



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

CARRERA DE ODONTOLOGIA

Monografía para optar al título de Cirujano-Dentista

“Análisis correlacional de flúor en agua potable y caries dental en el departamento de Jinotega, en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6-12 años, Enero-Agosto 2019”

Autores:

Br. Fonseca Valle Ellieth De Los Ángeles

Br. López Mercado Katherine Danelia

Br. Pastran Meynard Astrid Amairani

Tutora: Dra. Edelieth Zamora

Managua, Nicaragua, Marzo 2020

DEDICATORIA

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento, quien ha guiado mi caminar en todo momento y gracias a Él hoy cumplo mis metas en el lugar y momento indicado

A mi familia que de una u otra manera me han dado su apoyo, no ha sido sencillo el camino hasta ahora.

A mi esposo quien en todo momento estuvo para apoyarme incondicionalmente, dándome fuerzas y apoyo cuando más lo necesite.

A mis docentes quienes siempre fueron un libro abierto en la enseñanza en mi formación profesional.

Br. Ellieth De Los Ángeles Fonseca Valle

A Dios que me ha dado la sabiduría e inteligencia para mis estudios; que me ha mostrado su amor infinito y ha derramado su bondad sobre mí para culminar mi carrera.

A mis padres que han sido los más incondicionales a lo largo de este tiempo. Por su ejemplo continuo hacia mi persona.

A mi familia que ha contribuido en mi preparación profesional con su apoyo y confianza.

Br. Astrid Amairani Pastran Meynard

A Dios, nuestro padre y maestro por excelencia, quien me dio la sabiduría y las fuerzas necesarias para culminar mi carrera, lograr este sueño tan anhelado lleno de sacrificios.

A mis padres, quienes fueron el motor de mi vida y la ayuda incondicional que me brindaron en este duro caminar.

A mi esposo, por ser esa persona que me motivaba y apoyaba cada día hasta donde tus alcances lo permitían.

Br. Katherine Danelia López Mercado

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a **Dios** porque sin el nada podemos realizar, porque nos ha regalado su favor y bendición en estos años.

A **nuestros padres** por sus sacrificios, desvelos, ánimos, fuerzas, consejos para seguir adelante y no desfallecer. Por nunca dejarnos solas y brindarnos su apoyo incondicional. Por acompañarnos en las más grandes dificultades tanto emocional, psicológicas y materiales.

A nuestra tutora **Edeliet Zamora** que contribuyó de gran manera en la elaboración de nuestra tesis, que nos dio su tiempo para orientarnos y darnos sus conocimientos para la ejecución del mismo.

Agradecemos a **todos nuestros maestros** que de ellos hemos recibido el conocimiento científico tan necesario en nuestra formación universitaria, por sus exigencias que sabemos todas han sido para que nosotras seamos buenas profesionales de la salud con sentido de responsabilidad.

Katherine, Astrid y Ellieth

OPINIÓN DEL TUTOR

La caries dental es una de las patologías orales que afectan a un mayor número de personas en Nicaragua y a su vez, estamos ante una de las principales causas por la cual se produce la pérdida de dientes.

La caries es la afectación del tejido dentario provocada por el acumulo de bacterias. Es uno de los principales motivos de consulta ya que en casos avanzados provocan dolor e infección. Una higiene óptima y las revisiones frecuentes a tu dentista pueden evitar su formación.

La falta de flúor no es la causa de aparición de caries en los dientes, pero si este elemento falta, vuelve a nuestros dientes más propensos a padecerla.

Algunas fuentes de flúor que ayudan a prevenir las caries son el agua de beber fluorada, pastas de dientes que contienen flúor, enjuagues fluorados y el agua de la llave que tiene fluoruro.

Esta investigación es de mucha importancia para ver la afectación de caries dental que tienen los niños del municipio y comunidades de San Rafael del Norte y determinar la cantidad de flúor que tienen las aguas de este municipio podría terminar que la falta de este mineral o no puede afectar el índice de caries dental que se presenta en los niños.

Dra. Edeliet Zamora

COD 22866

RESUMEN

La presente investigación titulada “**Análisis correlacional de flúor en agua potable y caries dental en el departamento de Jinotega, en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6-12 años, Enero -Agosto 2019**”, tuvo como objetivo principal analizar el flúor en agua potable y caries dental en determinada población.

La investigación es de tipo cuantitativo, descriptivo, de corte transversal y analítico, con un universo de 3,627 niños; muestra de 348 niños de primaria de las principales escuelas del municipio.

En cuanto a los abastecimientos de agua, se identificaron 42 fuentes principales obteniendo una muestra de 27; en donde debido a la dificultad en el acceso a los caminos se lograron recolectar 21 muestras que fueron obtenidas de los diferentes sistemas de agua que abastecen las 9 comunidades en estudio.

La edad más predominante fue de 6-9 años que corresponde a la mayor población estudiada equivalente al 64.4% (224). Se aplicaron los índices CEO Y CPOD en escolares de las diferentes escuelas, obteniendo el índice comunitario CPOD: 3.1 y para CEO de 5.9. Del total de muestras de agua recolectadas se obtuvo que el promedio de flúor en agua en San Rafael Del Norte, fue de 0.1 PPM.

San Rafael del norte presentó un promedio de flúor en agua muy bajo y una alta prevalencia de caries dental. Se concluye que la falta de flúor en agua es uno de los factores que está afectando negativamente en la salud bucal de los niños, generando aumento en la prevalencia de caries dental.

Palabras claves: Flúor en agua, caries dental, índice comunitario CPOD, San Rafael del Norte.

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION.....	10
II.	ANTECEDENTES	12
III.	JUSTIFICACION.....	16
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
V.	OBJETIVOS.....	19
	OBJETIVO GENERAL:	19
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
VI.	MARCO TEORICO.....	20
6.1	Demografía del municipio de San Rafael del Norte.....	20
6.1.2	Límites territoriales del municipio de San Rafael del norte	20
6.1.3	San Rafael del norte, barrios:	20
6.1.4	Comarcas:	20
6.1.5	Mapa de las regiones del municipio de san Rafael del norte y los niveles de servicio de agua potable:	21
6.2	Agua	22
6.2.1	Concepto.....	22
6.2.2	Composición.....	22
6.2.3	Propiedades del agua	22
6.2.4	Propiedades químicas	23
6.2.5	Tipos de Agua.....	23
6.3	Flúor	26
6.3.1	Definición	26
6.3.2	Metabolismo del Flúor.....	26
6.3.3	Vías de administración del flúor.....	28
6.3.4	Niveles de fluoruros en diferentes áreas.....	32
6.3.5	Acción Antibacteriana	32
6.3.6	Funciones y beneficios	33
6.3.7	Toxicidad del flúor	34
6.3.8	Parámetros de concentración de flúor en agua potable	35
6.4	Caries Dental	36
6.4.1	Concepto.....	36
6.4.2	Etiología	36

6.4.3 Microbiología de la caries dental	37
6.4.4 Diagnóstico de la caries dental	38
6.4.5 Descripción e indicaciones de las técnicas de diagnóstico de la caries.....	39
6.4.6 Epidemiología.....	39
6.4.7 Desmineralización - Remineralización.....	40
6.4.8 Índices epidemiológicos de la caries dental	41
6.4.9 Índice CPO-D	41
6.4.10 Índice CEO	42
6.4.11 Niveles de Severidad de la prevalencia de caries (de acuerdo al índice CPOD y CEOD, según la OMS).....	43
VII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
Tipo de estudio	44
Área de estudio	44
Universo	44
Muestra	45
Variables clínicas.....	47
Variables en Fuentes de agua	47
Unidad de Análisis	47
Criterios de Inclusión “escolares”	47
Criterios de Inclusión “agua”	47
Criterios de Exclusión “escolares”	48
Método de recolección de datos	48
Materiales adicionales	49
Método en agua	51
Recolección de la información	55
Aspectos éticos para la recolección de datos.....	55
Riesgos y beneficios	55
Plan de análisis	56
Calibración	56
VIII. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	58
IX. RESULTADOS	60
INDICE DE TABLAS	

TABLA 1. Edad de escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	60
TABLA 2. Edad relacionada con índice CPOD en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	61
TABLA 3. Edad relacionada con índice CEOD en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	62
TABLA 4. Sexo de escolares que entraron al estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	63
TABLA 5. Promedio total índice CEO y CPOD de escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	64
TABLA 6. Total, índice CEO y CPOD por comunidad de escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	64
TABLA 7. Promedio de concentración de flúor en agua por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	66
TABLA 8. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CPOD por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	67
TABLA 9. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CEO por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	68
X. COEFICIENTE DE CORRELACION PEARSON	69
XI. ÍNDICE KAPPA DE COHEN	69
XII. DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	71
XIII. CONCLUSIONES.....	75
XIV. RECOMENDACIONES	77
XV. REFERENCIAS	78
XVI. ANEXOS.....	81
Tablas cruzadas y de contingencia: índice Kappa de Cohen.....	82
INDICE DE GRÁFICOS	85
Gráfico 1. Edad de escolares en estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	85
Gráfico 2. Edad relacionada con índice CPOD en escolares en estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	85
Gráfico 3. Edad relacionada con índice CEO en escolares en el estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	86

Gráfico 4. Sexo relacionado con índice CEO y CPOD en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	86
Gráfico 5. Promedio total índice CEO y CPOD de escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	87
Gráfico 6. Total, índice CEO y CPOD por comunidad en escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	88
Gráfico 7. Promedio de concentración de flúor en agua por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.....	88
Gráfico 8. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CPOD por comunidad en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.	90

I. INTRODUCCION

La organización mundial de la Salud (OMS), define la caries dental como un proceso patológico y localizado de origen multifactorial que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente y que evoluciona hasta la formación de una cavidad. (OMS, 2018)

La desmineralización es el proceso central en la caries; las concentraciones muy bajas de flúor en el medio bucal durante el proceso cariogénico hacen susceptible la cavidad oral ante la progresión de la caries, a medida que el PH es neutro promueve el proceso de remineralización. (Meyer-Luecke & Paris, 2010)

Según estimaciones publicadas en el estudio sobre la carga mundial de morbilidad 2016, las enfermedades bucodentales afectan a la mitad de la población mundial (3,580 millones de personas), y la caries dental es el trastorno más prevalente. (OMS, 2018)

La caries dental afecta grandemente a las poblaciones, en especial a las que habitan en zonas rurales, los cuales tienen una gran limitante socioeconómica para alcanzar un buen estado de salud oral como la accesibilidad al agua fluorada, facilidad para adquirir productos a base de flúor o programas preventivos en la aplicación de este mineral.

En Nicaragua el estudio realizado sobre el **“Perfil epidemiológico de la caries dental y enfermedad periodontal, en Nicaragua (2005)”**. La dentición temporal presentó una prevalencia de caries de 76.7 % en niños de 5 años; los resultados demostraron que a mayor edad el índice de caries aumenta y en la zona rural hay mayor prevalencia de caries dental en relación a la zona urbana. (Medina, 2005)

En el casco urbano y comunidades de San Rafael del Norte, se observa que la población tiene una alta prevalencia de caries dental, con pérdida dentaria a temprana edad; como sabemos, los niveles de prevención se realizan a temprana edad, cuando los dientes están en proceso eruptivo, donde la aplicación de este mineral representa gran relevancia en el desarrollo de la dentición permanente.

En el municipio de San Rafael del Norte, los sistemas de abastecimientos de agua están en plan de mejoras y aun no se cuenta con niveles óptimos de fluoración del agua. La

deficiencia del mineral flúor es una de las principales causas del desarrollo de caries dental en el ser humano. Los fluoruros se encuentran principalmente en la hidrosfera en el agua de mar o en los ríos, sin embargo, la mayoría de estas aguas no contienen la cantidad requerida de flúor natural para prevenir la caries dental. Por esto los niños en edad escolar en las comunidades de San Rafael del Norte, están más vulnerables a la aparición progresiva de caries dental.

En el presente estudio se realizó un análisis correlacional de flúor en agua potable y caries dental en el departamento de Jinotega, en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6-12 años, Enero-Agosto 2019.

Nicaragua, es un país en vías de desarrollo, con este estudio estamos contribuyendo a identificar la problemática social, de manera que sea posible desarrollar estrategias que aborden los problemas de salud bucal, lo cual repercutirá en mejorar la salud general de la población. Dadas las limitaciones económicas del país, es necesario priorizar los recursos destinados a programas de salud bucal, para asegurar su orientación a aquellas medidas que logren un impacto con la mejor relación costo-beneficio.

Es por esto que surge la necesidad de conocer con exactitud la concentración de flúor en las aguas de consumo del municipio de San Rafael del Norte y la asociación que tiene con la prevalencia de caries dental, que se ha observado tanto en el área urbana como rural, para que se tomen las medidas de prevención y promoción y así contribuir a encontrar soluciones a la problemática de salud bucal de esta población.

II. ANTECEDENTES

A nivel Internacional

La fluoración de agua comunitaria es similar a beber leche fortificada con Vitamina D. Antes de la fluoración, los niños tenían tres veces más caries. Se ha proclamado la fluoración de agua como uno de los 10 grandes logros de salud pública del siglo XX. La fluoración de agua sigue ayudando a prevenir la caries en al menos un 25% en niños y adultos. Hoy en día, cerca del 75 por ciento de la población tiene acceso a sistemas de agua fluorada. (American & Association, 2018)

En una investigación realizada por (Sánchez, 2008), titulada **“Prevalencia de fluorosis dental en escolares de 6-15 años de edad”** asocia recibir programas de flúor con un descenso en la prevalencia de caries en varones y en la dentición permanente. En lo cual encontró que la prevalencia fue de un 31,7% en los que no realizan programas, frente al 14,3% de los sí reciben flúor. (Sánchez, 2008)

La investigación realizada por el Dr. Jaime Cury (2011), titulada **“Calidad del agua para consumo humano y concentración de fluoruro”**. En donde se analizó la concentración de fluoruro en el agua para consumo humano, valoró la relación costo, beneficios y riesgos a la salud del flúor. El estudio fue realizado mediante revisiones sistemáticas en el control del agua, documentos oficiales y datos meteorológicos que fueron examinados. En su estudio asegura que el fluoruro debería variar de 0,6 a 0,9 mg/L para prevenir caries dentaria. Concentración de fluoruro natural de 1,5 mg/L es tolerable para consumo si no hay tecnología de costo-beneficio aceptable para ajuste/remoción de su exceso. La ingestión diaria de agua con fluoruro en concentración > 0,9mg/L representa riesgo para la dentición en menores de ocho años de edad y los consumidores deberían ser expresamente informados de este riesgo. (Jaime A Cury, 2011)

El Dr. Jaime Cury, realizó una investigación titulada **“Estudio de la disponibilidad y estabilidad del flúor de los dentífricos comercializados en el Perú”** (Cury, 1994), donde plantea la disponibilidad y estabilidad de este mineral, como parte esencial de los requerimientos mínimos del potencial preventivo en los dentífricos comercializados en el Perú durante 1991-1994. Los resultados mostraron que todos los dentífricos estudiados,

presentaron flúor en su composición, de los cuales 41.7% presentaban flúor en estado iónico, 41.7% estaban compuestos de flúor ionizable y 16.6% presentaban una combinación de ambos en su formulación. Los resultados además mostraron que, de los 12 dentífricos estudiados, 6 presentaron flúor totalmente disponible y estable, no así, dos dentífricos no cumplieron con los requerimientos establecidos por estas entidades. (Cury, 1994)

En un estudio de investigación comunitaria en Chile titulada **“Comparación de prevalencia de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre comunidades con y sin fluorización de agua potable”** realizado por Jiménez (2015), se demostró que en Valparaíso la prevalencia de caries fue de 55,28% y para Concepción fue de 50% sin diferencias estadísticamente significativas. El valor COP-D y sus componentes (C), (O) y (P) fueron 1,52, 0,96, 0,55 y 0,01 respectivamente para Valparaíso y de 1,27, 0,32, 0,94 y 0,008 para Concepción, encontrando diferencias estadísticamente significativas solo para los componentes (C) y (O) entre ambas comunidades. (Jiménez, 2015)

