

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN LAS FUENTES HÍDRICAS QUE
ABASTECEN LOS ACUEDUCTOS DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TIMBÍO
Y SU POSIBLE INCIDENCIA EN CASOS DE FLUOROSIS EN NIÑOS MENORES DE 15
AÑOS DIAGNOSTICADOS EN EL CENTRO ODONTOLÓGICO DE LA E.S.E. DE TIMBÍO
DURANTE LOS AÑOS 2017 Y 2018



JHON HARVI TORRES LEDEZMA
YAMID DANOWIS ORDOÑEZ RENGIFO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ODONTOLOGÍA
POPAYÁN
2020

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN LAS FUENTES HÍDRICAS QUE
ABASTECEN LOS ACUEDUCTOS DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TIMBÍO
Y SU POSIBLE INCIDENCIA EN CASOS DE FLUOROSIS EN NIÑOS MENORES DE 15
AÑOS DIAGNOSTICADOS EN EL CENTRO ODONTOLÓGICO DE LA E.S.E. DE TIMBÍO
DURANTE LOS AÑOS 2017 Y 2018

JHON HARVI TORRES LEDEZMA
YAMID DANOWIS ORDOÑEZ RENGIFO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de: Odontólogo

Investigador

Asesor

Mg. ANDRES FERNANDO ERAZO DOMINGUES

Odontólogo, Especialista en Criminalística y Ciencias forenses, Maestría en Educación desde la
Diversidad

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

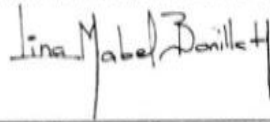
ODONTOLOGÍA

POPAYÁN

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado: ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN LAS FUENTES HÍDRICAS QUE ABASTECEN LOS ACUEDUCTOS DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TIMBÍO Y SU POSIBLE INCIDENCIA EN CASOS DE FLUOROSIS EN NIÑOS MENORES DE 15 AÑOS DIAGNOSTICADOS EN EL CENTRO ODONTOLÓGICO DE LA E.S.E. DE TIMBÍO DURANTE LOS AÑOS 2017 2018; elaborado por: JHON HARVI TORRES LEDEZMA Y YAMID DANOWIS ORDOÑEZ RENGIFO ha sido aprobado como requisito parcial para optar el título de odontólogos.



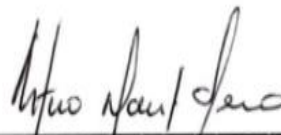
DRA. LINA MABEL BONILLA

JURADO



DRA. EMILCE SANCHEZ ROJAS

JURADO



DR. ARTURO MONTÓYA SERRANO
DIRECTOR DE SEDE

FIRMA

Popayán, mayo del 2020

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Señor Gerente del acueducto de Timbío

Señores Técnicos del acueducto de Timbío

Personal técnico del laboratorio de Química de la Universidad del Cauca

Laboratorio de Estudios Ambientales de la Universidad de Antioquia

DEDICATORIA

A Dios,

A nuestros padres,

A nuestros esposos e hijos y

A nuestros familiares

Por su colaboración y compromiso con nuestra educación superior.

Son el motor de nuestras vidas.

JHON TORRES

YAMID ORDOÑEZ

Popayán, 2020

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 ASPECTOS TEORICOS.....	13
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2.1.1 Descripción	13
2.1.2 Formulación	13
3 JUSTIFICACIÓN	14
4 MARCOS DE REFERENCIA	16
4.1 MARCO TEÓRICO	16
4.1.1 Fluorosis dental.....	20
4.1.2 Fluorosis Esquelética	23
4.1.3 Cromatografía Iónica	25
5 MARCO CONTEXTUAL	26
6 OBJETIVOS.....	34
6.1 OBJETIVO GENERAL	34
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
7 METODOLOGIA	35
7.1 TIPO DE ESTUDIO.....	35
7.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	35
7.3 VARIABLES.....	39
7.4 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	41
7.5 PROCEDIMIENTO.....	41

7.5.1	Protocolo para toma de muestra en fuentes hídricas.....	41
7.5.2	Protocolo para toma de muestras en grifos	42
7.5.3	Protocolo para muestras de control.....	43
8	RESULTADOS.....	52
9	DISCUSION.....	61
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
10.1	CONCLUSIONES.....	64
10.2	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFIA.....	65
	ANEXOS.....	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población estudio.....	37
Tabla 2. Resultados concentración de F- mg/L en sitios de toma	53
Tabla 3. Sitio de toma y medición de pH.....	55
Tabla 4. Concentración de F-mg/L y pH en los 3 acueductos	56
Tabla 5. Concentración de f- mg/L y pH en las muestras de control.....	57
Tabla 6. Sitio de muestras y acueductos	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Adsorption of fluoride	17
Figura 2. Muestras tomadas	37
Figura 3. Elaboración de controles	45
Figura 4. Toma de registro de pH	46
Figura 5. Tanque Acueducto.....	48
Figura 6. Dispositivo de muestreo	48
Figura 7. Agua residencial	49
Figura 8. Fuente hídrica Rio Timbío.....	49
Figura 9. Embalaje y rotulado.....	50
Figura 10. Cromatógrafo de intercambio iónico.....	51
Figura 11. Gráfica de sitios de toma y concentración de F- mg/L.....	54
Figura 12. Gráfica de Valores en gráfica de medición de pH.....	55
Figura 13. Gráfica de valores de pH y fluor en los 3 acueductos	56
Figura 14. Gráficas de concentración de F-mg/L y valores de Ph.....	58
Figura 15. Distribución abastecimiento por acueductos	60

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Instrumento para recolección de datos	67
Anexo 2. Informe de laboratorio.....	68

1 INTRODUCCIÓN

Timbío es un municipio de Colombia ubicado en el departamento de Cauca situado a 13 km de Popayán, la capital del departamento. Perteneciente al área Metropolitana de Popayán. El vocablo Timbío está formado por el monosílabo Tim de origen quechua, que significa unión o relación y por el bisílabo Bio de origen Pubenés, que significa río o fuente, por lo tanto, Timbío: unión de dos ríos (Chambio y Timbío). El cacique Timbío cuya descendencia llegó hasta el año 1677, tomó su nombre del lugar donde vivió. Timbío se convierte en el tercer municipio más antiguo de Colombia y el quinto en Suramérica refundado por los españoles, en 1535. (Alcaldía de Timbío, 2020)

En el consultorio odontológico de la ESE Centro de Salud del municipio de Timbío, entre los años 2017 y 2018 se reportaron 271 casos diagnosticados como fluorosis dental, de los cuales 71 casos corresponden a menores de 15 años, por lo que representa una incidencia alta. Por esta razón se realiza el presente estudio referente a la concentración de fluoruros en el agua de los diferentes acueductos y sus fuentes de abastecimiento para poder determinar el riesgo de fluorosis dental en la población que la consume.

Se considera que el flúor es un elemento tóxico que puede convertirse en una sustancia peligrosa si se encuentra expuesto por períodos de tiempo prolongado o en concentraciones altas; sus efectos nocivos pueden variar dependiendo de la cantidad de flúor que se encuentre en el organismo, dando como resultado la fluorosis dental o esmalte moteado, trastornos gástricos reversibles, fluorosis ósea, hasta la muerte; así mismo, puede generar una afectación el tejido óseo, produciendo una fluorosis esquelética (rigidez de las articulaciones, deformidades esqueléticas y espondilitis) la cual se conoce como un estado avanzado de una intoxicación crónica por flúor. (Juan David, Joheli, & Jennifer, 2018)

La fluorosis dental es una patología identificada desde hace varios siglos cuando fue calificada básicamente como un problema estético. Se define como una hipermineralización del esmalte producida como respuesta a la ingesta prolongada de fluoruro durante la formación del esmalte. Dentro de las causas probables de su aparición se encuentra la ingesta excesiva de flúor, procedente principalmente del agua de consumo. (Juan David, Joheli, & Jennifer, 2018)

El presente estudio es descriptivo exploratorio, está conformado por la toma de 13 muestras, en los diferentes puntos proveniente de los acueductos que abastecen la zona urbana del municipio de Timbío obtenidas de tanques de almacenamiento, dispositivos de muestreo, agua residencial y los 3 controles de seguridad. Las variables analizadas fueron nivel de pH, concentración de flúor expresada en mg/L y evaluada por medio del método de cromatografía de intercambio iónico.

2 ASPECTOS TEORICOS

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1 Descripción

El agua es la principal fuente de exposición al flúor y cuando hay ingesta crónica y excesiva de fluoruro durante el período de formación dental que para la dentición permanente es entre 2 y 4 años de edad, puede desencadenar en fluorosis, definida como un defecto del desarrollo del esmalte (DDE) que consiste, en un desorden en la mineralización, donde la capa más externa del esmalte es hipermineralizada y no permite pasar proteínas y minerales a la subcapa del esmalte ocasionando hipomineralización. (Alcaldía de Timbío, 2020)

Esta alteración se caracteriza por presentar defectos estructurales en el esmalte dental, que van desde manchas en forma de motas de algodón, líneas blancas muy delgadas hasta porosidades y en los casos más graves se asocian con el deterioro de toda la estructura dental y por consiguiente de la función masticatoria, con indeseables repercusiones estéticas. (Lyaruu, y otros, 2014) (4)

Teniendo en cuenta el reporte del servicio odontológico de la E.S.E. Centro de Salud del municipio de Timbío, donde se encuentran reportaron 271 casos de fluorosis dental entre los años 2017 y 2018, siendo 71 casos correspondientes a menores de 15 años.

2.1.2 Formulación

¿Cuál es el nivel de concentración de flúor en el agua potable proveniente del río Timbío y en qué medida podría incidir en el reporte de 71 casos de fluorosis en niños menores de 15 años

diagnosticados en el servicio odontológico de la E.S.E Centro de Salud de Timbío durante el período 2017-2018?

3 JUSTIFICACIÓN

El agua es el elemento más importante para la vida del ser humano y la mayoría de los seres vivos que habitan la Tierra. El reporte del Foro Económico Mundial de Riesgos Globales 2014, sitúa la “crisis del agua” como la tercera preocupación global. (4) Las entidades encargadas de la administración de los recursos hídricos no pueden solas con la responsabilidad de protegerla, por eso se debe hacer alianzas con el fin de centrar la atención sobre el impacto del crecimiento acelerado de la población y la industrialización, factores que afectan los sistemas de abastecimiento de agua.

En el municipio de Timbío, como en el resto del país, la protección de la riqueza hídrica es prioritaria por lo tanto el estudio del agua es una línea clave y se debe planificar acciones y medidas necesarias para atender los riesgos asociados al recurso hídrico, el uso y sostenibilidad del mismo. La planificación se enmarca en el programa denominado Gestión Integral del Recurso Hídrico, el cual contempla una serie de actividades, conducentes al manejo y aprovechamiento adecuado del recurso hídrico, con prevención y control los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. (4)

Además, las acciones en atención primaria en salud hacen parte de la línea prioritaria de investigación en salud de la región y contribuyen a esclarecer el origen de las patologías que afectan la salud oral de la población diferentes a caries y enfermedad periodontal.

