoli	k) Nueces	l) Otros	

28. ¿Le adiciona sal al agua para la preparación de los vegetales?	Sí	No		
29. ¿Con cuál agua preparan los vegetales?	Sí	No		
	a) Botellón	b) Hervida	c) De la llave	
	d) Filtrada	e) Pozo	f) Río	
	g) Manantial	h) Cisterna	i) Otros	

Sección B: Relacionado con el niño/a	Apartado H: Uso de productos dentales
--------------------------------------	---------------------------------------

ÍTEM	RESPUESTA			
30. Marca de pasta dental.	a) Colgate	b) Oral-B	c) Sensodyne	d) Crest
	e) Aquafresh	f) Otra		

31. ¿Cuántas veces se cepilla el niño/a con esta pasta dental?	a) 1-3 veces al día	b) 2-3 veces a la semana	c) Una vez a la semana	d) Ocasionalmente
32. ¿A partir de qué edad comenzó el niño/a el cepillado con pasta dental?				
33. ¿Tiene la certeza de que el niño/a no ingirió pasta dental?	Sí	No		
34. ¿Utiliza el niño/a alguno de estos productos dentales?	a) Enjuague	b) Gel	c) Barniz	
35. ¿Ha tomado el niño/a algún suplemento fluorado? ¿Cuál?	Sí	No		

Sección C: Relacionado con el padre/madre	Apartado A: Hábitos
---	---------------------

**PARA LOS PADRES...**

ÍTEM	RESPUESTA		
	Sí	No	
36. ¿Ha consumido alcohol con frecuencia? ¿De qué tipo?	a) Cerveza	b) Ron	c) Vodka
	d) Whisky	e) Tequila	f) Otro
37. ¿Ha consumido o consume usted tabaco? ¿Cuántas veces al día?	Sí	No	
	a) 1-4 veces	b) 5-8 veces	c) 8 o más veces

Sección C: Relacionado con el padre/madre	Apartado B: Historia médica
---	-----------------------------

ÍTEM	RESPUESTA		
	Sí	No	
38. Enfermedad asociada a la dureza del hueso: osteoporosis, osteopenia, osteosclerosis, etc.?			
39. ¿Usted ha padecido de una fractura de hueso? ¿De cuáles huesos?			

40. ¿Padece usted actualmente o en el pasado de alguna de las siguientes enfermedades?

a) Dolor en piernas y articulaciones    b) Entumecimiento    c) Hipertiroidismo    d) Anemia

e) Osteosclerosis    f) Poliuria    g) Estreñimiento    h) Problemas cardiovasculares

i) Arteroesclerosis    j) Hormigueo en manos y pies    k) Problemas hepáticos

l) Problemas del riñón

m) Otras \_\_\_\_\_

41. ¿Tomó la madre algún suplemento fluorado durante el embarazo? ¿Cuál?

Sí \_\_\_\_

No \_\_\_\_

---



Anexo 8. Consentimiento y Asentimiento Informado.

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**

**Escuela de Odontología**

**Consentimiento Informado para la aplicación de Cuestionario sobre Ingesta de Agua  
y Hábitos Alimenticios de los habitantes de la comunidad de Barreras**

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

El presente documento pretende informar al destinatario sobre las intenciones y procedimientos que forman parte del trabajo de investigación llevado a cabo por el Br. Manuel Contreras y el Br. Leonardo Martén, estudiantes de término de la carrera de Odontología, de la Escuela de Odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Esta investigación corresponde a su Trabajo de Grado para la obtención del título de Doctor en Odontología. Éste tiene como finalidad determinar los factores de riesgo asociados a la aparición de Fluorosis en la comunidad de Barreras, del municipio Azua de Compostela, de la provincia de Azua, República Dominicana.

Con este estudio se pretende determinar la concentración de flúor actual en las fuentes de agua potable, identificar los alimentos ingeridos cuya concentración de flúor se sospecha es nociva para condicionar la aparición de fluorosis, e identificar los grupos de personas más afectados por la fluorosis, en la comunidad de Barreras.