Un estudio realizado en Lima- Perú por Chávez & Gutiérrez (2016), titulado **“Evaluación de la acción de dos sistemas de fluoruros aplicados sobre la superficie del esmalte dental, estudio in vitro”**. El estudio consistió en la experimentación en piezas dentales, para valorar la acción de los fluoruros en el proceso de desmineralización y remineralización del esmalte. Los molares estuvieron divididos aleatoriamente en 8 grupos, de los cuales 7 grupos experimentales y un grupo control. Cada molar de los grupos experimentales fue tratado en contenedores estériles con saliva artificial y ácido láctico por un periodo de 48 horas. Luego los dientes recibieron aplicaciones de flúor gel o barniz según el grupo al cual pertenecían, en diversos periodos de tiempo 2, 24, 26, 50 y 52 horas. Los molares del grupo control no recibieron ningún tratamiento. Llegando a la conclusión que el contacto con ácido láctico produce una gran pérdida de calcio lo cual disminuye notablemente con la aplicación de los fluoruros. La variación del pH también se consideró en este estudio, siendo más ácido (valores más bajos) en la presencia de ácido láctico y básico (valores más altos) en presencia de los fluoruros, encontrando valores similares entre ambos fluoruros. Concluyendo de esta manera que la acción de los fluoruros después del contacto con ácido láctico produce una regulación en el pH salival evidenciado mediante la absorción atómica de calcio. (Sanchez & Gutiérrez, 2016)

A nivel Nacional

En un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud, (2004), titulado **“Evaluación de la calidad del agua de bebida en Nicaragua”**. Se encontró que en la región central norte del país la concentración media del flúor es la siguiente: en la tubería pública 0,6 ppm, tubería comunitaria 0.3ppm, pozo perforado 0.55ppm, pozo protegido 0.55ppm; el total en el área es de 0.5 ppm. Esto indica bajas concentraciones de flúor en el agua de consumo humano, dado que el valor óptimo es 1,5 ppm y que el valor más elevado de concentración media de flúor se encuentra en las tuberías públicas. (OPS, 2004)

La OMS (2005) en conjunto con UNICEF realizó un estudio nacional, titulado **“Evaluación rápida de la calidad del agua bebida en Nicaragua”**. El parámetro de flúor según la OMS debe ser 1.5 ppm encontrándose ese valor nulo en 50 muestras de agua procesadas provenientes de tubería pública, tubería comunitaria, pozos perforados y pozos protegidos, en el departamento de Jinotega. (OMS, 2005)

En el 2005 Medina, Cerrato y Herrera realizaron un estudio nacional titulado **“Perfil epidemiológico de la caries dental y enfermedad periodontal, en Nicaragua, año 2005”**. Con el objetivo de obtener un conocimiento actualizado y objetivo sobre dicho tema, donde su total de muestra fue de 1800 personas, este estudio fue realizado en el área urbana y rural de Nicaragua, se encontró que la prevalencia de caries dental en dentición temporal es de 76,7 niños por 100 niños de 5 años: 74,2 niños y niñas del área urbana de 5 años por cada 100 examinados, 85 niños del área rural por cada 100 examinados y 78,3 niñas del área rural por cada 100 examinadas. En la dentición permanente el 94,1 de personas mayores de 12 años por cada 100 presento caries dental. Concluyeron que el promedio del índice CEO indica que no hay diferencia en cuanto al sexo, pero en cuanto a la ubicación geográfica es mayor en el área rural; el promedio general del índice CPOD fue de 10.25 siendo a los 12 años de esta manera el CPOD aumenta conforme a la edad y en cuanto al sexo no hay mayor diferencia. (Medina, 2005)

En el año 2010, Mora realizo un estudio titulado **“Análisis de la concentración de flúor en el agua potable del casco urbano del municipio de Santo Tomas, Departamento de Chontales en el periodo comprendido de mayo a julio del 2010”**, cuyo objetivo fue realizar un examen minucioso de flúor en agua potable de una zona específica de

Nicaragua, extrayendo muestras de los pozos donde se recolecta el agua. Se recolectaron muestras de pozo, planta potabilizadora y grifos de la ciudad de Santo Tomas y se analizaron cada mes se obtuvieron los siguientes resultados en el mes de mayo el nivel de fluoruro fue de 0.18 ppm, junio 0.29 ppm, Julio 0.24 ppm y siendo el promedio global de 0.24 ppm. Concluyo que en ninguna de las muestras realizadas durante estos meses de estudio registro un nivel óptimo para que sea considerada dosis terapéutica con acción preventiva ante caries dental. (Mora, 2010)

En el 2011, Camacho y Vílchez realizaron un estudio descriptivo llamado **“Concentración de flúor en el agua de los pozos que abastecen de agua potable la zona urbana de la ciudad de León en el periodo de Septiembre-Noviembre del año 2011”**. Cuyo objetivo fue determinar las concentraciones de flúor en el agua potable en León. Recolectaron 21 muestras de aguas distribuidas en 7 muestras por mes, se analizaron mediante el método colorimétrico y el resultado fue en partes por millón, se encontró que el mes que registra el promedio de flúor más bajo de todos fue septiembre con un porcentaje de 0,33 ppm. En cuanto al promedio global en el municipio de León tiene 0.41 ppm. Concluyeron que las concentraciones de flúor son inferiores en cuanto a la dosis terapéutica (0.77 ppm). (Camacho & Vílchez, 2011)

En el 2011 Barrera y Aguirre realizaron un estudio en Nicaragua sobre la **“Calidad del agua de pozos y aguas superficiales en la micro cuenca, Las Jaguas, municipio de Ciudad Antigua”** de Nueva Segovia, cuyo objetivo fue brindar información relevante sobre la calidad del agua de pozos y aguas superficiales. Se seleccionaron 6 pozos de la comunidad Las Jaguas y 2 en la comunidad Ramos, para el monitoreo de agua de pozos se seleccionaron parámetros físico-químicos. Se encontró en el pozo comunal Ramos el valor del fluoruro fue de 0.96 ppm, en el pozo del Sr. Hilario Quintero el valor de fluoruro fue de 0.71 ppm. Resultado que el contenido de fluoruros en estos pozos sobrepasa el nivel permisible para el consumo humano en agua potable (0.70 ppm). (Barrera & Aguirre, 2011)

III. JUSTIFICACION

En Nicaragua, el Ministerio de Salud en compañía de OPS y OMS, incluyeron al país en el plan de fluoración de sal en las américas, realizando un estudio epidemiológico de salud bucal, en niños de edad escolar, en relación al uso de pastas dentales, consumo de suplementos fluorados, así como el contenido de flúor en agua mediante la medición de PPM. Dando como resultado que el 82% de las muestras de aguas contenían bajos niveles de flúor. (OPS & OMS, 1999)

A través de este estudio se fortalecerá la investigación, no solo del micronutriente flúor sino también del índice epidemiológico de caries dental en el municipio de San Rafael del Norte, en escolares de 6 a 12 años. Contribuirá para dar a conocer si los programas de aplicación de flúor en los niños por parte del MINED está siendo eficaces o no está impactando en la población a cómo debería.

La elaboración de nuestro estudio permite establecer la correlación de flúor en agua potable y caries dental en el departamento de Jinotega en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6 a 12 años, para descubrir cómo están relacionadas estas dos variables, de qué manera se comportan. También encontrar los valores de la concentración natural de flúor en agua y la prevalencia de caries dental en los escolares de 6 a 12 años.

Esta investigación servirá de referencia importante para que sea tomada en cuenta por el MINSA, especialmente por el hospital primario de San Rafael del Norte Fray O dórico de Andrea, MINED, Alcaldía municipal de San Rafael del Norte y será de utilidad para los profesionales en odontología general y especialistas como odontopediatras, que están introducidos en esta problemática de aparición y progresión de la caries dental en zonas donde el acceso al mineral flúor es insuficiente por varios factores entre ellos los socioeconómicos, para adicionar flúor en el agua potable.

Contribuirá a los centros de documentación de la facultad de ciencias médicas (CEDOC), especialmente a la carrera de odontología, para motivar y despertar la investigación en los temas de salud pública que principalmente afectan a nuestro país; y de esa forma realizar más estudios nacionales que ayuden a visualizar la problemática y sirva como referencia

internacional para posteriores programas de ayuda comunitaria que se llevaran a cabo en Nicaragua.

Ayudará a las autoridades del MINED para evaluar si los programas de aplicación de flúor en niños en edad escolar en el departamento de Jinotega, en el municipio de San Rafael del Norte, cada 3 meses están dando resultado o si deben mejorarlo, les servirá para determinar si la forma de aplicación es la más adecuada, si los están poniendo en el tiempo correcto y de esa manera hacer una autoevaluación para fortalecer las acciones que están realizando.

En Nicaragua, no hay un estudio donde se muestre la relación de estas dos variables, hay estudios que científicamente evidencian la acción del flúor en el esmalte en la prevención de caries, pero no un estudio donde ambas variables sean relacionadas, por lo que es de gran importancia este trabajo investigativo.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las caries dentales pueden prevenirse manteniendo de forma constante aplicaciones de fluoruro en la cavidad bucal. Ello puede conseguirse mediante la fluoración del agua potable, la sal, la leche, los colutorios o la pasta dentífrica, o bien mediante la aplicación de fluoruros por profesionales. La exposición a largo plazo a niveles óptimos de fluoruros reduce el número de caries tanto en los niños como en adultos.

En las comunidades y casco urbano de San Rafael del Norte, la población no posee agua potable con un valor óptimo de flúor según la OMS, (2002), para la prevención de caries dental. El agua que consumen sus habitantes proviene de pozos, manantiales, ojos de agua y tanques de almacenamiento; sin embargo, estas aguas de consumo no contienen la cantidad del mineral flúor necesario para prevenir y evitar la caries dental. (OMS, Flúor en el agua de consumo, 2002)

Por esta razón la progresión de caries dental y mutilación de piezas dentales a temprana edad viene a ser un problema de salud pública en este municipio. De esta manera nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Cuál es la correlación del flúor en agua potable y caries dental en el departamento de Jinotega, en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6-12 años, Enero-Agosto 2019?

V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Analizar el flúor en agua potable y caries dental en el departamento de Jinotega, en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6- 12 años, Enero-agosto 2019.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer la concentración natural de flúor en agua potable en los diferentes abastecimientos en el municipio de San Rafael del Norte.
2. Determinar la prevalencia de caries en la dentición mixta en escolares de 6-12 años por medio de CPOD – CEO según edad, sexo y comunidad.
3. Correlacionar caries dental con el nivel de concentración de flúor en agua potable encontrado en fuentes de abastecimientos y casas de San Rafael del Norte.

VI. MARCO TEORICO

6.1 Demografía del municipio de San Rafael del Norte

El municipio está ubicado territorialmente a una distancia de 120 km de la ciudad de Managua y 18 km de la ciudad de Jinotega, con una población de 17.789 Habitantes. (DB-City, 2020)

6.1.2 Límites territoriales del municipio de San Rafael del norte

El municipio de San Rafael del Norte pertenece al departamento de Jinotega. Está ubicado entre las coordenadas 13°12' de latitud norte y 86° 06' de longitud oeste, a 185 kms. de Managua, limitando al norte con San Sebastián de Yalí y Santa María de Pantasma, al sur con La Trinidad – Jinotega, al este con Santa María de Pantasma – Jinotega y al oeste con La Concordia y San Sebastián de Yalí. Cubre una extensión territorial de 241.06 Km². El clima en el municipio se caracteriza por ser de sabana tropical de altura, la temperatura promedio anual es de 21° llegando hasta los 100 C en los meses de noviembre y diciembre. (INIDE-MAGFOR , 2013)

6.1.3 San Rafael del norte, barrios:

Distrito I, II, III, IV Y V.

6.1.4 Comarcas:

Micro región I: El coyol; Cerro grande; La flor; Santa Martha; Santa María; Chaguitones; San Francisco; La estación; Los cerrones; El plantel; Las lajas; Sotana; Rio negro.

Micro región II: El pencil; El aguacatal; Los horcones, Los potrillos.

Micro región III: Cerro grande; La canasta; Rinconada; La brellera; El vallecillo; La tejera.

Micro región IV: Sabana grande, Cuatro esquinas; San Gabriel; Los encuentros; Mesa del ocote; La joya.

Micro región V: Suni; El espino; Los arados; Los cerritos; La ermita; San marcos de arriba, El zapote, Namanji, Granadillo; Colon abajo.

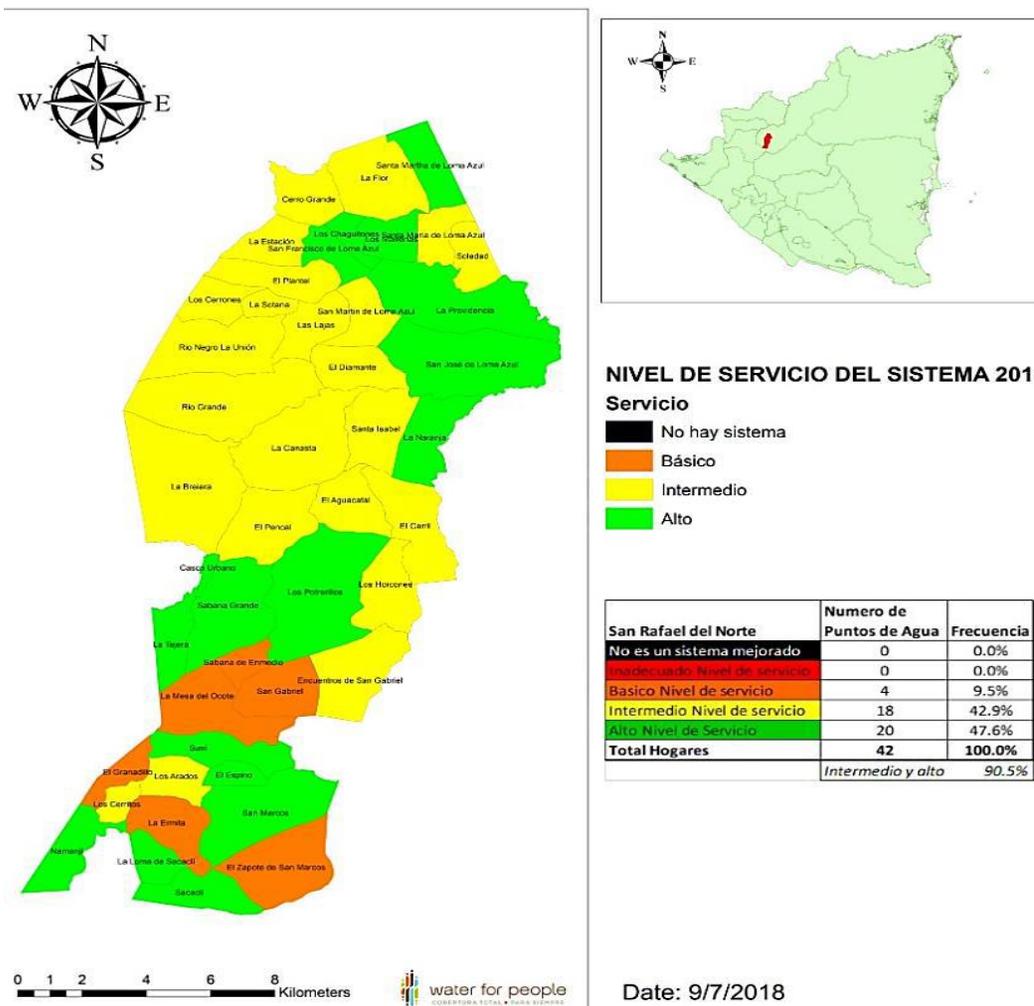
Micro región VI: Sacacli; Santa Bárbara.