Esta investigación es importante que se realice en el municipio de Timbío Cauca, ya que no se han realizado estudios acerca de la concentración de flúor en las fuentes hídricas, cuencas,

subcuentas, casas residenciales planta de tratamiento y bocatomas que abastecen la zona urbana del municipio de Timbío. Es necesario también resaltar que esta investigación forma parte de un proyecto mayor de la Universidad Antonio Nariño, facultad de Odontología, sede Popayán que se viene realizando desde el año 2010 en diferentes municipios del departamento del Cauca con el fin de tener un INVENTARIO sobre los niveles de concentración de flúor en el agua de consumo de diferentes municipios del departamento del Cauca.

4 MARCOS DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO

El flúor (**F**) es un elemento simple perteneciente al grupo VII del sistema de la tabla periódica, denominado halógeno, es decir, formadores de sal y cuya característica principal es la de ser no metal sumamente activo. (Sukhabogi, y otros, 2014) La cantidad en que este se encuentre en el agua depende de la naturaleza, la formación rocosa, la velocidad con que pasa el agua sobre estas rocas, la porosidad de dichas rocas y el clima local. (Narvaez, Pinned, Baez, Morales, & Garay, 1999)

Otra consideración que se da a entender es que el flúor en las aguas que se encuentra en la superficie tienen un contenido bajo de fluoruros mientras que aquellas que se encuentran subterráneas contenga una cantidad de fluoruros mucho mayor. (Narvaez, Pinned, Baez, Morales, & Garay, 1999)

Para las aguas de consumo humano se debe considerar una concentración óptima de flúor, aquella que reduce los niveles de caries sin que ello provoque una saturación en los tejidos expuestos. (Sukhabogi, y otros, 2014)

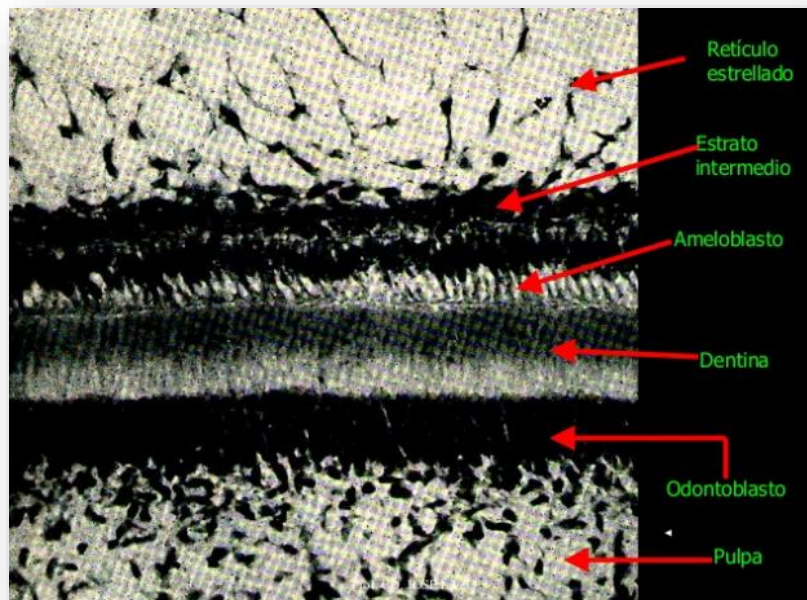
Se ha demostrado en estudios que cuando el Flúor se encuentra en altas concentraciones y de forma sostenida, tiene efectos nocivos sobre los ameloblastos y tienen como consecuencia la disminución de la capacidad de los ameloblastos para la síntesis y la secreción de proteínas, especialmente en la etapa de maduración (Castiblanco, Martignon, Castellanos, & Mejía, 2016)

La concentración de fluoruro en el agua debe ser controlada para cumplir los límites permisibles (**1.5 mg/L**), para evitar problemas de salud tales como lesiones del sistema endocrino, incluyendo la glándula tiroides y el hígado, así como en otros órganos, especialmente en huesos y dientes. (Anthonappa & King, 2015)

De acuerdo con el criterio de la OMS, la concentración de fluoruro en agua potable debe encontrarse entre 0.5 a 1.0 ppm, con un nivel óptimo de 0.7ppm. La dosificación de fluoruro diaria recomendada para prevenir la caries para un niño de 2 a 3 años es de 0.25 ppm, de 3 a 6 años de 0.50 ppm, y de 6 años a más de 1 ppm. (López, y otros, 2016)

Se considera la concentración óptima de flúor (**0.7 mg/L**), aquella que reduce los niveles de caries sin que ello provoque una saturación en los tejidos expuestos, ya que en el siglo XX se ha establecido una clara relación entre el flúor y la prevención de la caries. (López, y otros, 2016)

Figura 1. Adsorption of fluoride



Fuente: Lin, K., Liu y Chen. Adsorption of fluoride to UiO-66-NH₂ in wáter. 2016

El esmalte dental es un tejido calcificado, duro, debido a su elevado contenido en sales minerales y disposición cristalina u formación empieza a partir de cuatro (4) etapas que son: yema, casquetes, campana folículo. (Alcaldía de Timbío, 2018)

La función específica del esmalte es proteger los órganos dentarios como son la dentina y la pulpa dental, de igual manera es un tejido duro que participa en los movimientos de la masticación.

La morfogénesis del esmalte dental es un proceso continuo y complejo, que comienza con la secreción de proteínas de la matriz del esmalte seguido de la mineralización y finalmente la maduración. Los primeros minerales del esmalte son bajos en calcio similares al fosfato de calcio de la apatita acida. Estos minerales formados inicialmente son menos estables (4).

La composición del esmalte dental es un conjunto de prismas que tienen una extensión desde la unión del esmalte y dentina hacia la superficie exterior. Estos prismas tienen un espesor de 10.000 Årea y una longitud de hasta 3 milímetros. Las características en sus propiedades de dureza y densidad se derivan de las estructuras y la distribución de estos prismas, estos tienen una composición química fundamental que consta de Ca^{+2} , P^{-4} , O^{-2} en diferentes formas cristalinas (hidroxiapatita, fluorapatita, β -Whitlockita) que por sus características cristalográficas han sido denominadas «apatitas». (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

A través de los años se ha documentado el efecto preventivo que ejerce el fluoruro sobre la presencia de la caries dental, debido a la rápida incorporación del Flúor (F) en los cristales de apatita de los tejidos duros haciendo que la hidroxiapatita se convierta en fluorapatita en el diente, lo cual resulta en una estructura menos soluble a los ácidos en los diferentes estudios realizados en lesiones cariosas incipientes que se puede detener ya sea su avance o hacerlo reversible, a este proceso se le denomina «remineralización». (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

La incorporación del mineral en la lesión cariosa no genera remineralización completa de la región dental desmineralizada. Esto fue observado clínicamente como la desaparición de las lesiones blancas incipientes en el esmalte. (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

La remineralización se da por medio de dos vías:

- a) La reducción del tamaño de la lesión.
- b) El aumento de la resistencia a la progresión cariosa.

Durante la formación y ataque de ácido en la cavidad oral, el incremento de fluoruro da por resultado una formación precipitada de fluorhidroxiapatita principalmente en la capa superficial del esmalte al elevarse levemente la concentración de fluoruro proporciona una fuerte remineralización. (11) Por consiguiente la acción del fluoruro se da por medio de sus diferentes propiedades antibacteriales durante la formación de ácido fluorhídrico, el cual actúa en la interferencia de las enzimas involucradas en la glicólisis, dando lugar a una Inhibición de la disolución de calcio y fosfato en la superficie del esmalte en lesiones cariosas incipientes durante el intercambio ácido desmineralización. Promueve la remineralización ayudando al calcio y fosfato a precipitarse en la superficie del esmalte para cristalizarse en una superficie más ácido resistente. (11)

La caries dental por muchos años ha sido una enfermedad que ataca la estructura dental y es motivo de discusión en muchos países tanto desarrollados como subdesarrollados por su alta prevalencia tanto en niños como en adultos representando un problema de salud pública a nivel mundial. A través de los años se han venido incluyendo fluoruros para la prevención de patologías orales. (López, y otros, 2016)

Según la Organización mundial de la salud (OMS), la caries dental se puede definir como un proceso patológico, localizado de origen externo, que se inicia tras la erupción y que determina un reblandecimiento del tejido duro del diente, evolucionando hacia la formación de una cavidad. La caries se caracteriza por una serie de complejas reacciones químicas y microbiológicas que acaban destruyendo el diente

4.1.1 Fluorosis dental

La fluorosis dental es una condición irreversible causada por la ingesta excesiva de fluoruro durante la formación de los dientes tanto temporales como permanentes. Es una condición que aparece como resultado de la ingesta de fluoruro durante el período de desarrollo de los dientes, generalmente desde que se nace hasta que se cumplen 6-8 años. (Alcaldía de Timbío, 2018)

A nivel molecular, la fluorosis dental es consecuencia del retraso en la remoción de las proteínas de la matriz extracelular, principalmente durante la fase de maduración del esmalte. Por ahora, se conoce que el F^- afecta la cinética de la biomineralización, disminuye la velocidad de hidrólisis de las proteínas e interrumpe el proceso de eliminación de la matriz proteica, desencadenando la mineralización incompleta de los cristales de esmalte y dando origen al esmalte poroso característico de la fluorosis dental. (Castiblanco, Martignon, Castellanos, & Mejía, 2016)

La naturaleza exacta de la lesión se desconoce, pero hay manifestación histológica de daño celular; es probable que el producto celular, la matriz del esmalte, esté defectuoso o deficiente; también se ha mostrado que mayores niveles de fluoruro obstruyen el proceso de calcificación de

la matriz alterando los ameloblastos durante la etapa formativa del desarrollo dental, que afecta a la formación de la matriz del esmalte, así como a su calcificación. (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

Se manifiesta como una hipomineralización del esmalte, es la primera señal visible de que un niño ha sido sobreexposto al fluoruro caracterizada por líneas horizontales de color blanco o marrón oscuro o amarillo claro, bilateralmente simétricas, con una severidad en dependencia de la concentración del flúor ingerido, duración de la exposición, nivel de desarrollo del diente, edad y susceptibilidad del individuo, y desencadena un problema estético y funcional en quien la padece. (López, Zaragoza, & Lourdes, 2016)

Esto produce un moteado del diente que se presenta inicialmente como las "manchas blancas", que van manchando permanentemente y progresan al castaño y finalmente los dientes jaspeados. (López, y otros, 2016)

El esmalte a su vez tiende a destruirse, llevando así a la formación de caries, lesiones o cavidades. La fluorosis dental solo ocurre durante la fase de formación de esmalte, esta se verá por todos sus lados, como la primera señal visible de que una dosis excesiva de fluoruro ha ocurrido en el niño durante este período vulnerable. (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