La razón por la que se realiza esta investigación es debido a la gran cantidad de casos de fluorosis dental que se ha observado en la escuela de la comunidad, y por medio de los resultados de la misma se desea concientizar a los habitantes sobre la posibilidad de una ingesta excesiva de flúor en los alimentos y el agua potable, otorgar información sobre qué es dicha alteración, y sobre cómo disminuir y prevenir su aparición en la actualidad y en las generaciones futuras.

Se le aplicará un cuestionario que recopilará información personal como la edad, el sexo, lugar de nacimiento y residencia, teléfonos de contacto, ingesta de agua y hábitos alimenticios del niño/a; se tomarán fotografías intraorales (de los dientes), y se observarán las estructuras dentales para identificar la presencia de la condición (Fluorosis). Todas las informaciones otorgadas permanecerán estrictamente confidenciales.

Al firmar este documento, doy a entender que: he leído lo expuesto anteriormente, los investigadores dieron respuesta de manera satisfactoria a las preguntas formuladas con un lenguaje claro y llano, he recibido las explicaciones de lugar y expresado por los investigadores y, por ende, he entendido su contenido. Por tanto, doy mi consentimiento y aprobación para la realización de los procedimientos explicados y firmo a continuación:

Por este medio, yo \_\_\_\_\_, portador de cédula de identidad no. \_\_\_\_\_, me identifico como padre, madre o tutor responsable del niño / niña / adolescente \_\_\_\_\_, quien es menor de edad, y autorizo a evaluar, tomar fotografías, responder un cuestionario en el cual se mostrarán informaciones personales del niño/a, datos sobre la ingesta de agua y sus hábitos alimenticios, entre otros, con el compromiso por parte de los investigadores de que las informaciones suministradas permanecerán estrictamente confidenciales. Además, me comprometo a responder diferentes preguntas para apoyo de la investigación.

Firma del padre, madre o tutor responsable del niño/a

\_\_\_\_\_

Firma del investigador a cargo \_\_\_\_\_

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**

**Escuela de Odontología**

**Asentimiento Informado para la aplicación de Cuestionario sobre Ingesta de Agua y Hábitos Alimenticios de los habitantes de la comunidad de Barreras**

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

¡Hola! Nosotros somos estudiantes de Odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Queremos ser dentistas, y por eso estamos realizando una investigación científica para poder graduarnos y ser “Dentistas” Buscamos saber por qué tus dientes tienen esas manchas blancas y marrones. Por si no lo sabías, eso no es normal y se llama Fluorosis. Eso pasa cuando comes muchos alimentos y bebes mucha agua que tiene mucho flúor. Por eso estamos aquí: para saber qué comes todos los días y que nos digas, si sabes, de dónde viene el agua que bebes todos los días. Para ello, queremos pedirte que nos apoyes.

Tu participación es fácil: sólo queremos que nos respondas, junto con tus padres, unas cuantas preguntas; que nos dejes ver tu boquita, y que nos permitas tomarte unas fotos a ti y tus dientes.

Tu participación es voluntaria. Es decir, si tu papá, mamá o tutor dice que sí puedes participar, pero tú no quieres hacerlo, puedes decir que no. Pero por favor, ¡ayúdanos a ayudarte!

Esta información será confidencial: eso significa que no le diremos a nadie tus respuestas; sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de investigación.

Si quieres participar, te pido que pongas una (X) en el cuadrito de abajo que dice “Sí, quiero participar”, y escribe tu nombre:

Sí, quiero participar

Nombre del niño, niña o adolescente

---

Firma del investigador a cargo \_\_\_\_\_

Anexo 9. Resultados analíticos de las muestras de agua recolectadas en la comunidad de Barreras.

INTEC-LB-F02 REV. 03  
Pág. 2/3



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTO DOMINGO  
AV. LOS PRÓCEROS, URBANIZACIÓN GALA,  
SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA  
APARTADO POSTAL: 342-B + 249-2  
T 809-567-6271  
F 809-566-5000  
INTEC.EDU.DO

**RESULTADOS DE ANALISIS**

CLIENTE	MANUEL CONTRERAS	FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA	7 DE AGOSTO, 2017	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	1) MUESTRA No. 1	MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA	
No. DE MUESTRA	3331	No. DE REFERENCIA	INTEC 17-400	
PARAMETROS		METODOS	RESULTADOS	UNIDADES
<b>GENERALES</b>				
Fluoruro		HACH 8029 /STD 340.1	<b>1.485</b>	mg/L
<b>"MUESTRA COLECTADA POR EL CLIENTE"</b>				
Laboratorio Certificado por las Normas de Calidad ISO 9001				