Micro región VII: San Martin; Providencia; Soledad; San José; El diamante; Santa Isabel; La naranja. (INIDE, 2008)

6.1.5 Mapa de las regiones del municipio de san Rafael del norte y los niveles de servicio de agua potable:

CLASIFICACION DE LOS NIVELES DE SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE.

MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL NORTE



Fuente: Alcaldía de san Rafael del norte.

6.2 Agua

6.2.1 Concepto

Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos. (Real Academia Española)

6.2.2 Composición

El agua está formada por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O) unidos mediante sendos enlaces covalentes, de manera que la molécula tiene una forma triangular plana. Es decir, los átomos de hidrógeno y oxígeno están separados entre sí aproximadamente 0,96 Angstroms (más o menos un nanómetro – una milmillonésima de metro) y el ángulo que forman sus líneas de enlace es de unos 104,45 grados. (Calleja, 2009)

6.2.3 Propiedades del agua

El agua tiene unas propiedades específicas que la convierten en un elemento idóneo para la vida:

Polaridad: sus moléculas son polares (zonas de carga positiva y zonas de carga negativa) lo que convierte al agua en un excelente disolvente de sustancias también polares. De ahí que reciba el nombre de “disolvente universal”, aunque, precisamente por esta propiedad, no sea capaz de disolver sustancias apolares, como grasas y aceites. (Stumm, Diciembre 2012)

Calores específicos de vaporización y fusión: la cantidad de calor necesaria para evaporar, fundir o calentar el agua es más elevada que en otras sustancias. Esto hace que el agua sea un buen almacenador de calor, ayudando así a regular la temperatura del planeta y de los organismos vivos.

Cohesión: una repercusión importante de la polaridad es que las moléculas, al atraerse entre sí, se mantienen como enlazadas unas con otras, lo que tiene gran interés en fenómenos como el ascenso de la savia en los vegetales o el movimiento del agua en el suelo.

Densidad: la densidad del agua es de 1kg/l, si bien va aumentando según disminuye la temperatura, alcanzando su máxima densidad a los 4°C. A partir de aquí, según va bajando la temperatura, comienza a disminuir la densidad, provocando que el hielo flote en el agua. Esto hace que cuando un lago o el mar se congelan, la capa de hielo flote en la superficie y aísle al resto de la masa de agua impidiendo que se hiele.

6.2.4 Propiedades químicas

La fórmula química del agua es H₂O, un átomo de oxígeno ligado a dos de hidrógeno. La molécula del agua tiene carga eléctrica positiva en un lado y negativa del otro. Debido a que las cargas eléctricas opuestas se atraen, las moléculas del agua tienden a unirse unas con otras. (Stumm, Diciembre 2012)

El agua es conocida como el “solvente universal”, ya que disuelve más sustancias que cualquier otro líquido y contiene valiosos minerales y nutrientes.

El potencial de hidrógeno (pH) es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El agua pura tiene un pH neutro de 7, lo que significa que no es ácida ni básica.

Reacciona con los óxidos ácidos (compuesto químico binario que resulta de la combinación de un elemento no metal con el oxígeno); reacciona con los óxidos básicos (combinación de un elemento metálico con el oxígeno); reacciona con los metales; reacciona con los no metales; se une en las sales formando hidratos. (Stumm, Diciembre 2012)

6.2.5 Tipos de Agua

Existen diferentes tipos de agua de acuerdo a su procedencia, características físico-químicas y usos.

Por procedencia:

- **Agua subterránea:**

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el

agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- **Agua superficial:**

Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales. Fluye o se almacena en la superficie del terreno, y se considera de utilidad.

- **Agua fósil**

Agua subterránea que ha permanecido por miles o millones de años retenida en las rocas sedimentarias desde su formación.

Por características físico químicas:

- **Agua mineral**

Agua procedente de un manantial que no tiene residuos orgánicos y contiene sales minerales disueltas.

- **Agua destilada**

Agua en la que no se encuentra ninguna sal diluida, pues ha sido purificada o limpiada mediante destilación.

- **Agua dulce**

Agua con baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada para producir agua potable.

- **Agua salada**

Agua en la que la concentración de sales minerales es relativamente alta (35 gramos por litro). Se puede encontrar en los océanos y mares de la Tierra.

- **Agua salobre**

Tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar; puede resultar de la mezcla de agua de mar con agua dulce, como ocurre en estuarios, deltas o en algunos acuíferos fósiles.

- **Agua dura**

Agua que contiene cantidades relativamente grandes de sales disueltas, principalmente de calcio y magnesio.

- **Agua blanda**

Agua en la que se encuentran disueltas mínimas cantidades de sales, tiene menos de 0.5 partes por mil de sal disuelta.

Por usos:

- **Agua potable**

Definida por la OMS y la UNICEF como el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar. Se considera que se tiene acceso al agua potable, cuando la fuente de la misma se encuentra a menos de 1 kilómetro de distancia del lugar de utilización. Y que existe un acceso óptimo cuando se dispone de al menos 100 litros diarios para cada miembro de la familia.

- **Agua potable salubre**

Es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la Organización Mundial de la Salud o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable. (JAPAC, 2015)

- **Aguas claras o aguas de primer uso**

Aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales, que no han sido usadas previamente.

- **Aguas residuales, negras o servidas.**

Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

- **Agua estancada**

Es el agua que queda atrapada en la superficie del suelo porque está saturado o porque es impermeable y no hay suficiente desnivel para que escurra. Si contiene una cantidad importante de materias orgánicas y nutrientes los microorganismos proliferan hasta acabar con todo el oxígeno disuelto en el agua. Cuando esto ocurre, proliferan otros microorganismos que pueden vivir sin oxígeno y utilizan otras sustancias para respirar. El agua estancada tiene un típico olor a “podrido”, debido a la emisión de gases como sulfuros, metano e hidrógeno, producto de la respiración anaerobia de dichos microorganismos. (JAPAC, 2015)

6.3 Flúor

6.3.1 Definición

El flúor (F-) es el primer elemento de la familia de los halógenos y el elemento químico más reactivo. El término "fluoruro" hace referencia a los compuestos que contienen el ion flúor (F-) como sal del ácido fluorhídrico y "fluoruros" hace referencia a los compuestos que contienen fluoruro, ya sean orgánicos o inorgánicos. (Martínez E. , 2008)

Es necesario entender que el flúor no se puede encontrar como tal en la naturaleza. Sin embargo, los fluoruros están en todas partes: en el suelo, el aire, el agua así como en las plantas y los animales. Éstos se liberan en el medio ambiente de manera natural a través de la meteorización y disolución de minerales, las emisiones de volcanes y los aerosoles marinos. (Martínez E. , 2008)

6.3.2 Metabolismo del Flúor

La mayoría del conocimiento presente sobre el metabolismo de los fluoruros proviene de estudios en animales y adultos jóvenes. Se maneja que en ausencia de altas concentraciones de Ca y otros componentes de la dieta con los cuales éste formaría compuestos insolubles,

alrededor del 75-90% del fluoruro que es ingerido se absorbe en la mucosa gastrointestinal. El nivel de fluoruro se empieza a elevar en plasma 10-30 min luego de su ingestión. Este F no se une a proteínas u otros componentes del plasma, membrana celular o estructuras celulares; sin embargo, está presente en el fluido extracelular de tejidos blandos donde se establece una relación estable y estacionaria con la concentración en plasma. Esto significa que mientras la concentración extracelular en un momento determinado en cualquier tejido (excepto el riñón) es menor que en el plasma, ésta relación puede cambiar rápidamente y en proporción con relación a la del plasma, por lo que la relación concentración tejido-plasma se mantiene relativamente constante en el tiempo. La cantidad remanente de F- que no es absorbida en el estómago, será absorbida en el duodeno e intestino delgado superior. (Rojas, 2007)

Es importante mencionar que la concentración de flúor depende de la ingesta y depuración plasmática. El ácido fluorhídrico (HF) atraviesa fácilmente la membrana de las células epiteliales, penetrando al interior de las células donde se disocia en iones fluoruro e hidrogeniones, los cuales lesionan estructuras y alteran funciones celulares. (Whitford, 1982)

La cantidad de fluoruro que es absorbido en el tracto gastrointestinal pasa al compartimiento central, el plasma. Se considera el compartimiento central ya que es allí desde y hacia el cual debe pasar el F- para su posterior distribución y eliminación. Los dos destinos más importantes cuantitativamente son la fijación en los tejidos calcificados y la excreción urinaria. Diferentes estudios afirman que aproximadamente 50% de la cantidad de F absorbido se excreta en las 24h siguientes a su ingestión y el 50% restante se fija en tejidos calcificados. Estas fracciones pueden variar considerablemente dependiendo de diferentes variables. El F- absorbido puede intercambiarse isoiónicamente con iones F- o heteroiónicamente con otros aniones disponibles en el fluido extracelular. A largo plazo, el F- que se encuentra en las zonas más profundas del hueso se puede liberar durante el proceso de remodelado óseo por lo que se ha postulado que si la ingestión promedio del ión aumentara o disminuyera crónicamente, las concentraciones de F- en los tejidos calcificados reflejarán dichos cambios. La vía más importante de eliminación de F- es la

excreción urinaria y por vía fecal se elimina no más de 10% del F ingerido, siendo el porcentaje de F- excretado por sudor muy pequeño.

A manera de resumen diremos que el flúor actúa de tres maneras distintas que son las siguientes:

- Fomentando la remineralización en la superficie del cristal.
- Inhibiendo la desmineralización en las superficies del cristal dentro del diente.
- Reduciendo sustancialmente el metabolismo bacteriano. (Yuritzi Figueroa, 2015)

6.3.3 Vías de administración del flúor

Como ya se mencionó, la primera labor tendiente a reducir la caries dental mediante fluoruros fue a través de su incorporación al agua de consumo. Quien orquestó la referida labor fue Trendly Dean, quien concluyó que 1 ppm era la concentración ideal capaz de reducir la caries dental y al mismo tiempo, evitar que se produjera fluorosis dental. Esto tuvo lugar en la ciudad de Grand Rapids, Michigan, Estados Unidos, Siendo la primera entidad que recibiera flúor en el agua de consumo en el año de 1945. (Yuritzi Figueroa, 2015)

En sal

Un medio distinto que se ha utilizado para fluorizar a la población es mediante la incorporación de flúor a la sal de consumo.

Distintas investigaciones han demostrado que añadir flúor a la sal de consumo en una concentración de 200-250 mg/kg reduce de manera significativa los niveles de caries dental en la población. (Yuritzi Figueroa, 2015)

En leche

La incorporación de flúor a la leche ha demostrado su capacidad para reducir los niveles de caries dental. A diferencia de los métodos anteriores, esta no cuenta con suficientes estudios que avalen los efectos que produce la leche fluorada; sin embargo, los especialistas

asumen que la leche fluorada es benéfica para los niños en la edad escolar. En especial para la dentición permanente.

Suplementos de flúor en tabletas y gotas

Los suplementos de flúor normalmente se han comercializado en tabletas de 1.0mg, 0.5mg o 0.25mg., gotas de 0.25mg o 0.125mg, Ha llamado la atención de los especialistas que el uso de tabletas y gotas en poblaciones que no reciben flúor de otras fuentes, haya logrado una disminución significativa de los niveles de caries.

Pese a que en un inicio, la introducción de tabletas y gotas de flúor se dirigió al efecto pre eruptivo de esta sustancia, hoy en día se sabe que su efecto es más tópico y se produce cuando el contenido de las tabletas y gotas permanecen en los fluidos de la boca. (Yuritz Figueroa, 2015)

En geles y espumas

Bien vale la pena indicar que tanto geles como espumas han demostrado una reducción significativa en los niveles de caries dental. Los geles de flúor fueron desarrollados para que, aprovechando su textura, fueran arcadas completas en una cubeta.

Técnica de aplicación de geles y espumas fluoradas:

- Profilaxis dental
- El paciente debe estar sentado
- Advertir al paciente y cuidar que no trague el gel
- Usar como máximo 2ml de gel por cubeta
- Usar cubetas de tamaño apropiado al paciente
- Utilizar succión durante y después del tratamiento
- Remover el exceso de gel de los dientes con una gasa después de haber removido las cubetas.
- Hacer que el paciente escupa repetidamente después del tratamiento

- Una vez que ha concluido el tratamiento, es recomendable que no se ingieran alimentos sólidos o líquidos, ni enjuagarse la boca después de 30 minutos. (Yuritzi Figueroa, 2015)

Barnices

Estos fueron desarrollados en Europa en la década de 1960. A lo largo de los años, han demostrado una gran efectividad en la prevención de caries, tanto en la dentición decidua como la permanente. También han demostrado un alto grado de efectividad en pacientes con alto riesgo de caries dental.

Las principales ventajas de los barnices fluorados son las siguientes:

- La capacidad que tiene para adherirse a las superficies dentales, con lo cual se prolonga el tiempo de contacto entre el material y el esmalte, generando una mayor liberación de flúor y con mayor duración.
- Su seguridad, puesto que normalmente se usan 0.3- 0.5 mg de flúor.
- Sus propiedades físicas evitan que el pequeño ingiera gran cantidad del producto.

La técnica de aplicación y sus recomendaciones:

- Profilaxis dental opcional.
- Se colocan 1 o 2 gotas de barniz de flúor en un recipiente de plástico
- Se deben secar los dientes postero-superiores con una gasa para luego pincelarlos con el barniz
- Hay que continuar con los dientes anterosuperiores y posteriormente, los inferiores.
- Una vez que se ha concluido el pintado de los dientes, el paciente puede cerrar la boca. Recordemos que el barniz se seca al contacto con la saliva.
- El paciente puede tomar un sorbo de agua.

- El paciente debe evitar el cepillado de dientes al menos, hasta el día siguiente, con el propósito de evitar que se elimine la capa de barniz de flúor aplicado. (Yuritzi Figueroa, 2015)

Enjuagatorios

Los enjuagatorios de flúor han sido utilizados durante algunas décadas para la prevención de la caries. Existen dos tipos de enjuagatorios disponibles, que son los siguientes:

- Enjuagatorios de NaF una vez por semana (0.2% NaF)
- Enjuagatorios de NaF una vez al día (0.05%)

Algunos estudios sugieren que los enjuagatorios con fluoruros de sodio tienen un efecto anti caries en niños con exposición limitada al flúor.

Las recomendaciones para su aplicación son las siguientes:

- Se debe limitar su uso a personas que sepan enjuagarse y escupir.
- Los enjuagatorios de fluoruro de sodio deben usarse preferentemente en las noches, antes de acostarse.
- Previo al uso de enjuague bucal, las personas deben cepillarse los dientes.
- No se debe enjuagar la boca con agua.
- Se debe evitar la ingestión de alimentos después del enjuague bucal.

Pastas dentales fluoradas

Los parámetros que utiliza la Asociación dental americana para evaluar las pastas dentales que contienen flúor son las siguientes.