Las características que se pueden encontrar en los dientes afectados son: la ingesta de fluoruros antes de los tres o cuatro años de edad es crítico para el desarrollo de fluorosis en los dientes permanentes estéticamente importantes. Clínicamente puede observarse como manchas que van desde un color blanquecino hasta un café oscuro, o incluso la pérdida de continuidad del esmalte, en los incisivos estas lesiones se pueden observar en el borde incisal o en la corona, provocando así daños en la dentición decidua como en la permanente, siendo más frecuente en la dentición permanente. (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

La severidad de fluorosis está relacionada con el tiempo, duración y dosis de la exposición al fluoruro durante los periodos de susceptibilidad en el desarrollo del diente; Dentro de los factores que producen fluorosis dental encontramos al agua potable con alto contenido de fluoruro, hábitos dietéticos, consumo de té, estado nutricional del niño, edad, fórmulas infantiles una alta concentración de fluoruros, también durante los 4 o 5 meses de gestación del niño si la madre está consumiendo en altas concentraciones flúor podría transferirle por vía intrauterina combinadas con agua fluorada, pasta dental fluorada, dentífricos, sal, alimentos como el pescado y en cultivos cultivados en suelos irrigados por agua que contiene, de igual modo en la lactancia materna y entre más tiempo de lactancia más tiempo de exposición de niño al flúor. (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

Un mecanismo que explicaría la fluorosis dental sugiere que una elevada concentración de flúor durante la etapa de maduración del esmalte en conjunto con el ambiente ácido, determinado por la liberación de protones durante la mineralización, provocaría la formación de ácido fluorhídrico, el cual entraría al ameloblasto por una gradiente de concentración, desencadenando estrés celular. (Castiblanco, Martignon, Castellanos, & Mejía, 2016)

Éste a su vez, provocaría una disminución de la proliferación celular, aumento de la apoptosis y una disminución en la síntesis proteica, particularmente disminuyendo el factor de crecimiento TFG- β 1, lo que posiblemente inhibiría la síntesis de la proteasa KLK4 encargada de la degradación de las proteínas de la matriz en la fase de maduración del esmalte.

Esto daría como resultado un esmalte poco mineralizado y con un contenido proteico más alto de lo normal, característico de la Fluorosis Dental. (Sukhabogi, y otros, 2014)

Al parecer el mecanismo propuesto avalaría la degradación alterada de la amelogenina por las proteasas en la fase de maduración y formación del esmalte. Esto daría origen a la retención de la

amelogenina y a la formación de áreas de esmalte irregular. Desde el punto de vista clínico se observa un esmalte “moteado” que, aunque poco estético es resistente a la caries al estar constituido por cristales de fluorapatita. (Alcaldía de Timbío, 2018)

El flúor modifica la forma y estructura dentaria ya que en vez de hidroxiapatita se forma fluorapatita, aumentando la resistencia del esmalte al ataque ácido, mientras que al mismo tiempo altera el metabolismo bacteriano, disminuyendo finalmente el riesgo de caries dental, como sostiene la Organización Mundial de la Salud. (Guerrero, Dominguez, & Roger, 2018)

Existen 3 grados de fluorosis:

- 1) **Leve:** Se caracteriza por presentar estrías o líneas a través de la superficie del diente y manchas de color blanco en el esmalte.
- 2) **Moderada:** Los dientes son altamente resistentes a la caries dental, pero tienen manchas blancas opacas.
- 3) **Severa:** Los cambios son más intensos, se producen pérdidas de sustancia en forma de pequeños hoyos dispuestos linealmente, o bien como vetas paralelas por profundización de las periquimatis (diente vetado), por lo que el esmalte es quebradizo y tiene manchas de color marrón. (López, y otros, 2016)

4.1.2 Fluorosis Esquelética

La fluorosis esquelética o fluorosis ósea es una condición que resulta de la acumulación excesiva de flúor en los huesos, lo que provoca cambios en la estructura de los huesos, haciéndolos extremadamente frágiles y quebradizos. (Sukhabogi, y otros, 2014)

Suele producirse en niños que los primeros años de su vida han vivido en lugares con agua potable con concentraciones de flúor superiores a 2.5 ppm en casos donde las concentraciones en

las fuentes hídricas son superiores a 8-10 ppm, se observan signos de fluorosis esquelética o fluorosis ósea. (López, Zaragoza, & Lourdes, 2016)

La primera etapa de la fluorosis esquelética está caracterizada por un aumento de la masa ósea que se puede detectar con rayos x. Si se sigue ingiriendo grandes cantidades de fluoruro durante varios años, los cambios en el esqueleto provocan gran rigidez y dolores en las articulaciones. La fluorosis esquelética se denomina “fluorosis invalidante” los síntomas son las calcificaciones de los ligamentos, inmovilidad, pérdida de la masa muscular y problemas neurológicos debido a la compresión de la médula espinal. (López, Zaragoza, & Lourdes, 2016)

Aunque la fluorosis dental y la esquelética son dos afecciones crónicas producidas por el exceso de depósito de fluoruro en el tejido mineralizado no son las únicas estructuras en el cuerpo humano que se ven afectadas por la abundancia de depósitos fluorados.

Un reciente estudio realizado en Ucrania, investigó la salud de niños afectados por fluorosis dentales y los resultados se compararon con otros que no mostraban tales defectos de esmalte. Se observó que los niños con fluorosis dental tenían más enfermedades gastrointestinales (37%), enfermedades respiratorias (29.5%), de hueso y músculo (13.8%), desórdenes mentales (11.3%), enfermedades superficiales (9.4%), y el (8.2%), padeció enfermedades del sistema nervioso y trastorno sensoriales. Cuando los niños crecieron, también aumentaron las enfermedades genito-urinarias se presentaron más de enfermedades mentales, osteomusculares y anomalías del nacimiento. (Lyaruu D. , y otros, 2014)

De acuerdo con el criterio de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la concentración de fluoruro en agua potable debe encontrarse en valores igual o inferior a 1.5 mg/L. (López, Zaragoza, & Lourdes, 2016)

4.1.3 Cromatografía Iónica

La cromatografía de intercambio iónico utiliza un soporte o matriz sólido (adsorbente), que puede tener carga positiva (cationes) o carga negativa (aniones). La separación de los compuestos se basa en un equilibrio de las moléculas adsorbidas a la matriz con el disolvente de elución. Este equilibrio puede ser desplazado gradualmente por el cambio de la fuerza iónica o pH del tampón de elución, lo que debilita las fuerzas electrostáticas eludiendo las moléculas.

5 MARCO CONTEXTUAL

El Municipio de Timbío, se localiza a $02^{\circ} 21' 22''$ de Latitud Norte y $76^{\circ} 41' 16''$ de Longitud Oeste. La altura promedio sobre el nivel del mar es de 1850 metros. Situado al Sur Occidente de Colombia y en la parte Centro Oriental del departamento del Cauca; sobre la vertiente Occidental de la cordillera Central. Pertenece al Macizo Andino Sur Colombiano dentro del cinturón cafetero y hace parte del pleniplano de Popayán. El municipio de Timbío está atravesado por una serie de fallas geológicas, perteneciente al sistema de Fallas de Romeral. El relieve es escarpado hasta ondulado, con pendientes topográficas muy fuertes (mayores de 40%). La unidad se desarrolla básicamente sobre rocas de los Complejos Barroso Amaime y Arquía y cubre aproximadamente un 10% del área del municipio. (Alcaldía de Timbío, 2020)

En algunos sectores de la parte urbana se presentan rasgos topográficos que favorecen la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa e inundaciones que eventualmente pueden afectarla. Durante la historia del municipio parece ser que las inundaciones del río Timbío representan los fenómenos naturales que han afectado de una manera más severa la población e infraestructura, especialmente de aquellas zonas aledañas al río Timbío y a la quebrada Chambio. En la zona urbana no se observan en la actualidad zonas afectadas por deslizamientos activos que por su extensión puedan considerarse como de alto peligro para la población e infraestructura.

Sin embargo, los rasgos morfológicos y la influencia que sobre la estabilidad de las laderas de mayor pendiente puede ejercer la actividad antrópica, representan elementos que definen una cierta posibilidad para que en el futuro se presenten deslizamientos que afecten la infraestructura localizada en estas zonas o aledaña a ellas. (Alcaldía de Timbío, 2020)

La zona urbana del municipio de Timbío está atravesada por el río Timbío y la quebrada Chambio, las cuales periódicamente presentan un aumento de sus caudales ocasionando la inundación de sus llanuras, algunas de las cuales se encuentran urbanizadas. La cabecera municipal de Timbío es propensa a sufrir inundaciones periódicas ocasionadas por crecientes del río Timbío y de la quebrada Chambio.

Muchas de ellas han tenido serias consecuencias para la población y la infraestructura del municipio; por esta razón se establecieron dos rangos de susceptibilidad a inundación basados en las condiciones geomorfológicas y en los registros históricos. (Alcaldía de Timbío, 2020)

La mayor parte del municipio de Timbío se caracteriza por presentar rasgos geológicos, morfológicos y morfo dinámicos, que determinan un grado de estabilidad bueno para las laderas que conforman el paisaje. Desde el punto de vista geológico las formaciones asociadas a la parte superior de la Formación Popayán, forman un relieve colinado, suavemente ondulado a ondulado, normalmente con pendientes bajas, menores al 20%. El municipio de Timbío es atravesado en toda su extensión por una serie de corrientes de agua, que periódicamente en época de invierno aumentan el caudal de sus aguas, anegando algunos sectores de sus llanuras de inundación.

Se destacan el río Timbío, Piedras, Robles y Quilcacé, por su extensión y caudal. La mayor parte de estos ríos corren por cañones estrechos que en ciertos tramos se amplían, favoreciendo la formación de pequeñas llanuras aluviales que resultan atractivas para ser intervenidas por el hombre a través de la implantación de construcciones o la realización de actividades agrícolas y pecuarias. (Alcaldía de Timbío, 2020)

Los límites del Municipio de Timbío son: Por el norte limita con el Municipio de Popayán en una extensión de 10 km. Por el sur con el Municipio de Rosas en un perímetro de 6 km, por el oriente con el Municipio de Sotará en una longitud de 15 km y al occidente con el Municipio del Tambo en una extensión de 20 km.

Extensión total: 205 km². Extensión área urbana: 1.3 km². Extensión área rural: 203.7 km².
Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): entre 1.000 y 2.000 metros.
Temperatura media: promedio entre 16 y 23 grados centígrados °C, Distancia de referencia: a 13 km de Popayán, la capital del departamento. La mayor parte de la vegetación natural ha desaparecido dando lugar a las actividades agropecuarias. Subsisten en las orillas de los ríos los bosques de galería, rastrojos, matorrales, guaduales, cañabrava, yarumo, balso, nacedero, cascarillo, fresno, arrayán, lechero, guarango, roble, etc.