  
Representante autorizado del laboratorio

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTO DOMINGO (INTEC)  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS Y AMBIENTALES  
Av. de Los Próceros, Los Jardines del Norte 10602.  
TEL. 809.567-9271 EXT. 457 Móvil 829 642 5874 / 809 880 5816  
adriana.rojas@intec.edu.do marleny.ferreira@intec.edu.do



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTO DOMINGO  
 AV. LOS PRÓCEROS, URBANIZACIÓN GALA,  
 SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA,  
 APARTADO POSTAL 342-9 • 249-2  
 T 809-567-9271  
 F 809-566-3800  
[INTC@U.DO](mailto:INTC@U.DO)

**RESULTADOS DE ANALISIS**

CLIENTE	MANUEL CONTRERAS	FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA	7 DE AGOSTO, 2017	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	2) MUESTRA No. 2	MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA	
No. DE MUESTRA	3332	No. DE REFERENCIA	INTEC 17-400	
PARAMETROS		METODOS	RESULTADOS	UNIDADES
<b>GENERALES</b>				
Fluoruro		HACH 8029 /STD 340.1	1.265	mg/L
<b>"MUESTRA COLECTADA POR EL CLIENTE"</b>				
Laboratorio Certificado por las Normas de Calidad ISO 9001				

  
 Representante autorizado del laboratorio

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTO DOMINGO (INTEC)**  
**LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS Y AMBIENTALES**  
 Av. de Los Próceros, Los Jardines del Norte 10602.  
 TEL: 809.567-9271 EXT. 457 Móvil 829 642 9874 / 809 880 5816  
[adriana.rojas@intec.edu.do](mailto:adriana.rojas@intec.edu.do) [marleny.ferreira@intec.edu.do](mailto:marleny.ferreira@intec.edu.do)

# GLOSARIO

Condición: circunstancias que afectan a un proceso o al estado de una persona o cosa.<sup>36</sup>

Diagnóstico: definir un proceso patológico diferenciándolo de otros.<sup>37</sup>

Dieta: conjunto de sustancias que regularmente se ingieren como alimento.<sup>36</sup>

Hipótesis: suposición de una cosa posible o imposible para sacar de ella una consecuencia.<sup>37</sup>

Incidencia: número de casos nuevos de una enfermedad en una población determinada y en un periodo determinado.<sup>37</sup>

Intoxicación: estado patológico provocado por la acción de venenos, exógenos y endógenos.<sup>37</sup>

Ión: átomo o agrupación de átomos que por pérdida o ganancia de uno o más electrones adquiere carga eléctrica.<sup>37</sup>

Metabolismo: conjunto de reacciones químicas que efectúan las células de los seres vivos con el fin de sintetizar o degradar sustancias.<sup>36</sup>

Profiláctico: ciencia médica de conservar la salud y prevenir la enfermedad.<sup>37</sup>

Signo: manifestación objetiva de una enfermedad o estado que el médico percibe o provoca.<sup>37</sup>

Sistema: conjunto de órganos que intervienen en alguna de las principales funciones vegetativas.<sup>37</sup>

Ubicuo: que está presente a un mismo tiempo en todas partes.<sup>36</sup>



Trabajo de Grado para optar por el título de “Doctor en Odontología”

“Factores de riesgo asociados a la aparición de Fluorosis en la comunidad de Barreras del municipio Azua de Compostela, en la provincia de Azua de la República Dominicana.”

**Sustentantes**

---

Br. Manuel Arturo Contreras Marte

---

Br. Leonardo Martén Mieses

---

**Asesor Temático:**

Dr. Napoleón Luis Bergés González

---

**Asesora Metodológica:**

Dra. Sonya Streese

---

**Coordinador del Área:**

Dra. Fe Cristina Castillo de González

---

**Comité Científico:**

Dra. Karla Báez

---

**Comité Científico:**

Dra. María Guadalupe Silva

---

**Director Escuela de Odontología:**

Dr. Rogelio Cordero