- Cantidad de flúor.
- Fluoruro disponible en muestras frescas y antiguas.
- Tasa de liberación de flúor en un minuto en muestras frescas y antiguas.
- Biodisponibilidad en esmalte desmineralizado. (Yuritzi Figueroa, 2015)

6.3.4 Niveles de fluoruros en diferentes áreas.

El promedio de los niveles de fluoruros en aguas superficiales es cerca de 0.2 partes de fluoruro por millón de partes de agua. Los niveles de fluoruros en aguas de manantial generalmente varían de 0.02 hasta 1.5 ppm, pero a menudo sobrepasan 1.5 ppm en áreas del suroeste de los Estados Unidos. Muchas comunidades añaden flúor a sus suministros de agua; el nivel de flúor que se recomienda es alrededor de 1 ppm. En los Estados Unidos, aproximadamente 15,000 sistemas de agua que sirven a cerca de 162 millones de personas contienen niveles óptimos de flúor entre 0.7 y 1.2 ppm, ya sea como resultado de condiciones naturales o de ajustes artificiales. (ATSDR, 2003)

6.3.5 Acción Antibacteriana

Aún más, los fluoruros han sido reconocidos por mucho tiempo como inhibidores enzimáticos, uno de los mecanismos por los cuales se trata de explicar el efecto anticariogénico de los fluoruros. El pH intracelular de las bacterias se considera mayor que la del ambiente extracelular. Si el pH de un medio que contiene F⁻ disminuye, algunos de los iones F⁻ son convertidos en la molécula no-ionizable HF (ácido fluorhídrico) los cuales difunden hacia la célula debido a que la membrana celular es permeable a este compuesto. Esta es una explicación de la gran sensibilidad de las bacterias a los fluoruros a pH bajos. Cuando el HF entra a la bacteria, ese espacio intracelular posee un mayor pH que el externo, por lo que el HF se ioniza y tenemos nuevamente H⁺ y F⁻ lo que acarrea tres consecuencias: a) baja la concentración de HF en la bacteria, manteniéndose un gradiente de concentración que impulsa la entrada de HF; b) incrementa la concentración intracelular del ion F⁻ el cual inhibe a la enzima enolasa; c) incrementa la concentración de H⁺ la cual disminuye el pH intracelular inhibiendo muchas enzimas bacterianas.

Luego, el sitio de mayor inhibición del F en las bacterias es la enzima enolasa de la vía EmdenMyerhof, enzima que convierte el fosfoglicerato (PG) a fosfoenolpiruvato (PEP). Cuando esta reacción es bloqueada se acumula el PG y no se forman los productos de la cadena, PEP y ácido láctico. Esto trae diferentes consecuencias a la bacteria: la disminución en la formación de ácidos por parte de la bacteria disminuye la habilidad de ésta para producir caries; en muchas bacterias la incorporación de glucosa requiere la presencia de

fosfoenolpiruvato (del sistema de las fosfotransferasas) por lo que se reduce su entrada; algunas bacterias incorporan glucosa a través del sistema ATPasas de membrana. La incorporación de este último mecanismo depende de la habilidad de las bacterias de extruir protones, lo cual es controlado por enzimas sensitivas al fluoruro, las ATPasas translocadoras de protones de las cuales Psarros y col. (1990), reportan son inhibidas por concentraciones muy pequeñas de F presentes en el fluido de la placa. Por lo tanto, los fluoruros, al reducir la producción de PEP e inhibir la extrusión de protones interfieren con la incorporación de glucosa a la bacteria por mecanismos independientes, lo que trae como consecuencia la disminución pronunciada de la actividad metabólica de la bacteria y su posible muerte. (Rojas, 2007)

6.3.6 Funciones y beneficios

El fluoruro previene contra las caries de dos formas:

- Se concentra en los huesos y en los dientes en desarrollo de los niños y fortalece el esmalte de los dientes de bebés y adultos antes de que erupcionan.
- Ayuda a endurecer el esmalte de los dientes adultos que ya han erupcionado.
- Trabaja en los procesos de desmineralización y remineralización que naturalmente ocurre en la boca.
- Después de comer, la saliva contiene ácidos que ocasionan la desmineralización: una disolución del calcio y el fósforo que se encuentra debajo de la superficie dental.
- En otros momentos (cuando la saliva es menos ácida) hace exactamente lo opuesto, repone el calcio y fósforo que conservan la fortaleza de los dientes. Este proceso es provocado por la remineralización. Cuando el fluoruro está presente en la remineralización, los minerales depositados son más duros y ayudan a fortalecer sus dientes evitando la disolución que se produciría en la próxima fase de desmineralización.

6.3.7 Toxicidad del flúor

Se tiene que la exposición crónica a los fluoruros provoca varias respuestas de células o tejidos. Tal vez la célula más sensible del organismo al fluoruro es el ameloblasto, pues las funciones fisiológicas normales de esta célula pueden ser perturbadas con 1 ppm o más, de flúor en el agua de consumo, en la sal o en tabletas y se evidencia con una fluorosis dental endémica con más de 1.1 ppm, de flúor diariamente. Al aumentar la exposición crónica al flúor se va involucrando más cantidad de tejidos.

Entonces la dosis óptima del flúor para prevención de caries se encontró y comprobó después de estudios clásicos realizados en Grand Rapids, Newburgh-Kingston, Evanston, Brantford, Ontario y los que efectuó, durante 21 años, Trendly Dean, en más de 20 ciudades norteamericanas que tenían 18 altas, medianas y bajas dosis de flúor natural en las aguas que surtían a sus acueductos. Esa dosis para Estados Unidos fue de 1 ppm y puede ser aplicable para países de igual desarrollo nutricional, peso y estatura que el promedio de la población estadounidense. Para países de menor desarrollo la dosis ideal puede ser entre 0.6 a 0.9 ppm., dependiendo del grado de nutrición, del volumen en el consumo de agua y del clima o temperatura imperante. (Ponce & Maribé, 2015)

En resumen, se encontró que la toxicidad crónica por ingestión de altas dosis de flúor a través de los fluoruros, cuando se ha ingerido desde la gestación o el nacimiento hasta los 15 años, es la siguiente: fluorosis dental más de 1 ppm.; fluorosis ósea más de 2 ppm.; osteoesclerosis más de 6 ppm.; fluorosis anquilosante más de 20 ppm.; alteraciones tiroideas más de 50 ppm. Y retraso en el crecimiento, más de 100 ppm. (Ponce & Maribé, 2015)

Así que la intoxicación crónica no es letal, no produce muerte. Los dientes con fluorosis no tienen tratamiento que haga reversible la patología y solamente se pueden tratar con cosmética dental, bien sea colocándole resinas que mimeticen su coloración pardusca o blanquizca o corona de acrílico o porcelanas.

Es posible una intoxicación aguda con flúor y fluoruros y la posibilidad de morir por ingestión de flúor cuando se maneja directamente en el laboratorio o se ingiere cierta cantidad de un compuesto fluorado.

En el laboratorio es el único lugar donde se puede aislar y obtener flúor en estado puro, gaseoso, pues en la naturaleza nunca se encuentra en estado puro: siempre se encuentra asociado con otros minerales, como compuesto de fluoruro, especialmente con el calcio y el fósforo. De tal manera que una exposición aguda o crónica al flúor en dientes en desarrollo origina alteraciones importantes en la amelogénesis, concretamente en la actividad del ameloblasto secretor. Al parecer, el mecanismo es la degradación alterada de la amelogenina por las proteasas en la fase de maduración y formación del esmalte. Esto da origen a la retención de la amelogenina y a la formación de áreas de esmalte irregular.

Estructuralmente, se observa una capa hipermineralizada externa y una capa hipomineralizada ubicada más internamente en el esmalte. 19 Estudios han demostrado que la dentina incrementa su grado de mineralización. Desde el punto de vista clínico se observa un esmalte moteado que, aunque poco estético, es resistente a la caries, al estar constituido los cristales por fluorapatita, denominándose a este proceso: fluorosis dental. (Ponce & Maribé, 2015)

6.3.8 Parámetros de concentración de flúor en agua potable

La OMS recomienda el valor de referencia para fluoruro en el agua potable es de 1,5 mg/l. 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, 2002)

Para prevenir las caries dentales, el Servicio de Salud Pública (PHS) ha recomendado desde el año 1962 que los suministros de agua pública contengan una concentración de fluoruro entre 0.7 y 1.2 mg/L. Los científicos del PHS que representan a los Institutos Nacionales de Salud, a los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades, la FDA, la ATSDR y otras agencias gubernamentales llevaron a cabo el año 1991 una extensa evaluación de la literatura biomédica mundial acerca de los riesgos y beneficios del fluoruro. El estudio del

PHS establece que el fluoruro en el agua potable reduce considerablemente las caries dentales. (ATSDR, 2003)

El nivel de fluoruro suplementado en el agua debe determinarse según la temperatura media anual de la región. En países de clima templado, con temperaturas anuales más bajas, la ingesta diaria de agua es menor, lo inverso ocurre en países tropicales como Brasil. Los estudios pioneros de fluoración realizados en los Estados Unidos y Europa indicaban el nivel de fluoruro de 1 ppm de fluoruro como adecuado (“optimo”) para prevenir la caries, manteniendo los índices de fluorosis en aceptables desde el punto de vista estético. Utilizando una fórmula de conversión que consideraba la temperatura media anual, la concentración optima de 0.7 ppm (0.6-0.8 ppm) fue establecida como ideal para la mayoría de las regiones de Brasil considerando la mayor ingesta de líquidos debido a las mayores temperaturas. (Silva, 2008)

En este estudio se toma de referencia los rangos del libro tratado de odontopediatria tomo 1 donde se establece que la dosis terapéutica para que el fluoruro en agua potable sea efectivo frente a la caries dental es de 0.7 ppm (Silva, 2008). No se puede elegir un solo valor dado que está a disposición de la variabilidad de factores entre ellos el clima.

6.4 Caries Dental

6.4.1 Concepto

“Es una enfermedad de los tejidos calcificados del diente provocada por los ácidos que resultan de la acción de microorganismo sobre los hidratos de carbono” (Barrancos, 2006).

La caries dental es una de las enfermedades más antiguas de la humanidad. Constituye una de las causas principales de pérdida dental, y además puede predisponer a otras enfermedades. (Higashida, 2009)

6.4.2 Etiología

La etiopatogenia de la caries dental fue propuesta por W. Miller en el año 1882; donde el factor más importante de esta enfermedad era la capacidad que tenían las bacterias de producir ácidos a partir de hidratos de carbono contenidos en la dieta. (Negroni, 2009)

Paul Keyes en 1960, de forma teórica y experimental, estableció que la etiopatogenia de la caries obedece a la interacción simultánea de tres elementos o factores principales: Un factor Microorganismo que en presencia de un factor sustrato logra afectar a un factor diente (también denominado hospedero).

La representación esquemática de estos tres factores básicos se conoce como Triada de Keyes, (Negroni, 2009). König manifestó que si estos factores que conforman la triada, permanecían durante un período breve, la enfermedad cariosa no se producirá, en el cual agregó el factor tiempo donde se observarán las distintas interrelaciones de estos, así como diversas variables e interacciones que incidan en la modificación de este proceso. (Barrancos, 2006)

6.4.3 Microbiología de la caries dental

Una vez establecida la película adquirida y con una falta de higiene oral adecuada, se depositan las primeras colonias bacterianas específicas. El primero en colonizar es especialmente el *Streptococcus sanguis*. La existencia de cargas negativas sobre las bacterias y las glucoproteínas dificulta la unión entre ambas pero los iones de calcio presente en la saliva pueden neutralizar las cargas y actuar como puentes entre la película y las bacterias para formar agregados de glucoproteínas y calcio. El papel del *S. mutans* en esta fase es variable ya que se encuentra en bajo número o ausente. Esta situación inicia con la escasa presencia de sacarosa en el medio bucal. (Barrancos, 2006)

Al principio la biopelícula está formada por cocos Grampositivos, pero con posterioridad se desarrolla una compleja población de cocos, bacilos y filamentos Grampositivos. (Barrancos, 2006)

Las condiciones acidogénicas creadas por los colonizadores primarios facilitan el desarrollo de diferentes microorganismos, como *Veillonella* y *Lactobacillus*, que prefieren un medio ácido para su desarrollo. Al producirse el aumento de grosor de la biopelícula con la incorporación y proliferación de diversos microorganismos, el continuo depósito de glucoproteínas salivales y producción de mutano permite la maduración bacteriológica y estructural. Por lo tanto estos microorganismos requieren, para persistir, energía, que es tomada de los hidratos de carbono fermentables provenientes de la dieta. (Barrancos, 2006)

Streptococcus sanguis también se asocia con caries de superficies libres, puntos y fisuras, y se considera dentro del grupo *oralis*.

Streptococcus salivarius puede producir lesiones semejantes a caries *in vitro*, pero es muy baja su frecuencia en la biopelícula o placa dental.

Los lactobacilos se consideran invasores secundarios. Son grandes productores de ácido láctico y se encuentran entre las bacterias más acidófilas que se conocen. Son capaces de producir ácidos en un PH muy bajo (acidúrico).

No obstante, esta es una característica cariogénica; *los Lactobacilos* tienen poca afinidad por las superficies dentarias y en consecuencia no se les involucra en el comienzo de la caries de esmalte; sin embargo, son los primeros implicados en el avance de la caries de dentina. Actúan como invasores secundarios que aprovechan las condiciones ácidas y la retentividad existente en la lesión cariosa.

Depende de la acción previa de los *Streptococcus* del grupo *mutans*. La detección de una alta concentración de Lactobacilos en la saliva funcionaria como un excelente indicador del riesgo de progresión de las caries iniciales existentes. *L. Casei* y algunos *Actinomyces* tienen la capacidad para fermentar el sorbitol y el manitol. Se sabe que la restricción rigurosa del consumo de hidratos de carbono en general disminuye en forma considerable la actividad cariosa y el número de Lactobacilos presentes en la saliva. (Barrancos, 2006)

Otros microorganismos como *Neisseria*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Rothia* y *Propionibacterium* tienen poco potencial acidógeno y acidotolerante, por lo tanto, tienen un bajo potencial cariogénico. (Barrancos, 2006)

6.4.4 Diagnóstico de la caries dental

Existen diferentes métodos, en el cual, los Odontólogos realizan el diagnóstico, prevención y manejo de las lesiones cariosas. Sin embargo, en los últimos años han comenzado a aplicarse nuevas técnicas diagnósticas que permiten practicar en cada paciente, múltiples estudios que incrementan la posibilidad de detectar esta enfermedad. (Martínez & Suarez , 2006)

6.4.5 Descripción e indicaciones de las técnicas de diagnóstico de la caries

La Exploración clínica los hallazgos serán diferentes en función del estadio en el que se encuentre la enfermedad, pudiendo observarse desde cambios de coloración en las lesiones incipientes hasta cavidades en el esmalte y dentina en lesiones severas. Consta de una inspección visual-táctil que depende de la evaluación de los cambios en la translucidez del esmalte, es decir, la pérdida del brillo y el aspecto opaco. También podemos evaluar las pigmentaciones, la localización y la presencia o no de tejido blando o los cambios en la textura del esmalte resultante del grado de desmineralización. Este último se ha señalado como el indicador más válido de caries activa. Durante los últimos años ha habido controversia con respecto al uso del explorador en el diagnóstico de esta patología. Históricamente, el explorador se consideró como una herramienta para el diagnóstico de caries, no obstante, a la luz de los conocimientos actuales en relación a la lesión inicial, una pequeña fuerza ejercida con este instrumento de punta aguda podría provocar un daño al tejido de la zona superficial, como consecuencia se convierte una mancha blanca en una lesión cavitada. En una manera conveniente el explorador de punta aguda, no debe ser usado para el diagnóstico de lesiones iniciales de superficie lisas, de puntos y fisuras, (Martínez & Suarez , 2006).

6.4.6 Epidemiología

A nivel mundial, se calcula que el 90% de los niños y adultos tienen caries. Es la enfermedad más prevalente en los países de América Latina, los países de Oriente Medio y Asia del Sur, y por lo menos prevalente en China. En los Estados Unidos, la caries dental es la más común y crónica enfermedad de la niñez, siendo por lo menos cinco veces más común que el asma; es la principal causa patológica de la pérdida de dientes en los niños. (Yenni, 2012)

El número de casos ha disminuido en algunos países desarrollados, y este descenso se suele atribuir a que cada vez es mejor la higiene oral y a las prácticas de las medidas de prevención como el tratamiento de fluoruro. Sin embargo, los países que han experimentado una disminución general en los casos de caries en los dientes tienen una gran disparidad en la distribución de la enfermedad. Entre los niños en los Estados Unidos

y Europa, un veinte por ciento de la población sufre sesenta-ochenta por ciento de los casos de caries dental. Una distribución similar sesgada de la enfermedad se encuentra en todo el mundo con algunos niños que tienen ninguna o muy pocas caries y otros que tienen un número alto. Australia, Nepal, y Suecia, tienen una baja incidencia de casos de caries dental en niños, mientras que los casos son más numerosos en Costa Rica y la República Eslovaca (Yenni, 2012).