Existe el bosque artificial con fines ecológicos con especies introducidas como el pino y el eucalipto. (Alcaldía de Timbío, 2020)

La formación del suelo es de cenizas volcánicas, en general de textura mediana con buen porcentaje de materia orgánica, estructura granular, buena profundidad efectiva y presencia abundante de krotovinas. El Municipio de Timbío no posee cordilleras sino pequeñas colinas. Una de las características químicas de los suelos de Timbío es que son ácidos. El Municipio de Timbío, está localizado hacia la parte centro oriental del departamento del Cauca en las estribaciones occidentales de la Cordillera Central, se caracteriza por presentar una red hidrológica que tributa a dos grandes cuencas hidrográficas de Colombia: la cuenca del río Cauca y la cuenca del río Patía.

La primera drena sus aguas a la vertiente del Caribe y la segunda a la vertiente del Pacífico. (Alcaldía de Timbío, 2018)

La cuenca del río Cauca la conforma las fuentes hídricas de la zona norte del municipio donde se distribuyen las subcuencas de los ríos Hondo y Robles y otras microcuencas menores como las quebradas Guayabal, La Honda y La Chorrera. El drenaje en esta zona es poco denso, los drenajes corren en dirección oriente a nor- occidente. La cuenca del río Patía la conforman el sistema hídrico de la zona sur del municipio donde se localizan las subcuencas de los ríos Timbío, Piedras y Quilcacé y microcuencas como la quebrada La Chorrera, Palmichal, Loma Larga, san Pedro, La Alfonso, Pambio, Las Cruces y Quilichao entre otras. (Alcaldía de Timbío, 2018)

El drenaje de esta zona se encuentra mejor distribuido y es mucho más denso que en la zona norte. La vertiente del Caribe, donde drena sus aguas la gran cuenca del Cauca y la vertiente Pacífico donde drena la gran cuenca del Patía, están clasificadas con el código, 1 y 2 respectivamente. Pero toda la red hídrica fluye en forma encañonada por el territorio, fenómeno que es más pronunciado en las cuencas del sector sur del municipio, situación que ha dificultado la instalación de infraestructura para la captación de agua y su suministro por gravedad. Por tal razón prácticamente todas las bocatomas de los acueductos que abastecen a Timbío, se encuentran localizadas en la parte alta de las microcuencas fuera de su territorio, en zona jurisdiccional del vecino municipio de Sotará. (Alcaldía de Timbío, 2018)

La red hídrica principal que riega al Municipio de Timbío está conformada por las siguientes subcuencas:

Subcuenca del Río Quilcacé. El río Quilcacé está ubicado en el sector sur del territorio sobre la unidad montañosa que sirve de límite geográfico con el municipio de Rosas. La subcuenca hidrográfica de este río en el Municipio de Timbío ocupa un área de 13.9 km². Sus límites más

importantes están definidos en la parte norte y occidental por la divisoria de aguas del río Piedras. El río Quilcacé es un importante afluente del río Patía. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Subcuenca del Río Piedras. Está ubicada en el sector sur del municipio. Limita con la divisoria de aguas del río Quilcacé por la parte sur, y por la parte norte lo hace con la cuenca del río Timbío; dentro del municipio el área de la cuenca es de 29.9 km², comprende además territorios de los municipios de Sotara y Tambo.

El río toma el nombre de río Piedras a partir de la unión de las quebradas Paispamba y Presidente en el vecino municipio de Sotará, desde aquí hace un recorrido de oriente a occidente hasta tributar sus aguas al río Timbío. El área de la cuenca que corresponde a la jurisdicción del municipio de Timbío se caracteriza por presentar forma ovalada y hacia la parte media y baja de la cuenca presenta laderas abruptas con pendientes superiores al 45%. El río Pambio nace en la vereda de Cristálares (Timbío) a 2000 msnm, y posee una extensión de 19.78 km², en esta zona la microcuenca presenta una cobertura vegetal de gramíneas para pastoreo de ganado, bosque de roble, cultivos de pino y eucalipto de la empresa cartón Colombia. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Subcuenca del Río Timbío. Es la de mayor importancia para el Municipio de Timbío, el área geográfica comprende territorios de Timbío, Sotará y El Tambo.

Nace en el cerro las Estrellas a 2200 metros sobre el nivel del mar, jurisdicción del municipio de Sotará, desde su nacimiento hasta su desembocadura hace un recorrido de oriente a occidente hasta desembocar en el río Quilcacé, punto donde se marca el inicio de la cuenca del gran río Patía, ya que a partir de aquí toma este nombre. Limita al sur con la divisoria de aguas del río Piedras y al norte con la divisoria de aguas de del río Robles, cuenca que tributa sus aguas al sistema hidrográfico del río Cauca. Posee una extensión de 44.9 km², en lo que corresponde al territorio del municipio de Timbío. Se caracteriza por presentar suelos de origen volcánico con

pendientes suaves y cortas, dando origen a un paisaje de forma colinada, son suelos productivos, pero susceptibles a los procesos erosivos. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Sus principales microcuencas son: quebrada La Alfonso, ubicada la parte media del río Timbío, con una extensión de 3.63 km², de ella se deriva el acueducto para las veredas de Pan de Azúcar y Tablón. Estas microcuencas se caracterizan por estar ubicada en la zona cafetera, con una alta densidad de población y por consiguiente una alta intervención antrópica, afortunadamente el municipio y el Comité de Cafeteros han invertidos recursos en su conservación, consistentes en la compra y aislamiento de los predios donde está localizado su nacimiento y en la reforestación de los mismos, proceso en el que la participación de la comunidad ha sido importante. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Subcuenca del río Roble. Se localiza al Norte del Municipio; su nacimiento tiene origen en el cerro de la Catana a 3000 metros sobre el nivel del mar , en jurisdicción del municipio de Sotará, hace un recorrido de oriente a occidente sobre la unidad de colinas del altiplano de Popayán, hasta desembocar en el río Hondo quien a su vez tributa sus aguas al río Cauca.

La divisoria de aguas entre el río Robles y río Timbío, es también la divisoria entre las vertientes hidrográficas del océano Pacífico y Atlántico. La subcuenca posee una extensión de 60.4 km² he, que pertenecen al territorio del municipio de Timbío y el resto de área se ubica en el municipio de Sotara. Se caracteriza por presentar suelos de origen volcánico con pendientes suaves y cortas, dando origen a un paisaje de forma colinada, son suelos medianamente fértiles, susceptibles a la erosión. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Entre sus principales microcuencas se destaca la quebrada La Chorrera, la cual en su recorrido medio forma una hermosa cascada conocida como la “Chorrera”, atractivo natural que se ha convertido en el principal atractivo ecoturístico del municipio.

Igualmente, al inicio de su recorrido contiguo a la Carretera Panamericana se ha acondicionado un lago artificial para uso exclusivamente recreativo el cual es visitado por una buena cantidad de personas especialmente de la ciudad de Popayán. Otra fuente de agua importante de la zona es la quebrada Guayabal. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Subcuenca del río Hondo. El río hondo es importante para el municipio porque sirve de límite natural en la parte norte con el municipio de Popayán, el área geográfica que le corresponde a Timbío de esta Subcuenca es de 18.99 km². Localizada en su totalidad sobre la unidad de Colinas pertenecientes a la formación o altiplano de Popayán.

Recorre al municipio de oriente a occidente en forma encañonada por un relieve fuertemente colinado y de suelos poco fértiles y muy susceptibles a la erosión especialmente los de la parte media y baja, situaciones que han favorecido la subsistencia de vegetación natural y rastrojos en sus orillas, aunque fuertemente intervenida. En las partes donde existe facilidad de acceso a su cauce se presentan explotaciones de material de arrastre en forma incontrolada.

La principal microcuenca corresponde a la quebrada la Honda de la cual algunas familias toman sus aguas en forma individual para uso doméstico. (Alcaldía de Timbío, 2018)

Como referencia general, se cita las tres microcuencas ubicadas en el municipio de Sotará, de donde se surten los acueductos que abastecen a las familias de Timbío:

Quebrada Presidente

Nace en el cerro Sombreros a 3000 metros sobre el nivel del mar , surte a las bocatomas de los acueductos Las Cruces y **Saladito** beneficiando a 1812 familias del sector rural y urbano del Municipio de Timbío.

Quebrada El Salado

Es la principal fuente tributaria del río Timbío, en ella se localiza la bocatoma que surte el acueducto del perímetro urbano de Timbío beneficiando a 8167 habitantes.

Quebrada El Ospio

En esta microcuenca ubicada a 2300 msnm se localiza la bocatoma donde se capta el agua para el acueducto comunitario Sachacoco para beneficiar a 2200 familias de los municipios de Sotará, Timbío y Tambo. La microcuenca está comprendida entre 1850 a 2400 m. s. n. m y tiene una extensión de 950 hectáreas. En términos generales estas microcuencas se localizan en las laderas de clima frío húmedo de la cordillera Central, municipio de Sotará, entre los 2000 y 3000 metros de altura. (Alcaldía de Timbío, 2018)

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar las muestras de agua de las fuentes hídricas que abastecen la zona urbana del municipio de Timbío-Cauca, por medio de la técnica de cromatografía iónica y determinar su posible relación con los casos de fluorosis en niños menores de 15 años atendidos y diagnosticados en la E.S.E centro de salud de Timbío, en el año 2017 - 2018.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer la posible relación existente entre los casos de fluorosis diagnosticados en la E.S.E. centro de salud de Timbío y cantidad de flúor presente en el agua en la zona urbana del municipio de Timbío.

Dar continuidad a los trabajos de investigación de la Universidad Antonio Nariño realizados en los municipios de Piendamó y Cajibío sobre flúor.

Comparar los resultados obtenidos sobre la eventual presencia de flúor en los diferentes acueductos que abastecen la zona urbana del municipio de Timbío Cauca.

7 METODOLOGIA

7.1 TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo exploratorio

El estudio descriptivo se realiza con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior. Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

7.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

El muestreo fue intencional debido a la disposición del acueducto para suministrar los permisos en los sitios pertinentes. Se hizo la recolección de 16 tomas subdivididas, como se observa en la

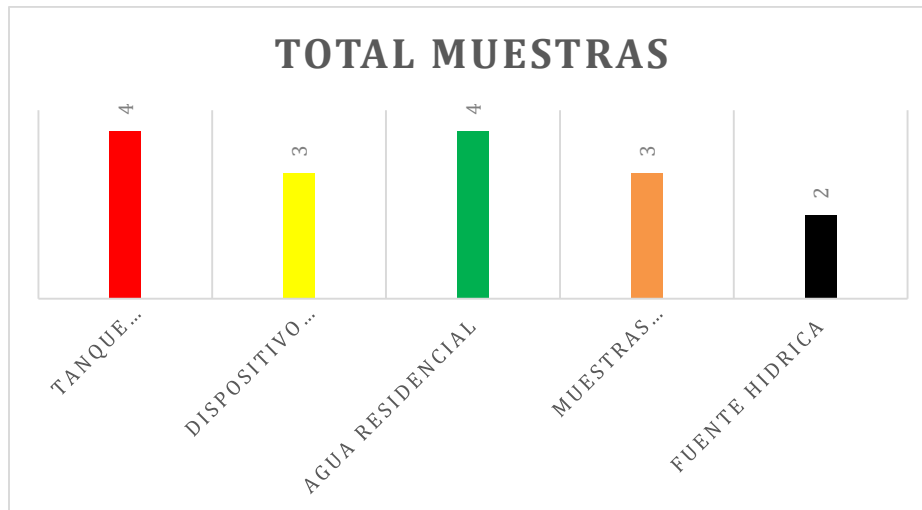
Tabla 1 y Figura 2

Tabla 1. Población estudio

SITIO DE MUESTRA	CANTIDAD	PORCENTAJE
TANQUES DE ALMACENAMIENTO (TA)	4	25.00%
DISPOSITIVO DE MUESTREO (DM) BARRIO / ACUEDUDUCTO	3	18.75%
AGUAS RESIDENCIAL (AR)	4	25.00%
FUENTES HIDRICAS (FH)	2	12.50%
CONTROLES (+ Y -)	3	18.75%
TOTAL	16	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Muestras tomadas



Fuente: Elaboración propia

En total se tomaron 16 muestras de agua de las fuentes hídricas que abastecen la zona urbana del municipio de Timbío que consta de:

TANQUES DE ALMACENAMIENTO (TA), se tomaron cuatro (4) divididos de la siguiente manera:

Una (1) Planta de tratamiento – Acueducto (EMTIMBÍO).

una (1) Planta de Sedimento - Acueducto (EMTIMBÍO).

una (1) bocatoma – acueducto (EMTIMBÍO)

una (1) Planta desarenado.

DISPOSITIVO DE MUESTREO (DM) se tomaron tres (3) divididos así:

Uno (1) El Arado (ACUEDUCTO EL SALADITO).

Uno (1) Barrio Carlos Albán (ACUEDUCTO DE SACHACOCO).

uno (1) Barrio Los Pinos acueducto (EMTIMBÍO).

AGUA RESIDENCIAL (AR) se tomaron tres (4) se dividen así:

una (1) Colegio Guillermo Valencia acueducto (EMTIMBÍO).

una (1) Hospital de Timbío acueducto (EMTIMBÍO)

una (1) colegio San Antonio de Padua acueducto (EMTIMBÍO).

una (1) centro urbano acueducto (EMTIMBÍO).

FUENTES HÍDRICAS (FH) se tomaron dos (2) muestras que son:

una (1) subcuenca El Saladito.

una (1) Rio Timbío.

MUESTRAS DE CONTROL. Se elaboraron tres (3) en el Laboratorio de Química (Universidad del Cauca)

7.3 VARIABLES

Concentración de flúor

Medida a través de la cromatografía de intercambio iónico; método que permite la separación de moléculas basada en sus propiedades de carga eléctrica. Se compone de dos fases: la fase estacionaria o intercambiador iónico, y la fase móvil. La fase estacionaria insoluble lleva en la superficie cargas electrostáticas fijas, que retienen contra iones móviles que pueden intercambiarse por iones de la fase móvil, la cual suele ser una disolución acuosa con cantidades moderadas de metanol u otro disolvente orgánico miscible con agua que contiene especies iónicas generalmente en forma de buffer. Los iones de ésta compiten con los analitos por los sitios activos de la fase estacionaria. (López, y otros, 2016)

El principio básico de la cromatografía de intercambio iónico es que las moléculas cargadas se adhieren a los intercambiadores de forma reversible de modo que dichas moléculas pueden ser asociadas o disociadas cambiando el ambiente iónico. La separación mediante intercambiadores iónicos se realiza por lo general, en dos fases:

En la primera las sustancias a separar se unen al intercambiador utilizando condiciones que originan una unión fuerte y estable; a continuación, se extrae de la columna con buffers de

diferentes pH o diferente fuerza iónica, compitiendo los componentes del buffer con el material por los sitios de unión. (López, y otros, 2016)

Nivel de pH: Indica la acidez o alcalinidad de los líquidos, en este caso del agua, donde 7 es un nivel neutro, menor a 7 es ácido y mayor a 7 es alcalino. Si hay presencia de flúor el pH se tornará más ácido. (Aguilar, Camacho, & Borges, 2011)

Se midió con pHmetro digital: Un pHmetro o medidor de pH es un instrumento científico que mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como y diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo de pH y un electrodo de referencia.

Los medidores de pH potenciométricos miden el voltaje entre dos electrodos y muestran el resultado convertido en el valor de pH correspondiente. Se compone de un simple amplificador electrónico y un par de electrodos, o alternativamente un electrodo de combinación, y algún tipo de pantalla calibrada en unidades de pH. Por lo general, tiene un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, o un electrodo de combinación. Los electrodos, o sondas, se insertan en la solución a ensayar.

El diseño de los electrodos es la parte clave: Se trata de estructuras de varilla, normalmente hechas de vidrio, con una bombilla que contiene el sensor en la parte inferior. El electrodo de vidrio para medir el pH tiene una bombilla de vidrio diseñada específicamente para ser selectiva a la concentración de iones de hidrógeno. En inmersión en la solución a ensayar, los iones hidrógeno en la solución de ensayo cambian por otros iones cargados positivamente en el bulbo de vidrio, creando un potencial electroquímico a través del bulbo. El amplificador electrónico detecta la diferencia de potencial eléctrico entre los dos electrodos generados en la medición y convierte la diferencia de potencial en unidades de pH.

7.4 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó una lista de chequeo en el programa Excel versión 2016, donde se registró los datos de las variables propuestas. (Ver Anexo 1)

7.5 PROCEDIMIENTO

Fase 1: Se tiene en cuenta los protocolos correspondientes para la toma de muestras, instrumental necesario, indicaciones y precauciones.

7.5.1 Protocolo para toma de muestra en fuentes hídricas

- A. Medidas de bioseguridad que se utilizó gorro, tapabocas, guantes, bata, gafas de protección para evitar alteraciones de las muestras a tomar.
- B. El envase a que se utilizó debe ser estéril y durante la toma se prestó atención a mantener una adecuada asepsia para evitar la contaminación de la muestra.
- C. Al momento de tomar las muestras se sumergió los recipientes un (1) metro de acuerdo a la profundidad de la fuente hídrica y si es menor a un (1) metro se debe sumergir a 45 centímetros para evitar la contaminación, al momento de tomar la muestra se debe realizar los siguientes pasos tres (3) veces:
 - a. Se tomó la primera muestra y se desecha.
 - b. Se toma la segunda muestra y se desecha.
 - c. Se toma la tercera muestra y esta es la que se envía a laboratorio para realizar estudio.
- D. Una vez obtenidas la muestras se verificó que no esté presente cámaras de aires o burbujas ya que estas pueden alterar la concentración del flúor.
- E. Realizar el sellado de recipientes. sin sacarla del agua

- F. Rotulado y embalaje utilizando plantilla enviada directamente de la universidad donde se representó detalladamente para envío a laboratorio siguiendo indicaciones de laboratorio.
- G. La muestra debe ser guardada de inmediato en el termo para que este en una temperatura ideal que es de 8° a 10°

7.5.2 Protocolo para toma de muestras en grifos

Medidas de bioseguridad

- A. Se utilizó gorro, tapabocas, guantes, bata, gafas de protección para evitar alteraciones de las muestras a tomar.
- B. El envase utilizado fue estéril y durante la toma debe prestarse atención a mantener una adecuada asepsia para evitar la contaminación de la muestra.
- C. El grifo es metálico y se quemó con un mechero donde sale el agua (si el material fuera plástico se realiza el mismo procedimiento, pero un menor tiempo para evitar el deterioro del material aproximadamente el tiempo del calentamiento es de 40 a 60 segundos.
- D. Se abrió el grifo y se dejó correr el agua durante 40 segundos, tener en cuenta que la apertura de la llave no debe ser completa ya que el chorro no debe ser intenso.
- E. Se abrió el recipiente estéril, evitando todo contacto de los dedos con la boca e interior del mismo y sostener la tapa de manera que esta mire para abajo.
- F. Se llenó el frasco sin dejar ninguna cámara de aire; durante el llenado es conveniente tener la precaución de mantener el frasco inclinado a 45° para evitar la introducción de partículas externas.
- G. Se toma la primera muestra y se desecha.
- H. Se toma la segunda muestra y se desecha.

- I. Se toma la tercera muestra y esta es la que se envía a laboratorio para realizar estudio.
- J. Se tapa inmediatamente asegurando un cierre perfecto.
- K. Se rotulo el envase o verificar que el rótulo sea el correcto.
- L. La muestra se guardó de inmediato en el termo para que este en una temperatura ideal que es de 8° a 10°.
- M. Se Traslada de inmediato a empresa transportadora al laboratorio.
- N. Se dejó el sitio de muestreo en orden y limpio, una vez empacadas las muestras, diligenciando alguna otra observación y consideración.

7.5.3 Protocolo para muestras de control

Se pesó la cantidad ideal de NaF al 96 %, en la balanza analítica para las concentraciones de las muestras de control

Para una [] de 0,5 ppm NaF en 250 ml es necesario pesara 0,27 mg de NaF

$$0,5 \text{ mg F} \left(\frac{1 \text{ mol F}}{19998.4 \text{ mg F}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol de NaF}}{1 \text{ mol F}} \right) \left(\frac{41981 \text{ mg NaF}}{1 \text{ mol NaF}} \right) \times 0.25$$

100 \longrightarrow 96%

- 4

-3 $X = 27 \times 10 \text{ g NaF } 96\% = 0.27 \text{ mg NaF } 96\%$

X \longrightarrow 0.262×10

Para una [] de 1.0 ppm NaF en 250 ml es necesario pesar 0.525 mg de NaF

$$1.0 \text{ mg F} \left(\frac{1 \text{ mol F}}{19998,4 \text{ mg F}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol de NaF}}{1 \text{ mol F}} \right) \left(\frac{41981 \text{ mg NaF}}{1 \text{ mol NaF}} \right) \times 0,25$$

$$100 \longrightarrow 96\%$$

-4

$$-3 \quad X = 54 \times 10^{-3} \text{ g NaF } 96\% = 0.525 \text{ mg de NaF}$$

$$X \longrightarrow 0.536 \times 10^{-3}$$

- 2) Se sacó 250 ml de agua des ionizada para cada frasco en un balón aforado.
- 3) En uno balón aforado con 250 ml de agua des ionizada se agregó la cantidad que ya se pesó de NaF para cada concentración, se agita con una varilla de vidrio hasta que el sólido se disuelva.
- 4) Se llevó al frasco de 250 ml el agua con NaF, se tapa y se agita para tener una mezcla homogénea.
- 5) Se rotularon los frascos con su respectiva información y para su reconocimiento.
- 6) Guardar en el termo que se encuentra en una temperatura ideal de 8° a 10°.