6.4.7 Desmineralización - Remineralización

Al comenzar la desmineralización, el esmalte ya no es el material sólido y amorfo que experimentan disolución irreversible, sino una matriz de difusión que se componen de cristales rodeados por una matriz de agua, proteínas y lípidos que equivalen a 10 a 15% del volumen del esmalte; asimismo, poseen conductos relativamente grandes por los cuales pasan en ambas direcciones ácidos, minerales, fluoruros y otras sustancias. (Higashida, 2009)

Los ácidos producidos por la placa dentobacteriana se difunden hacia el esmalte por los conductos mencionados para comenzar la desmineralización bajo la capa superficial. Al mismo tiempo se presenta de remineralización. Los dos fenómenos ocurren de manera simultánea y dinámica. Primero se disuelven los minerales más insolubles, y en consecuencia se forman los cristales más grandes y más resistentes a la disolución. Este proceso es continuo en casi todas las superficies proximales mientras haya iones calcio y fosfato disponibles a partir de la saliva. Incluso la concentración muy reducida de iones fluoruro en el sistema acelera la mineralización y disminuye el índice de desmineralización.

Mientras la capa superficial permanezca intacta, es posible la remineralización del esmalte afectado. Dicha remineralización se ha demostrado mediante recuperación parcial de la dureza del esmalte, aumento de la opacidad a los rayos x por parte del cuerpo de la lesión y por estudios con luz polarizada; sin embargo, llega el momento en que ya no se lleva a cabo. En las lesiones tempranas, a la altura de la zona translúcida, se pierden carbonatos. (Higashida, 2009)

Para iniciar el proceso carioso, la presencia de hidratos de carbono fermentables de la dieta no es suficiente, sino que estos deben actuar durante un tiempo bastante prolongado para mantener un PH ácido constante en la interfaz biopelícula diente-esmalte. Se estima que el tiempo de desmineralización del esmalte por la ingesta de hidratos de carbono es aproximadamente de 20 minutos. Este tiempo es el que se requiere para la recuperación del PH por sobre el nivel crítico de la disolución del cristal de apatita. Todos los métodos que tienden a acortar este tiempo de recuperación del PH normal disminuyen los periodos de desmineralización y favorecen los periodos de remineralización. (Barrancos, 2006)

La lesión cariosa es el resultado de la desmineralización del esmalte durante la exposición al ácido producido por las bacterias y en esas circunstancias los hidrogeniones de la biopelícula dental se difunden en el esmalte. El punto crítico para la desmineralización se encuentra en un PH de 5,5 o 5,6. Cuando las bacterias disponen de sustratos adecuados, pueden producir este medio ácido mientras prosiguen con su actividad metabólica normal. Si se disminuyen los hidratos de carbono ingeridos, los microorganismos pueden utilizar polisacáridos de reserva como dextranos y levanos. Estos son desdoblados por los *Streptococcus* para generar ATP y para también producir sustancias ácidas capaces de desmineralizar los cristales de Hidroxiapatita; de esta manera empieza el proceso carioso. (Barrancos, 2006)

6.4.8 Índices epidemiológicos de la caries dental

Las características de caries dental en niños y adultos pueden ser estimadas a través de la utilización de los índices CPO-D y CEO, de tal manera, estos ofrecen la información necesaria sobre el número de dientes afectados por Caries Dental, y otros datos de interés, los cuales son útiles para la evolución de las condiciones de salud bucal que prevalecen en grupo poblacional.

6.4.9 Índice CPO-D

El índice CPO “es el estudio sobre las caries dental que busca descubrir cuantitativamente el problema de las personas de 6 años en adelante, se utiliza en dientes permanentes” (Klein & Palmer , 1938).

Fue desarrollado por Klein, Palmer y Knutson durante el estudio de las estructuras dentales y la necesidad de la realización de tratamientos a los niños que asisten a escuelas primarias en Hagerstown, Maryland, EE. UU en 1938, el promedio se obtiene de la sumatoria de los dientes permanentes cariados, perdidos y obturados entre el total de individuos examinados. Se consideran solo 28 dientes. Para su mejor análisis e interpretación se debe descomponer en cada una de sus partes y expresarse en porcentaje o promedio. (Piovano & Bordoni, 2010)

Criterios de Índice CPO-D

Dientes Cariados (C= caries): Se registra caries cuando una lesión en un punto o fisura o en una superficie lisa, tiene una inequívoca cavitación, esmalte socavado o piso/pared reblandecidos. *Dientes Obturados(O=obturados):* Se considera cuando una corona está obturada con caries cuando tiene una o más restauraciones permanentes y una o más zonas que están cariadas. Diente *Perdido (P=perdidos):* Se utiliza este código para los dientes permanentes o primarios que han sido extraídos debido a la presencia de caries, incluyendo el registro en el estado de la corona. (Klein & Palmer , 1938)

6.4.10 Índice CEO

El Índice ceo-d, “adoptado por Gruebbel (1944), para la dentición primaria, se obtiene en forma similar al CPO-D, pero considera sólo los dientes primarios cariados, con indicación de extracción y obturados. Se consideran 20 dientes” (Piovano & Bordoni, 2010). El promedio se obtiene de la sumatoria de los dientes deciduos cariados, extracción indicada y obturados entre el total de individuos examinados.

Criterios de Índice CEO

Dientes Cariados (C): Se registra caries cuando una lesión en un punto o fisura o en una superficie lisa, tiene una inequívoca cavitación, esmalte socavado o piso/pared reblandecidos. *Dientes Obturados(O):* Se considera cuando una corona está obturada con caries cuando tiene una o más restauraciones permanentes y una o más zonas que están cariadas. (Piovano & Bordoni, 2010)

Extracción Indicada (E): pieza dentaria indicada para extracción por razones de caries, si presenta destrucción amplia o total de la corona dental asociada a la pérdida de la vitalidad pulpar. (Klein & Palmer , 1938)

La principal diferencia entre el índice CPO y el CEO, es que en este último no se incluyen los dientes extraídos con anterioridad, sino solamente aquellos que están presentes en la boca el (e) son extracciones indicadas por caries solamente, no por otra causa. (Yenni, 2012)

6.4.11 Niveles de Severidad de la prevalencia de caries (de acuerdo al índice CPOD y CEOD, según la OMS)

Menor a 0.1	Bajo riesgo
1.2-2.6	
2.7-4.4	Mediano riesgo
4.5-6.5	Alto riesgo
Mayor a 6.6	

Fuente: (Nación, 2013)

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

La investigación que se realizó es de tipo cuantitativo, descriptivo, de corte transversal y analítico.

Cuantitativa: porque recogió datos numéricos sobre el promedio de flúor en agua y prevalencia de caries dental en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6 a 12 años.

Descriptivo: porque se describió una problemática de salud pública en el municipio de San Rafael del Norte, Jinotega. También para describir asociaciones o relaciones entre las variables seleccionadas.

De corte transversal: porque se logra medir la prevalencia de la caries dental ante la concentración de flúor en un periodo de tiempo determinado, donde la recolección de datos y muestras se hizo en el período comprendido de enero-agosto 2019.

Analítico: porque se correlacionó flúor en agua y caries dental en el municipio de San Rafael del Norte mediante un análisis estadístico; además se procedió al análisis de cada una de las variables, de manera aislada y luego vinculándolas entre sí, para poder llegar a concluir sobre la relación entre ambas. De esta forma se comprendieron las asociaciones entre caries dental y flúor.

Área de estudio

1. Escuelas de primaria del municipio de San Rafael del Norte.
2. Principales sistemas abastecedores de agua del municipio San Rafael del Norte.

Universo

- A. El universo correspondiente a nuestra variable “agua” fueron los 42 abastecimientos de agua identificados (pozos y sistemas de gravedad) en el municipio de San Rafael del Norte.

B. La población o universo lo constituyo los escolares de 15 escuelas de San Rafael del Norte (3,627 niños).

Muestra

Nuestro muestreo fue realizado a través del muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que las unidades muestrales no se seleccionaron al azar, sino que fueron elegidas en base al criterio del investigador, por ende, no todos tuvieron la misma probabilidad de ser seleccionados.

La fórmula que utilizaremos para el cálculo de nuestra población finita sería:

Dónde:

- N = Total de abastecimientos de agua.
- Z_{α} = 1.96 al cuadrado (seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
- d = precisión (se usó un 5%).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Sustituyendo.

42 (3.84) (0.05) (0.95)

Total Muestra: 27 muestras de agua.

0.0025 (42-1) + (3.84) (0.05) (0.95)

Se tomaron en cuenta aquellos recursos hídricos que se encontraron con fácil accesibilidad para la toma de muestra y que abastecen las principales escuelas con mayor número de estudiantes.

Al momento de la recolección de muestras de agua se tuvo dificultades en la accesibilidad en algunos pozos debido a su ubicación geográfica.

En cuantos a los abastecimientos de agua se lograron recolectar 21 muestras que fueron obtenidas de las principales fuentes que abastecen las 9 comunidades en estudio dentro de ellas pozos, sistemas de gravedad, ojos de agua, casas, alcaldía de San Rafael del Norte y escuelas ubicadas en las diferentes comunidades.

Durante la recolección de agua se encontró que el pozo ubicado en San Marcos abastece 2 comunidades (San Marcos de Arriba y San Marcos de Abajo); por cada comunidad se recolecto 2-3 muestras de agua las cuales se procesaron en el laboratorio para valorar la concentración de flúor en ppm, las que posteriormente fueron promediadas para obtener un resultado por comunidad.

Muestra correspondiente a estudiantes de primaria.

Se tomaron en cuenta a los estudiantes que se encontraron presente el día de la evaluación y a los que sus padres autorizaron para la revisión, siendo un total de 348 escolares de primaria los que se revisaron.

Muestra correspondiente a los estudiantes de primaria de las principales escuelas de San Rafael del Norte.

Dónde:

- N = Total de estudiantes de primaria.
- Z_{α} = 1.96 al cuadrado (seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
- d = precisión (se usó un 5%).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Sustituyendo.

$$\frac{3,627 (3.84) (0.05) (0.95)}{0.0025 (728 - 1) + (3.84) (0.05) (0.95)} = \text{Total Muestra: 348 escolares}$$

Variables clínicas

- Edad
- Sexo
- Comunidad
- Índice CPOD
- Índice CEOD

Variables en Fuentes de agua

- Concentración de flúor en agua
- Tipo de fuentes de agua

Unidad de Análisis

Criterios de Inclusión “escolares”

- Escolares de los centros educativos públicos de primaria en los municipios San Rafael del Norte.
- Escolares de 6-12 años de edad.
- Escolares que desearon participar en la revisión para el llenado del formato de evaluación.
- Escolares en el que los padres autorizaron la revisión bucal de sus hijos.
- Escolares que estuvieron presentes en el momento de la revisión bucal.

Criterios de Inclusión “agua”

- Principales fuentes de agua potable ubicadas en el municipio de San Rafael del Norte.
- Fuentes de agua potable previamente autorizados para su estudio.
- Fuentes de agua potable que estén en funcionamiento ubicados en el municipio de San Rafael del Norte

- Fuentes de agua potable con fácil acceso geográfico.

Criterios de Exclusión “escolares”

- Escolares que no pertenecen a las escuelas públicas de primaria en los municipios de San Rafael del Norte.
- Escolares que no desearon participar en la revisión para el llenado del formato de evaluación.
- Escolares en el que los padres no autorizaron la revisión bucal de sus hijos.
- Escolares que no estuvieron presentes en el momento de la revisión bucal.

Criterios de Exclusión “agua”

- Fuentes de agua potables que no estén ubicadas en el municipio de San Rafael del Norte.
- Fuentes de agua potables no autorizados para su estudio.
- Fuentes de agua potables que no estén en funcionamiento ubicados en el municipio de San Rafael del Norte
- Fuentes de agua potables que no abastezcan de agua al municipio de San Rafael del Norte.
- Fuentes de agua potable con difícil o imposible acceso geográfico.

Método de recolección de datos

El siguiente estudio consistió en el análisis correlacional de flúor en agua con caries dental, el cual se trabajó con estudiantes de 6-12 años de los centros educativos de San Rafael del Norte, Jinotega.

Se eligió a través del método no probabilístico por conveniencia el total de 348 escolares que fueron seleccionados en base a los criterios de inclusión de las 15 principales escuelas de primaria en el municipio de San Rafael del Norte.

Se solicitó autorización por parte de las autoridades del municipio de San Rafael del Norte que incluyen Alcaldía municipal y MINED, para la autorización del ingreso a las diferentes escuelas.

Se solicitó previamente autorización de los padres de familia, mediante la elaboración del consentimiento informado, de tal manera que este fue revisado y firmado por el tutor correspondiente de cada niño, una semana previa al levantamiento de la muestra en escolares.

Durante la recolección de datos del índice de caries se tuvo dificultades para atender las escuelas ubicadas en soledad 2 y changuitones debido a la dificultad para el acceso vehicular y transporte de los equipos. En total se logró llegar y hacer las revisiones en 8 escuelas las cuales fueron Fray Odorico D Andrea, María Nieves Herrera, profesora Nestora Ortiz Úbeda, el Zapote de San Marcos, San Marcos de abajo, José Mamerto Martínez, la Ermita, los Arados.

Instrumentos para la investigación

- Equipos de diagnósticos (espejo, explorador, pinza)
- Historia clínica
- Campo operatorio
- Abrebocas desechables o depresores de lengua
- Guantes

Materiales adicionales

- Computadora
- Cámara fotográfica

La revisión de los diferentes escolares se realizó mediante el análisis CPOD y CEO de tal manera que se logró describir numéricamente los resultados del ataque de caries en las piezas dentarias permanentes de la población en estudio.

Elegimos este método (aplicación de índices de caries) ya que es el indicador odontológico más utilizado a través del tiempo, facilitando la comparación epidemiológica entre poblaciones de diferentes zonas, así como evaluar la aplicación de las diferentes medidas y métodos de prevención frente a esta patología.

Para llevar a cabo la recopilación de la información se cumplió con el uso de barreras de protección como la gabacha, guantes, gorros, nasobucos. Dentro del instrumental se utilizaron espejos odontológicos, explorador y recursos que nos permitieron garantizar la bioseguridad para el lavado, desinfección y secado del instrumental como: Glutaraldehído. Se contó con un salón de clases acondicionado con mesas forradas con papel kraft, debido a las condiciones que prestan la zona rural de estas comunidades.

Se prosiguió a realizar la examinación de las piezas cariadas mediante el método visual reforzados con instrumentos básicos para la examinación oral, con el llenado de la ficha clínica CPOD Y CEO la cual contuvo los siguientes criterios:

Para el CPOD, en escolares de 12 años que tenían dentición permanente completa.

El C se refiere al número de dientes permanentes que presenta lesiones de caries no restauradas.

El símbolo P se refiere a los dientes permanentes perdidos.

El símbolo O se refiere a los dientes restaurados.

El símbolo D es usado para indicar que la unidad establecida es el diente, o sea, el número de dientes permanentes afectados, en vez de superficies afectadas o número de lesiones de caries existentes en la boca.

Indicadores epidemiológicos de caries dental:

Menor a 0.1	Bajo riesgo
1.2-2.6	
2.7-4.4	Mediano riesgo
4.5-6.5	Alto riesgo
Mayor a 6.6	

Fuente: (Nación, 2013)

CEO: escolares seleccionados con dentición mixta.