Materiales:

- 1) 900 ml de agua des ionizada
- 2) 30 gramos de NaF 96 %

El procedimiento se llevó a cabo, teniendo en cuenta las siguientes fases:

Fase 1 Preparación de examinadores

Se realizó el proceso de preparación de los participantes tanto teórico como práctico. Donde se hace un seminario de los protocolos para realizar la toma y recolección de agua para obtener las muestras en sus respectivos puntos.

Fase 2. Elaboración de controles.

Este proceso se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Del Cauca. Se elaboró un control negativo (-) compuesto por agua D.D (Destilada Desionizada) para evitar la presencia de iones o electrolitos diferentes que puedan alterar los resultados, y dos controles positivos (+) utilizando Fluoruro de sodio a 99.5% en concentración de 0.5 y 1.0 mg/L. El fluoruro se pesó en la balanza digital previamente calibrada y se realizó las respectivas diluciones. Ver Figura

Figura 3. Elaboración de controles



Fuente: Elaboración propia

Fase 3. Medición de pH

Se utilizó un instrumento digital de marca ALLA FRANCE pH-14 METRO DIG 0-14-0 CON PRECISIÓN= 0.1 pH; RESOLUCIÓN: 0.1, pH, se siguen las recomendaciones del fabricante para el uso y cuidado del electrodo de referencia. Ver Figura 4. Toma de registro de pH



Fuente: Elaboración propia

Fase 4. Toma de muestras para análisis de flúor.

Se realiza la toma de muestras en recipientes de polipropileno dispuestos por el laboratorio de estudios ambientales de la Universidad de Antioquia, siguiendo las respectivas normas de bioseguridad y el protocolo dispuesto por el Ministerio de Protección Social, según los requisitos exigidos en el Artículo 27 del Decreto 1575 de 2007 (14). Ver

Figura , Figura , Figura y Figura

Figura 5. Tanque Acueducto



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Dispositivo de muestreo



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Agua residencial



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Fuente hídrica Rio Timbío



Fuente: Elaboración propia

Fase 5. Embalaje y rotulado

Se realiza con las etiquetas enviadas previamente por el laboratorio de estudios ambientales de la Universidad de Antioquia. Cada una de las muestras se rotuló y se refrigeró en la nevera de poliestireno, también proporcionada por el laboratorio, hasta el momento de su análisis. El envío de las muestras se hizo a través de correo certificado (Servientrega). Ver Figura

Figura 9. Embalaje y rotulado



Fuente: Elaboración propia

Fase 6. Lectura y análisis de concentración Flúor.

Se realizó en el laboratorio de Estudios Ambientales de la Universidad de Antioquia con el cromatógrafo iónico, que tiene parámetros acreditados con el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-IDEAM específicamente para matriz de agua. Donde la presencia del compuesto a analizar, se representará como <LDM (Menor del límite de detección del método) $Y \cdot f$ expresión para estimar la incertidumbre de la medición, donde Y corresponde a la concentración reportada para el analista y f es el factor asociado a la incertidumbre del parámetro. Ver Figura .

Figura 10. Cromatógrafo de intercambio iónico



Fuente: Elaboración propia

8 RESULTADOS

El análisis en la concentración de flúor en muestra de agua recolectada en la zona urbana del municipio de Timbío, en total fueron 13 muestras independientes tomadas en los 3 acueducto principalmente en el acueducto de EMTIMBÍO que abastece el 85% de la zona urbana del municipio de Timbío, por otro lado, está el acueducto de SACHACOCO y SALADITO que se distribuye en un 8% repartidos respectivamente.

En el presente estudio se encontró concentraciones de flúor inferiores a 0.210mg/L, teniendo en cuenta este valor encontramos que está por debajo según lo recomendado por la OMS que tiene un valor óptimo de referencia para el fluoruro en el agua potable que es de 0.7 mg/L y para la prevención de la caries dental concentraciones entre 0.5 y 1.0 mg/L. Esto significa que el agua que consume la población del casco urbano del municipio de Timbío no constituye un factor desencadenante de fluorosis dental y tampoco se consideran concentraciones protectoras para la prevención de caries dental, por lo tanto, no existe riesgo de toxicidad para la comunidad de este municipio; especialmente para la salud oral de la población infantil.

Tabla 2. Resultados concentración de F- mg/L en sitios de toma

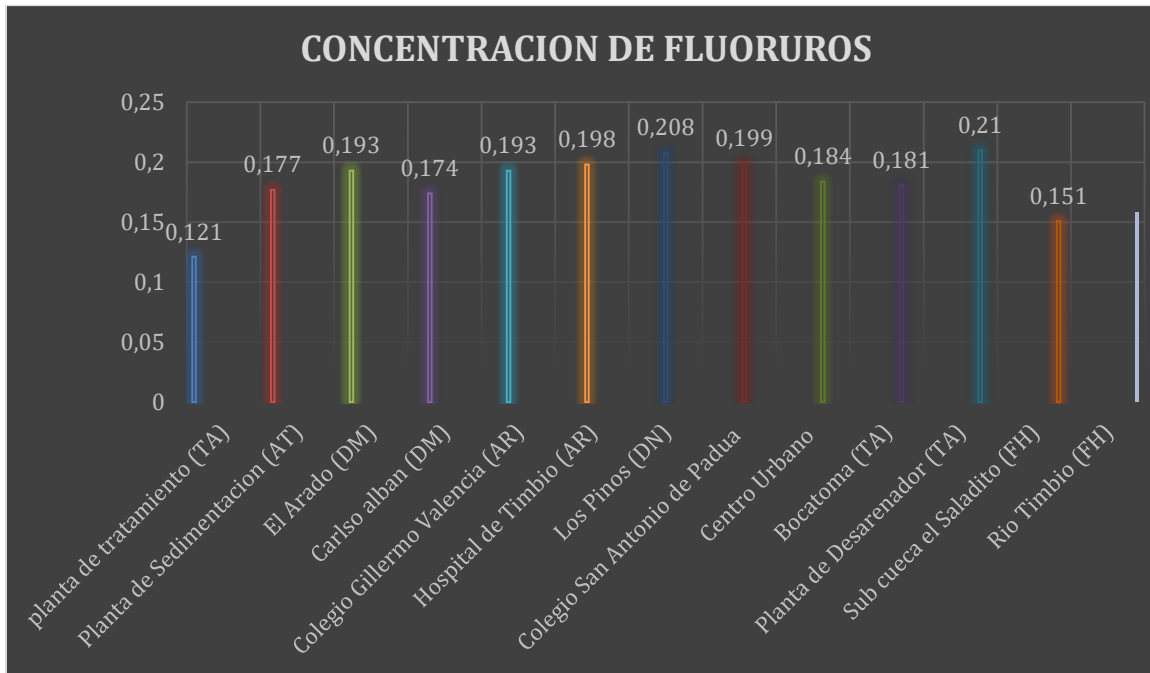
No	Sitio de toma	Acueducto	Concentración
1	(TA) Planta de tratamiento -	EMTIMBÍO	0.121
2	(TA) Planta de Sedimento -	EMTIMBÍO	0.177
3	(DM) Barrio El Arado	EL SALADITO	0.193
4	(DM) Barrio Carlos Albán	SACHACOCO	0.174
5	(AR) Colegio Guillermo Valencia	ENTIMBÍO	0.193
6	(AR) Hospital de Timbío	EMTIMBÍO	0.198
7	(DM) Barrio Los Pinos	EMTIMBÍO	0.208
8	(AR) Colegio San Antonio de Padua	EMTIMBÍO	0.199
9	(DM) Centro Urbano	EMTIMBÍO	0.184
10	(TA) Bocatoma - Acueducto.	EMTIMBÍO	0.181
11	(TA) Planta de Desarenado -	EMTIMBÍO	0.191
12	Fuente Hídrica (FH) Subcuenta El	EMTIMBÍO	0.210
13	Fuente Hídrica (FH) Rio Timbío	EMTIMBÍO	0.158
14	Agua DD +(0,5) Fluoruro de Na		0.407
15	Agua DD +(1.0) Fluoruro de Na		0.648
16	Agua DD		0.000

Fuente: Elaboración propia

LCM: Límite de cuantificación de la técnica de “Métodos Analíticos de Fluoruros”:

Cromatografía Iónica (SM 4110-B). Expresión de incertidumbre: $Y*0,066$. (Ver Anexo 2)

Figura 11. Gráfica de sitios de toma y concentración de F- mg/L.



Fuente: Elaboración propia

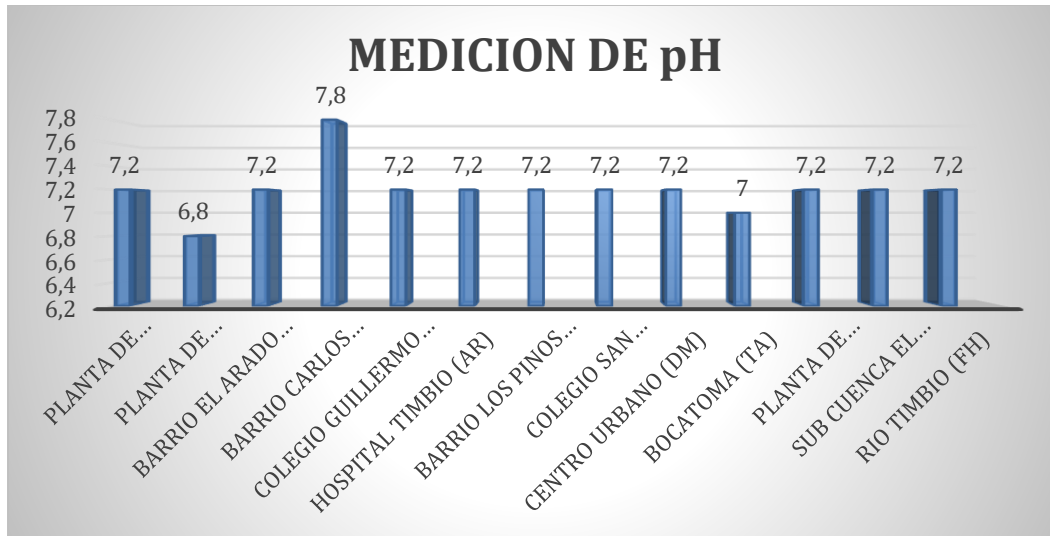
Respecto al análisis de las muestras según el sitio de toma se puede apreciar que se encontraron concentraciones de flúor comprendido entre 0.121 mg/L en Tanque de almacenamiento (TA) y 0.210 mg/L, en fuente hídrica (FH). Tanto en los tanques de almacenamiento, dispositivos de muestreo, fuentes hídricas y agua residencial, la concentración de flúor está por debajo de 0.5 mg/L. que es la concentración en agua necesaria para prevenir la caries dental, además se encuentran muy por debajo de la concentración de 1.0 mg/L, que representa riesgo para adquirir fluorosis dental.

Tabla 3. Sitio de toma y medición de pH

No.	Código laboratorio	Sitio de toma	pH
1	486-1-1	(TA)Planta de tratamiento – acueducto	7.2
2	486-1 -2	(TA) Planta de sedimento – acueducto	6.8
3	486-1-3	(DM) Barrio el arado	7.2
4	486-1-4	(DM) Barrio Carlos Albán	7.8
5	486-1-5	(AR)Colegio Guillermo Valencia	7.2
6	486-1-6	(AR)Hospital de Timbío	7.2
7	486-1-7	(DM) Barrio Los Pinos	7.2
8	486-1-8	(AR) Colegio San Antonio de Padua	7.2
9	486-1-9	(AR)Centro Urbano	7.2
10	486-1-10	Planta de almacenamiento Bocatoma	7.0
11	486-1-11	Tanque de almacenamiento - Planta de desarenado	7.2
12	486-1-12	(FH) Subcuenca El Saladio	7.2
13	486-1-13	(FH) Rio Timbío	7.2
----		Promedio	7.2
14	486-1-14	Agua DD + (0,5) Floruro de Na control (+)	7.0
15	486-1-15	Agua DD + (1,0) Floruro de Na control (+)	7.0
16	486-1-16	Agua DD Control (-)	7.0
		Estandar (Diseño / Laboratorio)	7.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Gráfica de Valores en grafica de medición de pH



Fuente: Elaboración propia

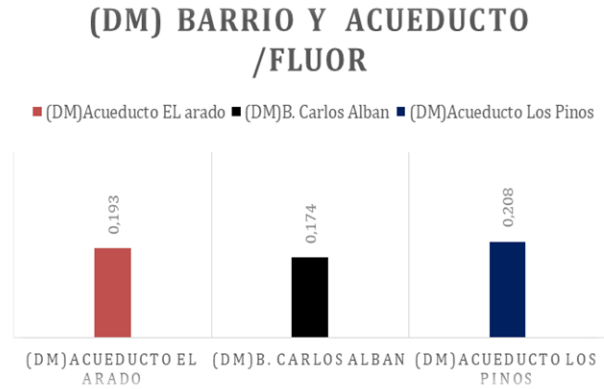
En esta tabla y grafica se puede analizar el pH, de las 13 muestras repartidas según su ubicación y/o sitio de toma, se obtuvo un valor mínimo de 6.8 pH y un valor máximo de 7.8 PH siendo 7.2 el promedio general para las muestras.

Tabla 4. Concentración de F-mg/L y pH en los 3 acueductos

DISPOSITIVO DE MUESTREO	ACUEDUCTO	pH	CONCENTRACIÓN DE F- mg/L
Barrio el arado	Saladito	7.2	0.193
Barrio Carlos Albán	Sachacoco	7.8	0.174
Barrio los pinos	EmTimbío	7.2	0.208

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Gráfica de valores de pH y Flúor en los 3 acueductos



Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede apreciar la diferencia en la concentración de flúor tomada en los tres barrios que se encontraron los dispositivos de muestreo (DM), obteniendo el valor de 0.208 F-mg/L siendo el más alto en el acueducto de la empresa EMTIMBÍO seguido del acueducto EL SALADITO con un valor de 0.193 F- mg/L y SACHACOCO con un valor de 0.174 F- mg/L respectivamente. De acuerdo con estos resultados se puede evidenciar que la concentración de flúor no alcanza a llegar al valor mínimo (0.5 F-mg/L) para prevención de caries y el valor máximo máximo (1.5 F-mg/L) para la fluorosis dental.

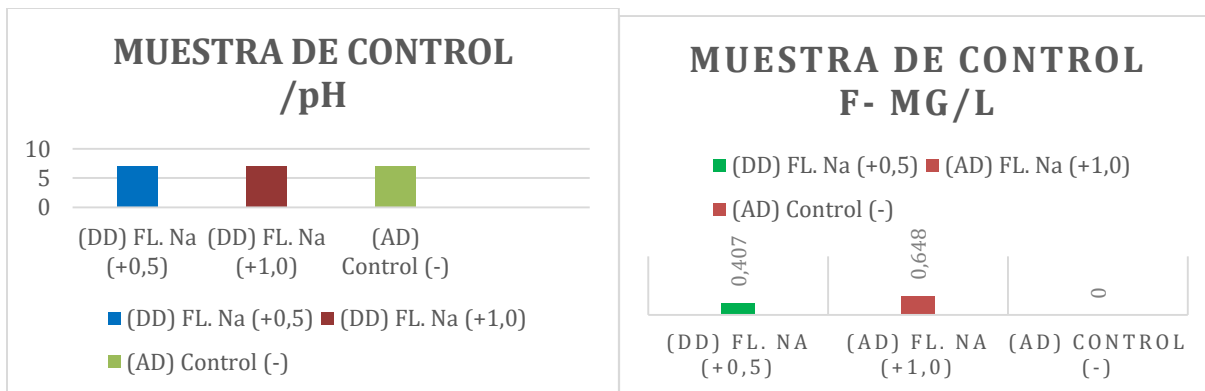
Se puede encontrar que en los tres (3) acueducto tienen un pH ALCALINO, siendo el acueducto de SACHACOCO el de mayor valor con 7.8 pH y con un valor igual para los acueductos de SALADITO y SACHACOCO de 7.2 pH.

Tabla 5. Concentración de f- mg/L y pH en las muestras de control

MUESTRAS DE CONTROL	CONCENTRACIÓN DE F- mg/L	pH
Agua DD	0.000	7.0
Agua DD + 0,5 fluoruro de Na	0.407	7.0
Agua DD + 1,0 fluoruro de Na	0.648	7.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Graficas de concentración de pH y F – mg/L



Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones de flúor para las muestras de control variaron de acuerdo a la concentración agregada de flúor al momento de la preparación y para su lectura se tuvo en cuenta el concepto de **Límite de cuantificación del método Analíticos: Fluoruros: Cromatografía Iónica (SM 4110B)**.

Se tuvo una Expresión de incertidumbre: $Y*0,066$, según los resultados del LABORATORIO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, obteniendo un valor en la muestra positiva de 0.5 el resultado de 0.407 F-mg/L, en la muestra positiva de 1.0 se obtuvo resultado de 0.648 F-mg/L y en la muestra negativa un resultado 0.000 F-mg/L. En

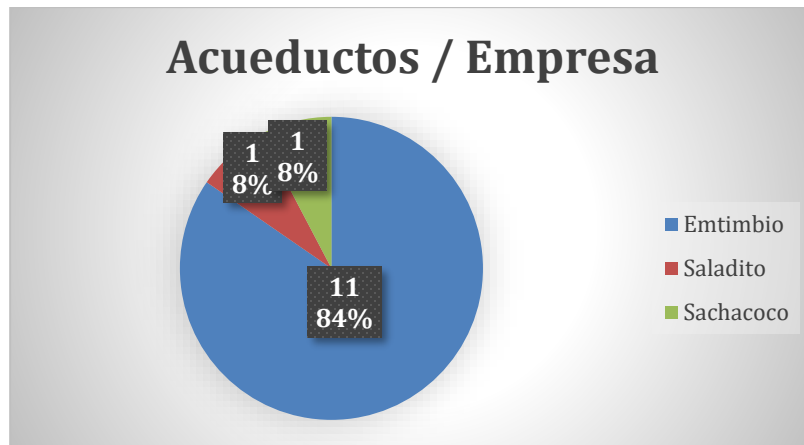
cuanto al pH de las tres (3) muestras de control se obtuvo un resultado de 7pH, teniendo un grado de acidez neutro para cada una de estas.

Tabla 6. Sitio de muestras y acueductos

SITIO DE TOMA	ACUEDUCTO
Tanque de Almacenamiento (TA) Planta de tratamiento – Acueducto	EMTIMBÍO
Tanque de Almacenamiento (TA) Planta de Sedimento – Acueducto	EMTIMBÍO
Dispositivo de Muestreo (DM) el arado	EL SALADITO
Dispositivo de Muestreo (DM) Barrio Carlos Albán	SACHACOCO
Agua Residencial (AR) Colegio Guillermo Valencia	EMTIMBÍO
Agua Residencial (AR) Hospital de Timbío	EMTIMBÍO
Dispositivo de Muestreo (DM) Los Pinos	EMTIMBÍO
Agua Residencial (AR) Colegio San Antonio de Padua	EMTIMBÍO
Agua Residencial (DM) Centro Urbano	EMTIMBÍO
Tanque de Almacenamiento (TA) Bocatoma - Acueducto.	EMTIMBÍO
Tanque de Almacenamiento (TA) Planta de Desarenado acueducto	EMTIMBÍO
Fuente Hídrica (FH) Subcuenca El Saladito	EMTIMBÍO
Fuente Hídrica (FH) Rio Timbío	EMTIMBÍO
Agua DD +(0,5) Fluoruro de Na Control (+) 0.407	AGUA DD

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Distribución abastecimiento por acueductos



Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede observar cómo están repartidos los sitios de tomas para las muestras, los acueductos y sus empresas encargadas de sus manejos. De esta manera están distribuida el abastecimiento en la cabecera municipal de Timbío, siendo la empresa EMTIMBÍO a través de su acueducto quien maneja el mayor porcentaje con respecto a los otros acueductos.

9 DISCUSION

Los datos obtenidos permiten establecer comparaciones con estudios realizados en otros países que tienen la misma preocupación respecto al origen de la fluorosis dental. Tal es el caso de un estudio que tiene la misma tendencia en el país de México donde el agua potable de las zonas de Tláhuac contiene marcadas diferencias en la concentración de fluoruro, con un rango entre 0.44 y 1.28 ppm y una media de 0.86 ± 0.19 ppm en sus diferentes pozos por lo que en algunos pozos de la zona de Tlahuac el nivel de flúor es mayor a lo permitidos por los criterio de la OMS, la concentración de fluoruro en agua potable debe encontrarse entre 0.5 a 1.0 ppm, con un nivel óptimo de 0.7 ppm por este motivo los resultados indican que en algunas poblaciones de la delegación de Tláhuac están expuesta a la ingesta excesiva de fluoruros por vía del agua de consumo, lo que representa un riesgo para la salud pública en esta zonas. (López, Zaragoza, & Lourdes, 2016)

Con respecto al presente trabajo, donde se tomó tres puntos de abastecimiento para la zona urbana del municipio de Timbío donde los resultados fueron significativamente menores de los obtenidos de la delegación de Tlahuac en el país de México.

A nivel nacional según los reportes de agua y análisis del flúor en el agua del acueducto de Montería, planta de tratamiento los Garzones, son acordes a los establecidos por la OMS. Se encuentran entre valores de 0.04 mg/L a 0.07 mg/L siendo el nivel óptimo para la prevención de caries y muy bajo para su posible riesgo de fluorosis dental. (López, y otros, 2016)

Es importante destacar, que el municipio no incorpora flúor en el agua en el momento de su procesamiento, lo que conlleva a pensar en una fuente natural de flúor, En comparación con los resultados obtenidos en nuestro estudio se puede apreciar la diferencia en cuanto se ha realizado una secuencia de estudios para la determinación de

fluoruro natural en el agua de consumo humano por medio de cromatografía de intercambio iónico de los cuales es importante mencionar el realizado en fuentes hídricas cercanas.