Escolares que presentaron dentición mixta, se utilizó el índice CEO para describir la prevalencia de caries en los dientes temporarios, mediante los siguientes indicadores.

El símbolo C significa el número de dientes temporarios presentes con lesiones cariosas y no restauradas.

El símbolo E significa el número de dientes temporarios con extracción indicada.

El símbolo O representa el número de dientes temporarios obturados.

Luego de llenadas las fichas se realizó el ingreso de los resultados y la elaboración de tablas y gráficas elaboradas en el programa SPSS.

Método en agua

A continuación, estaremos describiendo el método de recolección, método de transporte, tipos de recipientes, tiempo de entrega al laboratorio y método de procesamiento de la muestra, con la finalidad de obtener una buena muestra de agua que permita un procesamiento adecuado de la muestra para su posterior análisis de laboratorio, determinando así los niveles de flúor de las diferentes fuentes de agua.

La recolección se realizó en base a nuestra muestra representativa, conformada por un total de 21 principales fuentes de agua de consumo humano que abastecen el municipio de San Rafael del Norte; los diferentes sistemas de agua que incluyen sistemas de drenaje, pozos, grifos domiciliarios y escuelas del municipio de San Rafael del Norte.

Debido a la dificultad en el acceso a los caminos se lograron recolectar 21 muestras que fueron obtenidas de los diferentes sistemas de agua que abastecen las 9 comunidades en estudio.

Instrumentos para el análisis de flúor en agua.

- Botellas nuevas recolectoras plásticas de 1 litro.
- Termo con refrigerantes
- Cinta adherente para rotular
- Marcadores
- Libreta de apuntes
- Fichas recolectoras

Consideramos las cuatro etapas del protocolo completo,

- Envasado, conservación y transporte.
- Preparación.
- Método de procesamiento.
- Aplicación de la técnica analítica.

El muestreo es el primer paso para la determinación de la calidad de una fuente de agua, por lo que la persona que recogió la muestra y la llevo al laboratorio es responsable de la validez de los resultados. En este sentido nos aseguramos que la muestra fuera representativa de la fuente cuya calidad se deseó evaluar, y que no se deterioró, ni se contamina antes de llegar al laboratorio, ya que la calidad de los resultados, depende de la integridad de las muestras que ingresan al mismo.

La muestra se realizó con sumo cuidado, a fin de garantizar que el resultado analítico represente la composición real de la fuente de origen, antes de iniciar el muestreo se consultó al laboratorio sobre las condiciones en que esta debe recolectarse, manipularse, almacenarse y transportarse.

Se utilizó los siguientes materiales para la recolección.

Material de campo

- Envases para los muestreos rotulados o envases y elementos para rotular.
- Cintas y etiquetas autoadhesivas.
- Planillas de registro, cuaderno y lápiz.
- Termos con hielo y refrigerantes.

Procedimiento

Pasos prácticos para la toma de la muestra para análisis físico-químico

- 1) El envase rotulado se verificó que fuera el correcto. Iniciamos con la rotulación de los frascos para la toma de muestras.
- 2) El envase tuvo la una capacidad de por lo menos 1 litro. Se utilizaron envases de plástico, con buen cierre, nuevos. En caso que se debió reutilizarse un envase excluimos envases que hayan contenido agua contaminada, combustibles, soluciones concentradas, etc.; únicamente reutilizamos envases de agua mineral. Nos aseguramos que el envase estaba limpio, sin lavado con detergentes, hipoclorito de sodio (lavandina) u otros reactivos, el envase sólo se enjuagó con agua.
- 3) Se realizó la técnica de triple enjuague con la fuente de agua que se muestreo, desechando el agua de enjuague.

- 4) Se tomaron de 1-3 muestras de agua por cada comunidad tomada de diferentes sistemas de agua con una cantidad de muestra requerida para un análisis físico-químico de aproximadamente 1000 ml (1 litro) como mínimo.
- 5) Se dejó un mínimo sin llenar que permita la variación de volumen debida a potenciales de diferencias térmicas. En nuestro caso las muestras fueron transportadas, por ello se dejó un espacio del 1% de la capacidad del envase para permitir la variación de volumen debida a diferencia térmica.
- 6) Se cerró el envase asegurando su cierre hermético.
- 7) Se rotuló la botella con marcador permanente.
- 8) Se guardó la muestra en los termos con refrigerantes y se llevó al Laboratorio "PIENSA" ubicado en la universidad de ingeniería (UNI) donde se entregó el mismo día a las 9 pm para su procesado.

Agua de red

Para la toma de una muestra de agua de red se abrió el grifo y se dejó que el agua corriera el tiempo suficiente de manera de tener purgada toda la cañería que llega desde el tanque. El ramal donde se encontraba el grifo era el principal, proveniente de la red, y no estuvo conectado en el trayecto con otras cañerías, filtros, ablandadores u otros artefactos que pudieran alterar la calidad del agua del ramal principal.

También se tomó la precaución de retirar del grifo o boca de salida las mangueras u otros accesorios, y de limpiarlo tratando de eliminar sustancias acumuladas en el orificio interno de salida del agua y en el reborde externo, dejando correr agua libremente para arrastrar cualquier residuo.

Agua de perforaciones o pozos

La muestra se tomó directamente al pozo y antes de proceder a la toma de la muestra, la impulsión se mantuvo en marcha el tiempo suficiente que contemple la profundidad del acuífero, hasta que el agua emergió clara (sin sedimentos ni restos vegetales).

Es importante y por eso se extrajo el agua hasta que se estaba seguro que el agua es del acuífero y no mezclada con la superficial y sin impurezas vegetales o de animales (estas cosas invalidan totalmente el análisis posterior). No se permitió el traslado ni recepción de muestras con olor, producto de materia orgánica en descomposición. Estas muestras no son representativas y se descartaron automáticamente.

Si el pozo fue nuevo se bombeo el tiempo suficiente hasta que salió limpia, de manera de muestrear el agua del acuífero y en lo posible se bombeo con caudal de diseño, es decir, el caudal máximo que la perforación o pozo brindo con nivel dinámico estable.

Recolección de la información

Para la recolección de los datos se realizó la aplicación de los instrumentos, mediante la elaboración de una ficha clínica de CPOD y CEO que contenían los criterios de evaluación para determinar la presencia de caries en cavidad bucal en los estudiantes. Dicha información fue codificada para su llenado y posterior procesamiento.

Los datos fueron presentados en tablas, gráficos de frecuencia, porcentajes y fueron procesados a través del sistema SPSS, para el procesamiento de datos y elaboración de tablas del mismo.

Aspectos éticos para la recolección de datos

Los sujetos participaron de forma voluntaria y sus representantes legales autorizaron el estudio por medio de la firma de un consentimiento informado, el que consto de su nombre, firma y número de cédula del tutor encargado del escolar.

Riesgos y beneficios

No existe ningún riesgo considerable al que el sujeto este expuesto durante la realización del estudio.

Entre los beneficios tenemos el diagnóstico adecuado y oportuno de caries dental y otras afecciones dentales, así como la obtención de la información para proponer programas de prevención.

Plan de análisis

Los datos obtenidos con el CPOD y CEO se organizaron en tablas de datos para su representación en gráficas, la tabulación y diagramación se realizó con el programa estadístico SPSS. Se incluyó una interpretación cuali -cuantitativa debajo de cada diagrama proporcionando información completa y con validez científica.

Las muestras de agua fueron llevadas el mismo día de su recolección a las 9 pm para su procesamiento mediante el método ION selectivo, en el laboratorio Físico-Químico “PIENSA”, ubicado en la universidad de ingeniería UNI, quien brindo un informe detallado realizado por una ingeniera química en relación al análisis de los resultados de la toma de muestras.

Interpretación de los análisis de agua

Un análisis químico del agua nos indica que sustancias se encuentran presentes y en que concentración. Comúnmente estos resultados se expresan como composición en porcentaje o en miligramos de sustancia por litro de solución (mg/lit). Si la densidad o peso específico del agua analizada es igual a uno, quiere decir que un litro de agua pesa un kilogramo o mil gramos, por lo que la composición de mg/lit también es equivalente a partes por millón o ppm, ya que un kilogramo de agua (un litro de agua) tiene un millón de miligramos. Para fines prácticos, las aguas potables tienen una densidad que prácticamente es igual a 1 mg/ml o 1 kg/lit, por lo que ppm y mg/lit se considera que son equivalentes.

Calibración

La calibración de examinadores constó de una fase de preparación del entrenamiento, estudio entre las examinadoras y una fase de desarrollo de la calibración, que incluyó 3 sesiones de auto - estudio, prácticas con medios audiovisuales y clínica y un examen clínico de los examinadores elaborado por la Dra. Tania López y posterior discusión de los resultados de la calibración. Resultados: Participaron 3 examinadores. La calificación de las examinadoras fue de un promedio de 0.84 calificando como muy buena según el índice de concordancia de Kappa realizado en el programa estadístico SPSS versión 23. Por lo

que la calibración fue exitosa y se espera que como entrenamiento sea multiplicador del uso de los índices CPOD Y CEO en la identificación de caries dental.

De manera específica se observó que la concordancia según Kappa de Cohen para la observadora “Gold standard” con la observadora “Ellieth” es **0.885**, por lo que al compararlo con la tabla de valoración del **índice de Kappa** resulto en una **fuerza de concordancia muy buena** entre las respuestas de las observadoras.

En el caso de la observadora “Gold standard” con la observadora “Astrid” se observó que la concordancia según Kappa de Cohen es **0.686**, y al compararlo con la tabla de valoración del **índice de Kappa** resulto en una **fuerza de concordancia buena** entre las respuestas de ambas observadoras.

En lo que respecta a la observadora “Gold standard” con la observadora “Katherine” se muestra una concordancia según kappa de Cohen de **0.971**, mismo que al ser comparado con la tabla de valoración del **índice de Kappa** resulto con una **fuerza de concordancia muy buena** entre las respuestas de éstas observadoras.

VIII. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de la medición	Técnica o instrumento de medición
Edad	Período en que transcurre la vida de un ser vivo.	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de la persona hasta el periodo actual.	Cuantitativa discreta	6-9 años 10-12 años	Ficha clínica estructurada
Sexo	Características biológicas, físicas, fisiológicas y anatómicas que definen a los seres humanos como hombre y mujer.	Diferencias biológicas que distinguen al hombre y la mujer.	Cualitativa nominal	Femenino Masculino	Ficha clínica estructurada
Comunidad	Una comunidad es un grupo de individuos que viven juntos en un lugar determinado.	Comunidad donde vive.	Cualitativa Nominal	1)Suni 2)San Rafael del Norte, (casco urbano 3)Los arados 4)El espino 5) La Ermita 6)Namanji 7)San Marcos de abajo 8)El zapote de San Marcos 9)Chaguitones 10)Soledad 2	Ficha clínica estructurada

Índice de CPOD-CEOD	Índice fundamental de los estudios odontológicos que se realizan para cuantificar la prevalencia de la Caries Dental.	Consiste en la sumatoria de los dientes permanentes y temporales cariados, perdidos, extracción indicada y obturados.	Cuantitativa Ordinal	-0.1 } 1.2-2.6 } Bajo riesgo 2.7-4.4 } Mediano riesgo 4.5-6.5 } Alto riesgo Mayor a 6.6 }	Ficha clínica estructurada
Concentración de flúor en agua	Es la proporción entre la cantidad de soluto (flúor) y el solvente (agua) para formar una disolución.	Cantidad de flúor medida en PPM encontrada en pozos de abastecimientos de agua potable.	Cuantitativa Ordinal	Flúor: ≤ 0.6 PPM BAJO 0.7-1.0 PPM OPTIMO 1.1-1.4 PPM MEDIO ≥1.5 PPM ALTO	Ficha clínica estructurada
Fuentes de agua	Lugar donde brota una corriente de agua, ya sea del suelo, de entre las rocas, de un caño o de una llave.	Sitio del cual proviene la muestra de agua.	Cualitativa Nominal	1)Fuente subterránea (pozos) 2)Fuente subterránea (Manantial) 3)Fuente de agua potable (hogares y escuelas)	Ficha de datos recolectada en el sitio

IX. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para determinar el análisis correlacional de flúor en agua potable con caries dental, en el departamento de Jinotega en el municipio de San Rafael del Norte en escolares de 6-12 años de edad. Con una muestra de 348 alumnos de los centros escolares de primaria del municipio y el estudio de 21 muestras de agua de los diferentes abastecimientos.

TABLA 1. Edad de escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

EDAD		Número	Porcentaje
	6-9 años	224	64.4%
	10-12 años	124	35.6%
	Total	348	100%

Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

La tabla 1 correspondiente a edad en años de escolares que fueron examinados en los diferentes centros educativos seleccionados; muestra un total de 348 alumnos examinados, el cual el mayor porcentaje de escolares fue en edades de 6-9 años con un 64.4% (224) y en menor porcentaje se estudiaron niños entre 10 a 12 años equivalente al 35.6% (124).

TABLA 2. Edad relacionada con índice CPOD en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

		EDAD			
		6-9 años	%	10-12 años	%
INDICE CPOD	Bajo Riesgo (0.1-2.6)	142	41%	26	7%
	Mediano Riesgo (2.7-4.4)	56	16%	38	11%
	Alto Riesgo (4.5-6.6)	26	7%	60	18%
Total		224	64%	124	36%

Fuente. Recopilación de datos realizados en niños de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

La tabla 2 correspondiente a la edad relacionada al índice CPOD de niños que fueron examinados en los diferentes centros educativos seleccionados; muestra un total de 348 alumnos examinados, el cual el mayor grado de afectación fue en edades de 6-9 años con un total de 142 (41%) alumnos con un índice CPOD clasificado en bajo riesgo, seguido por un 60 (18%) de escolares en edades de 10-12 años con un índice clasificado como alto riesgo en el desarrollo de caries dental.

Un 16% (56) de escolares clasificado como mediano riesgo entre edades de 6-9 años de edad seguido por un 38(11%) clasificado como mediano riesgo de desarrollo de caries dental en niños entre 10-12 años de edad.

Entre las edades de 6-9 años un 26 (7%) fue clasificado como alto riesgo en el desarrollo de caries dental y entre las edades de 6-12 años de edad 26 (7%) fue clasificado como bajo riesgo en el desarrollo de caries dental. Estos fueron los grupos afectados en menor porcentaje. Cabe señalar que los niños examinados presentaban dentición mixta y en su mayoría eran piezas deciduas. Total de escolares con prevalencia de caries dental 64% (224) de 6-9 años y 36% (124) 10-12 años.

TABLA 3. Edad relacionada con índice CEOD en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

		EDAD			
		6-9 años	%	10-12 años	%
INDICE CEOD	Bajo riesgo (0.1-2.6)	32	9%	83	24%
	Mediano Riesgo (2.7-4.4)	40	11%	14	4%
	Alto Riesgo (4.5-6.6)	152	44%	27	8%
Total		224	64%	124	36%

Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

La tabla 3 correspondiente a la edad relacionada al índice CEO de niños que fueron examinados en los diferentes centros educativos seleccionados; muestra un total de 348 alumnos examinados, el cual el mayor porcentaje de niños afectados con un índice CEO fue entre edades de 6-9 años de edad 44% (152), clasificado en alto riesgo en el desarrollo de caries dental, seguido por un 24% (83) entre edades de 10-12 años clasificado como bajo riesgo.

Un 11% (40) clasificado como mediano riesgo, seguido por un 9% (32) entre edades de 6-9 años, este último clasificado como bajo riesgo. 8% (27) de los escolares de 6-12 años de edad resultaron con índices clasificados como alto riesgo y un 4% (14) de los que entraron al estudio resultaron en índices de mediano riesgo.

El grupo de edad de mayor afectación fue de 6-9 años de edad con un total de 224 escolares afectados, en cambio los escolares de 10-12 años un 36% resultó afectado en el desarrollo de caries dental. Cabe señalar que los niños examinados presentaban dentición mixta y en su mayoría eran piezas deciduas.

TABLA 4. Sexo de escolares que entraron al estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

SEXO ESCOLARES	Número	Porcentaje	TOTAL CPOD	TOTAL CEO
Femenino	152	43.70%	3.1	4.5
Masculino	196	56.30%	3.0	5.09
Total	348	100%		

Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

La tabla 4. Correspondiente al sexo de escolares que fueron examinados en los diferentes centros educativos seleccionados; muestra un total de 348 alumnos examinados, el cual el mayor porcentaje de niños estudiados en relación a sexo fue el masculino con un porcentaje de 56.3% (196) y en menor porcentaje se estudiaron estudiantes del sexo femenino con un 43.7% (152).

En el índice CPOD, para dentición permanente, ambos sexos dieron como resultado mediano riesgo en el desarrollo de caries dental. Los escolares con mayor afectación fue el sexo femenino, alcanzó un promedio de 3.1 seguido por el sexo masculino con un promedio de 3.0. A pesar de que el sexo femenino fue el que menor número de escolares entraron al estudio, resultó ser el sexo con mayor afectación en dentición permanente. Factores como los cambios hormonales y el incremento de las hormonas femeninas, hacen que las encías sean más vulnerables a la acción de la placa bacteriana.

En el índice CEO, para dentición temporal, ambos sexos obtuvieron alto riesgo en el desarrollo de caries dental. El sexo masculino obtuvo un CEO de 5.09, siendo el sexo con mayor afectación, seguido por el sexo femenino con un índice CEO de 4.5 clasificado como alto riesgo en el desarrollo de caries dental.

TABLA 5. Promedio total índice CEO y CPOD de escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

MUNICIPIO SAN RAFAEL DEL NORTE	
CPOD	3.1
CEO	5.9

MEDIANO RIESGO

ALTO RIESGO

La tabla 5 nos muestra el total comprendido en los índices CPOD y CEO en el municipio de San Rafael del Norte, la menor afectación fue el Índice CPOD con un índice de 3.1 clasificado como mediano riesgo de caries dental, es decir los índices oscilaron en su mayoría entre 2.7-4.4 con un promedio de 3.1. El índice CEOD fue el índice de mayor afectación, obtuvo un índice de 5.9 clasificado como alto riesgo de caries dental.

TABLA 6. Total, índice CEO y CPOD por comunidad de escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

COMUNIDAD	INDICE CPOD	CLASIFICACION	INDICE CEO	CLASIFICACION
SUNÍ	2.1	BAJO RIESGO	6.89	ALTO RIESGO
SAN RAFAEL	4.0	MEDIANO RIESGO	3.29	MEDIANO RIESGO
LOS ARADOS	1.7	BAJO RIESGO	6.55	ALTO RIESGO
EL ESPINO	2.6	BAJO RIESGO	6.61	ALTO RIESGO
LA ERMITA	4.0	MEDIANO RIESGO	5.80	ALTO RIESGO
NAMANJÍ	3.4	MEDIANO RIESGO	6.18	ALTO RIESGO
SAN MARCOS	3.0	MEDIANO RIESGO	6.47	ALTO RIESGO
EL ZAPOTE	4.7	ALTO RIESGO	6.16	ALTO RIESGO

Fuente. Recopilación de datos realizados en niños de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

La tabla 6 correspondiente al promedio total del índice CEO y CPOD de niños por comunidad; muestra un total de 8 comunidades estudiadas, ambos índices se aplicaron a los diferentes alumnos examinados según la dentición que presentaban.

Suní: presentó el mayor índice CEO clasificado en alto riesgo con un promedio de 6.89, sin embargo, el índice de caries para CPOD fue de 2.1 clasificado como bajo riesgo.

San Rafael (casco urbano), presentó un índice CEO clasificado en mediano riesgo con un promedio de 3.29 y el índice CPOD de 4 clasificado como mediano riesgo.

Los Arados: presentó un índice CEO clasificado en alto riesgo con un promedio de 6.55 y el índice CPOD de 1.7 clasificado como bajo riesgo.

El Espino: presentó un índice CEO clasificado en alto riesgo con un promedio de 6.61, sin embargo, índice CPOD de 2.6 clasificado como bajo riesgo.

La Ermita: presentó un índice CEO clasificado en alto riesgo con un promedio de 5.80 y el índice CPOD de 4 clasificado como mediano riesgo.

Namanjí: Presento un índice CEO clasificado como alto riesgo 6.18 y un índice CPOD 3.4.

San Marcos: presentó un índice CEO clasificado en alto riesgo con un promedio de 6.47 y el índice CPOD de 3 clasificado como mediano riesgo.

El Zapote: Fue la comunidad con mayor riesgo, cuyos índices representaban alto riesgo en caries dental, índice CEO 6.16 y índice CPOD 4.7.

En esta tabla se muestra que predomina un alto Riesgo de Caries en las 8 comunidades de San Rafael del Norte, el cual dentro el índice más alto encontrado en las comunidades fue el Índice CEO, donde la comunidad con el mayor índice CEO fue Suní con un índice de 6.89 y para CPOD fue la comunidad el Zapote con un índice de 4.7.

TABLA 7. Promedio de concentración de flúor en agua por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

MUNICIPIOS SAN RAFAEL DEL NORTE		
FUENTE	PPM	CLASIFICACIÓN
LOS CERRITOS	0.16	BAJOS NIVELES
SOLEDAD 2	0.08	BAJOS NIVELES

Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos del municipio de San Rafael Del Norte y procesados en el laboratorio "PIENSA".

MUNICIPIOS SAN RAFAEL DEL NORTE		
FUENTE	PPM	CLASIFICACION
SUNÍ	0.16	BAJOS NIVELES
SAN RAFAEL DEL NORTE	0.10	BAJOS NIVELES
LOS ARADOS	0.19	BAJOS NIVELES
EL ESPINO	0.09	BAJOS NIVELES
NAMANJÍ	0.21	BAJOS NIVELES
SANMARCOS	0.10	BAJOS NIVELES
EL ZAPOTE	0.09	BAJOS NIVELES

Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos del municipio de San Rafael Del Norte y procesados en el laboratorio "PIENSA".

MUNICIPIO SAN RAFAEL DEL NORTE	
Flúor	0.1 PPM

**BAJOS NIVELES DE
CONCENTRACION FLÚOR EN
AGUA**

La tabla 6 representa el promedio de Flúor en agua en las comunidades de San Rafael del Norte, el mayor concentración de flúor se obtuvo en la comunidad de Namanjí con 0.21 PPM, el siguiente valor en orden descendente se encuentra en la fuente de agua de Los Arados con 0.19 PPM, en Los Cerritos y Suni con 0.16 PPM, San Marcos y San Rafael con

0.10 PPM, El Zapote y El Espino con 0.09 PPM, finalmente el menor valor obtenido fue el la fuente de Soledad 2 con 0.08 PPM; los resultados están dentro de la clasificación de bajos niveles de Concentración de Flúor.

El promedio total de Flúor en agua en San Rafael Del Norte, fue de 0.1 PPM clasificado como bajo Nivel de concentración de Flúor en agua ante la prevención de caries dental.

TABLA 8. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CPOD por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

COMUNIDAD	VALOR DE FLÚOR	NIVEL DE FLÚOR	INDICE CPOD	CLASIFICACION
SUNÍ	0.16	BAJO	2.1	BAJO RIESGO
SAN RAFAEL	0.10	BAJO	4.0	MEDIANO RIESGO
LOS ARADOS	0.16	BAJO	1.7	BAJO RIESGO
EL ESPINO	0.09	BAJO	2.6	BAJO RIESGO
NAMANJÍ	0.21	BAJO	3.4	MEDIANO RIESGO
SAN MARCOS	0.10	BAJO	3.0	MEDIANO RIESGO
EL ZAPOTE	0.09	BAJO	4.7	ALTO RIESGO

Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos del municipio de San Rafael Del Norte y procesados en el laboratorio PIENSA.

La tabla 8 nos muestra la correlación de Flúor con caries dental en las comunidades de San Rafael del Norte, en el que correlacionamos índices CPOD con concentraciones de flúor en agua. En las 7 comunidades que se logró realizar la correlación todas presentaban concentraciones de flúor muy bajas o casi nulas, sin embargo, para CPOD los índices representaron bajo riesgo en 3 comunidades (Los Arados, El Espino, Suní) índices para mediano riesgo 3 comunidades (Namanjí, San Marcos, San Rafael) solo una comunidad

presento alto índice CPOD, siendo esta el Zapote, representando un índice de 4.7 como alto riesgo para caries dental.

Nota: Las comunidades de Soledad 2 y los cerritos no logramos realizar la correlación debido a que se dificultó el acceso a estas en base a su ubicación geográfica y su difícil acceso a las comunidades. La comunidad La Ermita, no se logró coleccionar muestra de agua debido a que no había en ese momento agua potable en la comunidad.

TABLA 9. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CEO por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

COMUNIDAD	VALOR DE FLÚOR	NIVEL DE FLÚOR	INDICE CEO	CLASIFICACION
SUNÍ	0.16	BAJO	6.89	ALTO RIESGO
SAN RAFAEL	0.10	BAJO	3.29	MEDIANO RIESGO
LOS ARADOS	0.16	BAJO	6.55	ALTO RIESGO
EL ESPINO	0.09	BAJO	6.61	ALTO RIESGO
NAMANJÍ	0.21	BAJO	6.18	ALTO RIESGO
SAN MARCOS	0.10	BAJO	6.47	ALTO RIESGO
EL ZAPOTE	0.09	BAJO	6.16	ALTO RIESGO

Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos del municipio de San Rafael Del Norte y procesados en el laboratorio "PIENSA"

La tabla 9 nos muestra la correlación de Flúor con caries dental en las comunidades de San Rafael del Norte, en el que correlacionamos índices CEO con concentraciones de flúor en agua. En las 7 comunidades que se logró realizar las correlaciones todas presentaban concentraciones de flúor muy bajas o casi nulas, en relación CEO los índices representaron alto riesgo de caries en 6 comunidades de las 7 en estudio de correlación. Solo una

comunidad presento mediano riesgo de caries dental con un índice CEO de 3.29, siendo esta el casco urbano del municipio de San Rafael del Norte.

X. COEFICIENTE DE CORRELACION PEARSON

		Flúor en agua	Índice de caries
Flúor en agua	Correlación de Pearson	1	-.1
	Sig. (bilateral)		0.8
	N	7	7
Índice de caries	Correlación de Pearson	-.1	1
	Sig. (bilateral)	0.8	
	N	7	7

En el valor de la relación entre la variable Flúor y índice de caries en el municipio de san Rafael del Norte, obtuvimos una relación de -1 es decir hay una asociación lineal perfecta negativa entre las dos variables. Ambas variables están inversamente relacionadas de tal manera que cuando el porcentaje de Flúor disminuye el índice de caries aumenta.

XI. ÍNDICE KAPPA DE COHEN

Medidas simétricas						
Observador	Casos		Valor	Error estandarizado asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Ellieth	Medida de acuerdo	Kappa	.885	.039	15.375	.000
	N de casos válidos		112			
Astrid	Medida de acuerdo	Kappa	.686	.058	11.641	.000
	N de casos válidos		112			
Katherine	Medida de acuerdo	Kappa	.971	.020	16.688	.000
	N de casos válidos		112			
Promedio general:			.847			

En observación a la tabla anterior del índice kappa se demostró que la observadora “Gold standard” al ser comparada con el promedio de las 3 observadoras anteriores (Ellieth, Astrid y Katherine) resulta en un promedio global de concordancia según **Kappa de Cohen de 0.847**, por lo que, de manera general podemos decir que existe una fuerza de concordancia muy buena entre las respuestas de todas las observadoras.

XII. DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS

El propósito de este estudio fue establecer una correlación de caries dental y flúor en agua potable en el municipio de San Rafael del Norte departamento de Jinotega en escolares de 6 a 12 años en las diferentes escuelas de primarias del municipio antes mencionado.

Tanto la caries dental como el déficit de flúor en agua constituyen un problema de salud que requieren sistemas de vigilancia epidemiológica y control en las primeras edades, en virtud que afectan tanto a niños y adolescentes en todas las poblaciones.

La organización mundial de la salud indica que el 60-90% de los escolares del mundo presentan caries dental. El presente estudio fue realizado con el objetivo de analizar el flúor en agua potable en los diferentes sistemas de abastecimientos de San Rafael del Norte y caries dental en escolares.

Según los resultados encontrados la muestra está conformada de 348 escolares que cumplieron con los criterios de inclusión de los cuales 152 son mujeres y 196 son hombres equivalentes al 43.7% y 56.3% respectivamente, a pesar que el sexo femenino resultó con menor número de escolares este obtuvo una mayor afectación en el índice CPOD con un 3.1 (mediano riesgo) esto puede deberse a factores como la falta de calcio y de micronutrientes también a determinantes socioculturales como la pobreza, bajo nivel de instrucción y la higiene bucal, finalmente el sexo masculino se vio afectado en el índice CEO con 5.09 (alto riesgo). Se determinó que la edad más afectada por caries dental fue la de 6-9 años con un 64.4 % corresponden a 224 del total de la muestra.

En la dentición permanente, 18 por cada cien de escolares examinados entre las edades de 10-12 años, presentó un alto riesgo de caries dental, siendo este un porcentaje bajo de acuerdo al índice de CPOD aplicado en los escolares y se reflejó un alto porcentaje en la categoría de bajo riesgo en las edades de 6 a 9 años, aclarando que aunque el grado de bajo riesgo haya resultado con mayor valor, sabemos que entre esa edad de 6 a 9 años se encuentran los dientes temporales, por ende estos no van a salir muy afectados en la examinación y aplicación del CPOD; sin embargo, las cifras con mayor preocupación de este estudio fueron las que se obtuvieron en el índice de CEO que un 44 por cada cien

escolares examinados fueron atacados por esta patología; en las comunidades que se tomaron en cuenta para el estudio se observó algo impactante y es que la mayor parte de los niños y niñas presentan daño y destrucción de las piezas dentales temporales y casos muy severos de déficit de higiene bucal, donde en esos lugares no se ven centros o clínicas odontológicas cercanas, algunos padres o los mismo niños referían que estaba muy lejos ir donde el dentista ya que quedaba hasta Jinotega y la distancia que hay para llegar a una clínica odontológica es de 31km si fuese el caso de Namanji, 27 km de San Marcos hacia Jinotega, 22km de El espino hacia Jinotega y 20 km de Suni hacia Jinotega es por eso que hay menor participación o visita al odontólogo, ya que el único puesto de salud que hay no realizan tratamientos odontológicos preventivos o restaurativos.

Antes estas premisas podemos identificar los promedios totales de ambos índices que fueron CEO =5.9 (alto riesgo) , CPOD= 3.1(mediano riesgo), el índice CEO representa el mayor valor debido que la mayoría de nuestra población fueron los escolares de 6-9 años de edad cifras bastantes reveladoras que permiten presumir que los niños del municipio de San Rafael del Norte tuvieron un grado bastante alto de caries dental lo cual evidencia que el ataque de dicha patología inicia a edades muy tempranas, puede presentarse por distintos factores; uno de ellos puede ser porque hay un nivel bajo de flúor en agua en el municipio de San Rafael del Norte que fue de 0.1 ppm en general. La comunidad más afectada fue “El Zapote” el promedio de concentración de flúor encontrado fue de 0.09ppm catalogado como un nivel de concentración bajo de modo que existe una relación de este resultado con lo obtenido en los índices CPOD y CEO ya que esta comunidad presentó alto riesgo de caries dental por lo cual nos indica que sigue afectando a temprana edad y también los dientes permanentes debido que no existe un depósito adecuado de flúor en dicha población, la comunidad de Suní resultó con un valor de flúor de 0.16 ppm clasificándose en alto riesgo de caries dental afectando más la dentición temporal que la permanente, el mayor valor obtenido fue en Namanji con 0.2 aunque este no se acerca al parámetro optimo resultó con alto riesgo en caries dental, de igual forma las otras comunidades como Los Arados, San Rafael del Norte, El Espino Y San Marcos alcanzaron un valor que no sobrepasa los 0.1ppm mostrando una clasificación de alto riesgo de caries dental, podemos afirmar que mientras menor sea el valor de flúor y este se encuentre lejos

de acercarse al valor óptimo de cantidad de fluoruros en agua hay mayor incidencia de caries dental en los niños de estas 7 comunidades que pertenecen a San Rafael del Norte.