Siguiendo con los trabajos a nivel departamental se ha realizado una secuencia de estudios para la determinación de fluoruro natural en el agua de consumo humano por medio de cromatografía de intercambio iónico de los cuales se compara los resultados en la concentración de flúor de la cabecera del municipio de Timbío y los resultados de obtenidos en los municipios de Cajibío y Piendamó respectivamente. En el municipio de Cajibío se encontró que la concentración de flúor en agua de consumo humano tiene un rango entre 0.1242 y 0.186 mg/L, se puede establecer que la concentración de flúor en el agua de consumo en los municipios de Cajibío no alcanza el nivel óptimo para la prevención de caries y el riesgo de fluorosis dental. (Narvaez, Pinned, Baez, Morales, & Garay, 1999)

Al igual que en el municipio de Timbío donde se encontró que la concentración de flúor en agua de consumo humano tiene un rango entre de 0.121 y 0.210 mg/L, donde no alcanza el nivel óptimo para la prevención de caries y riesgo de fluorosis dental. Con respecto al municipio de Piendamó, en cuanto el análisis de concentración de flúor se obtiene un promedio de 0.020mg/L relativamente inferior según lo establecido por la OMS que varía entre 0.5 y 1.0mg/L en agua de consumo humano y en comparación con los resultados de concentración de flúor del municipio de Timbío se puede concluir que los valores obtenidos no alcanzan el nivel para la prevención de caries y no representa ningún riesgo para enfermedades como fluorosis dental. (BIOTED, 2020)

Sobre el pH del agua de consumo en el municipio de Timbío los resultados muestran que fue de 7.2 como promedio y con un rango entre 6.8 y 7.8. Estos valores indican que el agua es apta para consumo humano porque está dentro de los parámetros establecidos para Colombia por el

Ministerio de la Protección Social, que es de 6.5 a 9.0 en agua superficial y para las aguas subterráneas entre 6.0 y 8.5. (Sukhabogi, y otros, 2014)

Estos resultados son similares a los reportados en el estudio realizado en el municipio de Cajibío donde el pH de las muestras de agua analizadas tenían un promedio de 7.05 y en el municipio de Piendamó un promedio de 6.35.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

El estudio permite concluir lo siguiente:

La concentración de flúor presente en el agua de las fuentes hídricas que abastecen la zona urbana del municipio de Timbío, se encuentra en un rango entre 0.121 mg/L, y 0.210 mg/L, por lo tanto, no representa riesgo de toxicidad para presentar fluorosis dental y tampoco se consideran como factor protector para la prevención de caries dental en la población que la consume.

Las muestras tomadas en las fuentes hídricas del acueducto en la cabecera municipal de Timbío, muestran que los diagnósticos de fluorosis dental reportados por las entidades de salud pertinentes no están relacionados con la ingesta de este recurso hídrico.

El pH en el agua está en el rango entre 6.8 y 7.8, es decir dentro del rango permitido por el ministerio de la Protección Social según la normatividad para Acueductos, en general el rango normal de pH en agua superficial es de 6.5 a 8.5 y para las aguas subterráneas 6 – 8.5.

10.2 RECOMENDACIONES

Los investigadores recomiendan lo siguiente:

Dar continuidad a estudios que permitan investigar sobre la concentración de flúor en las fuentes hídricas que abastecen los acueductos de las zonas rurales del municipio de Timbío.

Realizar estudios longitudinales en la población infantil, para establecer la diferencia entre caries de mancha blanca y el posible diagnóstico de fluorosis dental.

En el momento de diagnosticar fluorosis dental, el odontólogo debe tener una adecuada y detallada revisión clínica dental, con el fin de evitar los diagnósticos erróneos.

BIBLIOGRAFIA**11 Bibliografía**

- Aguilar, F., Camacho, M., & Borges, S. (2011). *Oral-healthrelated quality of life in schoolchildren in an endemic fluorosis area of Mexico*. Qual Life Res. Vol.20.
- Alcaldía de Timbío. (2018). Obtenido de <http://www.Timbío-cauca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.
- Alcaldía de Timbío. (2020). *Municipios de Colombia*. Obtenido de <https://www.Municipio.com.co/municipio-Timbío.html>
- Anthonappa, R., & King, N. (2015). *Enamel Defects in the Permanent Dentition: Prevalence and Etiology*. In planning and care for children and adolescents with dental enamel defects. Ed., London: Springer (15). Págs.15-30.
- BIOTED. (2020). *Cromatografía de intercambio iónico*. Obtenido de <https://www.bioted.es/protocolos/cromatografia-de-intercambio-ionico.pdf>
- Castiblanco, A., Martignon, S., Castellanos, J., & Mejía, W. (2016). *Patogénesis de la fluorosis dental: mecanismos bioquímicos y celulares*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v28n2/0121-246x-rfoua-28-02-00408.pdf>
- Guerrero, A., Dominguez, & Roger. (2018). *Fluorosis dental y su prevención en la atención primaria de salud*. Obtenido de http://revzoilomarinello.sld.cu/index.pHp/zmv/article/view/1189/pdf_481
- Juan David, S., Joheli, C., & Jennifer, M. A. (2018). *Estudio de concentración de fluor en el municipio de Cajibío*.
- López, L., Narváez, C., Sierra, R., Solera, E., García, M., & Victoria, R. (2016). *Concentraciones de flúor en aguas del acueducto de la empresa Proactiva en el corregimiento Los Garzones*

- (Montería – Colombia). Obtenido de <https://revistas.curn.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/626>
- López, N., Zaragoza, E., & Lourdes, G. (2016). *Efectos de la ingestión prolongada de altas concentraciones de fluoruros*. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2015/abr15260j.pdf>
- Lyaruu, D., Medina, J., Sarvide, S., Bervoets, T., Everts, V., Denbesten, P., & Smith, C. Y. (2014). *Barrier formation: potential molecular mechanism of enamel fluorosis*. *J Dent Res*. Jan. 93(1):96-102. doi: 10.1177/0022034513510944.
- Lyaruu, D., Medina, J., Sarvide, S., Bervoets, T., Everts, V., Denbesten, P. Bronckers, A. (2014). *Formation: potential molecular mechanism of enamel fluorosis*. *J Dent Res*. Jan;93(1):96-102. doi: 10.1177/0022034513510944.
- Narvaez, A., Pineda, Y., Baez, S., Morales, L., & Garay, S. (1999). *Estudios del contenido natural de fluor en aguas de consumo humano en Nicaragua*. Obtenido de https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/oh_nic_fluoraguaconshu
- Sukhabogi, J., Parthasarathi, P., Anjum, S., Shekar, B., Padma, C., & Rani, A. (2014). *Dental fluorosis and dental caries prevalence among 12 and 15-year-old school children in Nalgonda District, Andhra Pradesh, India*. *Ann Med Health Sci Res*.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento para recolección de datos

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN EL ACUEDUCTO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TIMBÍO COMO POSIBLE RIESGO DE FLUOROSIS DENTAL, 2019.

OBJETIVO: Determinar la presencia de fluoruros en las fuentes hídricas que abastecen el acueducto urbano del municipio de Timbío, para confirmar o descartar el riesgo de fluorosis dental para la población que la consume.

FICHA PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Muestra No.	Sitio de toma				Temperatura °C	pH	Concentración de flúor mg/L
	TA	DM	AR	FH			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Convenciones:
(TA) Tanque de Almacenamiento,
(DM) Dispositivo de Muestreo
(AR) Agua Residencial
(FH) Fuentes Hídricas

Anexo 2. Informe de laboratorio

Informe de resultados: Radicado Nro. 486-1

Versión: 1

Fecha Informe: 20 de Noviembre de 2019

1. INFORMACIÓN DEL USUARIO

Cliente:	Universidad Antonio Nariño		
NIT/C.C.:	860056070		
Dirección:	Calle 53 AN # 9 – 35. Popayan, Cauca	Teléfono:	3006574862
Solicitado por:	Inés Amparo Revelo	Dependencia / Cargo:	Docente

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Fecha de recepción:		2019-11-01		Hora:		11:00	
Código de laboratorio	Tipo de muestra	Procedencia	Nombre/Lugar de muestreo	Muestreado por	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	
486-1-1	Agua cruda superficial	N/S	Muestra 1 - Planta de tratamiento	N/S	2019-10-21	10:00	
486-1-2			Muestra 2 - Sedimento 1			10:16	
486-1-3			Muestra 3 - Punto de muestreo la Valeria			11:00	
486-1-4			Muestra 4 - Barrio Carlos Albán			11:15	
486-1-5			Muestra 5 - Colegio Guillermo Valenas			11:30	
486-1-6			Muestra 6 - Hospital de Timbio			12:00	
486-1-7			Muestra 7 - Sector Los Pinos			12:15	
486-1-8			Muestra 8 - Colegio San Antonio de Padua			12:35	
486-1-9			Muestra 9 - Sector urbano Timbio			12:50	
486-1-10			Muestra 10 - Bocatoma Planta Timbio			12:50	
486-1-11			Muestra 11 - Planta de Sarenado			13:00	
486-1-12			Muestra 12 - Subcuenca El Saladito			12:00	
486-1-13			Muestra 13 - Tanque 1			13:00	

Código de laboratorio	Tipo de muestra	Procedencia	Sitio/Lugar de muestreo	Muestreado por	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
486-1-14	Agua cruda superficial	N/S	Muestra 14 - Tanque 2	N/S	2019-10-21	13:20
486-1-15			Muestra 15 - Tanque 3			13:40
486-1-16			Muestra 16 - Subcuenca 2			13:50

1. RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro	Código de laboratorio	Unidades	LCM	Fecha de Análisis	Valor Obtenido
Fluoruros	486-1-1	mg/L F ⁻	0,050	2019-11-12	0,121
	486-1-2				0,177
	486-1-3				0,193
	486-1-4				0,174
	486-1-5				0,193
	486-1-6				0,198
	486-1-7				0,208
	486-1-8				0,199
	486-1-9				0,184
	486-1-10				0,180
	486-1-11				0,171
	486-1-12				0,210
	486-1-13				0,407
	486-1-14				0,648
	486-1-15				0,000
	486-1-16				0,189

LCM: Límite de cuantificación del

método Métodos Analíticos:

Fluoruros: Cromatografía Iónica (SM 4110-B). Expresión de incertidumbre: Y*0,066

2. OBSERVACIONES

- A solicitud del cliente se realizaron las anteriores mediciones.
- Cuando no se detecta la presencia de los compuestos analizados no se reporta ND (No se Detecta) ni cero, sino < LCM (Menor del Límite de Cuantificación del Método).