Queremos añadir un dato importante ya que un poco de prevención fue lo que se realizó en el año 2017 en conjunto con EDUCO y estudiantes de cuarto y quinto año de odontología de la UNAN-Managua, el cual esta ONG realizó una jornada odontológicas en Jinotega realizando tratamientos de sellantes de fosas y fisuras en las primeras molares permanentes y molares deciduos, a pesar de esta jornada realizada, no observamos ningún tratamiento de fosas y fisuras en las primeras molares permanentes o en las molares temporales que fueron examinados en algunos niños el cual también EDUCO participó, lamentablemente hay casos clínicos muy severos en cuanto a caries dental, la mayoría de los niños presentaba una higiene bucal muy deficiente, caries extensas y muy avanzadas en dientes temporales y permanentes el cual ameritaban algunos extracción dental debido a la gran pérdida de estructura dental, otros casos se observó que los dientes permanentes habían sido extraídos por causa de caries notándose de primera instancia un gran espacio y la migración de los otros dientes hacia el espacio que quedo del diente permanente el cual se miraba poco estético, trayendo como consecuencia problemas funcionales, psicológicos, nutricionales y posteriormente problemas de mal oclusión

El promedio total de San Rafael del Norte fue de 0.1 ppm un resultado muy preocupante e impactante ya que no hay variaciones según otros estudios también realizados en esta zona hace muchos años y se muestra que no ha habido cambio significativo, podemos mencionar que un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2004) sobre la evaluación de la calidad del agua de bebida en Nicaragua, se encontró que en la región central norte del país la concentración media del flúor es la siguiente: en la tubería pública 0,6 ppm, tubería comunitaria 0.3ppm, pozo perforado 0.55ppm, pozo protegido 0.55ppm; el total en el área es de 0.5 ppm. Esto indica bajas concentraciones de flúor en el agua de consumo humano, dado que el valor óptimo es de 0.7 a 1.0 ppm. Esto probablemente se debe a muchos factores uno de ellos puede ser por su posición geográfica, no cuenta con una serie de factores (clima, calidad del ambiente, temperatura entre otras.) que propicie niveles de depósito de flúor dentro del rango del margen terapéutico u óptimo, ni la

empresa ENACAL suministra flúor adicional a los abastecimientos de agua potable para que ejerzan una acción de prevención.

A pesar que el ministerio de Salud con ayuda del MINED han promovido desde el 2008 la aplicación de flúor colutorio nos informaron que la realizan cada 3 meses, sin embargo se observó que no está haciendo ningún efecto porque no está disminuyendo la caries dental y se sugiere dar seguimiento a la aplicación de flúor colutorio.

La correlación de Pearson da como resultado -0.1 donde ambas variables están inversamente relacionadas, es decir, al disminuir los porcentajes de flúor incrementan los índices de caries dental en niños de 6-12 años en el municipio de san Rafael del norte. Por lo cual se demuestra que la falta de flúor en agua está afectando negativamente en la salud bucal de los niños generando un incremento en la prevalencia de caries dental. Por lo tanto desde el punto de vista de elaboración este estudio es muy preciso y detallado, recolectando hasta 3 muestras por cada comunidad para abordar de esa manera el municipio de San Rafael tanto el casco urbano como el rural y tener resultados más sólidos y confiables.

XIII. CONCLUSIONES

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite arribar a las siguientes conclusiones:

- En este estudio la mayor población la constituyeron los escolares de 6-9 años de edad que corresponde a 224 (64.40%).
- En relación a la variable sexo, el mayor porcentaje de escolares que entraron en el estudio fueron del sexo masculino que corresponden a 196 (56.30%). Para CEO el sexo masculino fue el más afectado con un índice 5.09 y para CPOD el sexo femenino fue el de mayor afectación con un índice de 3.1.
- En el índice de caries según CPOD, los escolares entre las edades de 10-12 años el 18% (60) presentaron alto riesgo de caries. La mayor población afectada en el índice de CEO fueron los niños de 6-9 años de edad el 44% (152) se encontró en alto riesgo de caries, es decir los índices oscilaban entre 4.5-6.6 a más.
- El Promedio total de índice CEO en el municipio de San Rafael del Norte fue de 5.9 en alto riesgo de caries y CPOD fue de 3.1 en mediano riesgo de caries, en escolares que entraron al estudio en el periodo enero-agosto 2019.
- En las 8 comunidades del municipio San Rafael del Norte; para índice CEO 7 comunidades en estudio obtuvieron un índice de 6 (Alto riesgo), solo el casco urbano del municipio de San Rafael del Norte obtuvo un índice de 3.29 (Mediano riesgo). Para CPOD El Zapote presentó un índice 4.7 (Alto riesgo). El casco urbano del municipio de San Rafael del Norte, La Ermita, Namanjí, San Marcos en sus valores se encuentran en mediano riesgo de caries dental. Las comunidades de Suni, Los arados, El Espino, presentaron un índice de bajo riesgo de caries dental.
- San Rafael del Norte presentó un valor promedio de 0.1 PPM de flúor en agua siendo un valor muy bajo, que no llega ni a los niveles terapéuticos de flúor en agua potable para la prevención comunitaria de caries dental.
- Se demostró que existe una correlación negativa entre la concentración de flúor en agua y caries dental, el cual las 21 muestras recolectadas obtuvieron valores bajos de Flúor

representados en PPM por ende la población estudiada presentó mayor prevalencia de caries dental clasificadas como alto Riesgo.

XIV. RECOMENDACIONES

- 1) A la Alcaldía de San Rafael del Norte responsable del área de agua y saneamiento se recomienda:
 - a) Realizar programas de fluoración de la sal con el método de evaporación solar que se realiza en nuestro país, esto como alternativa económica para suministrar los niveles apropiados de fluoruro para la población.
 - b) Realizar revisiones periódicas de los niveles de flúor en agua en los diferentes abastecimientos en el municipio de San Rafael del Norte.

- 2) Al MINSA San Rafael del Norte en conjunto con el Hospital Primario Fray Odórico D Andrea se recomienda:
 - a) Realizar revisiones periódicas a los niños en las escuelas, puestos de salud y centros de salud.
 - b) Revisión de la técnica de aplicación de flúor colutorio cada 15 días a través del programa de flúor MINSA.
 - c) Evaluar la efectividad de las aplicaciones de flúor colutorio.

- 3) Al MINED se recomienda:
 - a) Implementar supervisiones periódicas de la técnica de aplicación de flúor colutorio.
 - b) Capacitar a los maestros en las escuelas para la aplicación de la técnica de flúor colutorio y salud oral.
 - c) Realizar charlas y actividades preventivas sobre flúor y de salud oral en las escuelas, centros de salud, puesto de salud, estas charlas impartidas por odontólogos.

- 4) A EDUCO-organización no gubernamental, que realizan programas de aplicación de sellantes de fosas y fisuras en el municipio de San Rafael del Norte, para que evalúen la permanencia de los selladores en su vida útil, la forma de colocarlos adecuada y manipulación correcta del material por parte de los doctores.

XV. REFERENCIAS

- American, D., & Association. (2018). Fluor. El fluoruro. *Mouth Healthy*. Retrieved from <https://www.mouthhealthy.org/es-MX/az-topics>
- ATSDR. (2003). Resúmenes de Salud Pública - Fluoruros, fluoruro de hidrógeno y flúor (Fluorides, Hydrogen Fluoride and Fluorine). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR)*, 10. Retrieved from https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs11.html
- Barrancos, M. J. (2006). *Operatoria Dental: Integración Clínica*. Argentina: Editorial Medica Panamericana.
- Barrera, Y., & Aguirre, C. (2011). *Calidad del agua de pozos y aguas superficiales en la microcuenca Las Jaguas, municipio de Ciudad Antigua*. Nueva Segovia.
- Calleja, J. G. (2009, Noviembre 23). *Biología*. Retrieved from composicion quimica del agua: <https://biologia.laguia2000.com/bioquimica/composicion-quimica-del-agua>
- Camacho, T., & Vílchez, E. (2011). *Concentracion de fluor en el agua de los pozos que abastecen de agua potable la zona urbana de la Ciudad de León en el periodo de Septiembre-Noviembre del año 2011*. León.
- Cury, J. (1994). *Estudio de la disponibilidad y estabilidad del fluor de los dentifricos comercializados en el Peru*. Perú: Place of publication Lima.
- DB- City. (2020, Enero 5). *db-city*. Retrieved from San Rafael del norte : <https://es.db-city.com/Nicaragua--Jinotega--San-Rafael-del-Norte>
- Higashida, B. (2009). *Odontología Preventiva*. Mexico: Mc Graw Hill .
- INIDE-MAGFOR . (2013). Mapa del municipio de San Rafael del Norte: uso del recurso hídrico en la agricultura. *Departamento de Jinoteg y sus municipios*, 50.
- Jaime A Cury, P. &. (2011). *Calidad del agua para consumo humano y concentración de fluoruro*. Brasil: Saúde Pública.
- JAPAC. (2015, noviembre 02). *Japac : Junta Municipal De agua potable y alcantarillado de Culiacán*. Retrieved from diferentes tipos de agua que existen en nuestro planeta: <http://japac.gob.mx/2015/11/02/los-distintos-tipos-de-agua-que-existen/>
- Jiménez, J. (2015). *Comparación de prevalencia de caries dental en poblaciones de 12 años de edad entre comunidades con y sin fluoración de agua potable*. Santiago – Chile.
- Klein, H., & Palmer , C. (1938). Dental Caries in America Indian Children. Meryland. *the Public Health Bulletin*.
- Martínez, E. (2008). Flúor, fluoruros. . In *Sociedad Española de Odontopediatría, 1*.

- Martínez, E. R., & Suarez, M. C. (2006). Técnicas de diagnóstico de la caries dental. Indicaciones y Valor de su rendimiento. *BOL PEDIATR.*
- Medina, D. C. (2005). *Perfil epidemiológico de la caries dental y enfermedad periodontal*. UNAN-LEON: universitaria.
- Meyer-Luecke, H., & Paris, S. (2010). *Manejo de la caries ciencia y práctica clínica*. Hamburgo, Alemania: AMOLCA.
- Mora, C. (2010). "Análisis de la concentración de fluor en el agua potable del casco urbano del municipio de Santo Tomas, Departamento de Chontales en el periodo comprendido de Mayo a Julio del 2010". Chontales.
- Nación, M. d. (2013). *Indicadores epidemiológicos para la caries dental*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Negrón, M. (2009). *Microbiología estomatológica: fundamentos y guía práctica (2 ed.)*. Buenos Aires, Argentina : Medica Panamericana.
- OMS. (1997). Métodos Básicos. *encuesta de salud bucodental*, 35.
- OMS. (2002). Flúor en el agua de consumo. *POS*. Retrieved from https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193:2013-fluor-agua-consumo&Itemid=39798&lang=es
- OMS. (2005). *Evaluación rápida de la calidad del agua bebida en Nicaragua*. Nicaragua.
- OMS. (2018). *Salud Bucodental*.
- OPS, & OMS. (1999). *Estudio contenido natural de fluor en aguas de consumo humano*. Nicaragua.
- Organización Panamericana de la salud. (2004). *Principales hallazgos en Nicaragua*. Nicaragua.
- Petersen & Lennon. (2004). El uso efectivo de fluoruros para la prevención de la caries dental en el siglo XXI enfoque de la OMS. *Community Dent Oral Epidemiol.*
- Piovano, S., & Bordoni, N. (2010). Estado del arte de indicadores para la medición de caries dental. *revista de la Facultad de Odontología (UBA)*, 25-58.
- Ponce, P., & Maribé, M. (2015). *Cibertesis*. Retrieved from Prevalencia y niveles de fluorosis dental en adolescentes de 12 a 15 años de Instituciones Educativas Estatales del distrito de Carmen de la Legua de la Provincia Constitucional del Callao en el año 2015: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4593>
- Real Academia Española . (n.d.).

- Rojas, F. (2007, junio 27). *Acta Odontologica Venezolana*. Retrieved from Algunas consideraciones sobre caries dental, fluoruros, su metabolismo y mecanismos de acción: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/art-21/#>
- Sanchez, & Gutiérrez. (2016). "evaluación de la acción de los dos sistemas de fluoruros aplicados sobre la superficie del esmalte dental, estudio in vitro". Lima-Perú.
- Sánchez, M. (2008). *Evaluacion del estado de salud bucodental y su relacion con estilos de vida saludables*. Salamanca.
- Silva, L. A. (2008). *Tratado de odontopediatria-Tomo 1* (año 2008 ed.). Colombia: AMOLCA.
- Stumm, W. y. (Diciembre 2012). Propiedades del Agua . *Quimica viva* , 150-154.
- Vainman, D. A. (2006). *Flúor y prevención de caries en los niños* . E.E.U.U.: Actualizaciones en Pediatría Ambulatoria .
- Whitford, G. M. (1982). *Gastric acidity and plasma*. Journal of Dental Research, 61(Abs).
- Yenni, C. (2012). *Prevalencia de caries dental en niños de 10 - 12 años de edad de la escuela primaria general Ignacio Zaragoza* . Mexico .
- Yuritzí Figueroa, G. S. (2015). *Odontología Pedátrica*. Mexico: Industria Editorial Mexicana REG. N°. 2906.

XVI ANEXOS

Tablas cruzadas y de contingencia: índice Kappa de Cohen.

Resumen del procesamiento de casos por calibrador:

- **Calibrador Ellieth:**

Medidas simétricas						
Casos modificados			Valor	Error estandarizado asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Caso 1 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 2 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	4.300	.000
	N de casos válidos		10			
Caso 3 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	. ^c			
	N de casos válidos		4			
Caso 4 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	4.248	.000
	N de casos válidos		11			
Caso 5 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	.667	.216	3.098	.002
	N de casos válidos		12			
Caso 1 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.700	.152	4.485	.000
	N de casos válidos		15			
Caso 2 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 3 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	5.372	.000
	N de casos válidos		12			
Caso 4 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	. ^c			
	N de casos válidos		12			
Caso 5 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.586	.175	2.731	.006
	N de casos válidos		12			
Total	Medida de acuerdo	Kappa	.885	.039	15.375	.000
	N de casos válidos		112			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. No se han calculado estadísticos porque Gold Standard y Ellieth son constantes.

- **Calibrador Astrid:**

Medidas simétricas						
Casos modificados			Valor	Error estandarizado asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Caso 1 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 2 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	.643	.188	2.764	.006
	N de casos válidos		10			
Caso 3 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	.000 ^c	0.000		
	N de casos válidos		4			
Caso 4 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	.784	.169	3.148	.002
	N de casos válidos		11			
Caso 5 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	.667	.155	3.207	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 1 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.063	.175	.357	.721
	N de casos válidos		15			
Caso 2 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 3 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.860	.125	4.658	.000
	N de casos válidos		12			
Caso 4 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.000 ^c	0.000		
	N de casos válidos		12			
Caso 5 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.733	.162	3.455	.001
	N de casos válidos		12			
Total	Medida de acuerdo	Kappa	.686	.058	11.641	.000
	N de casos válidos		112			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

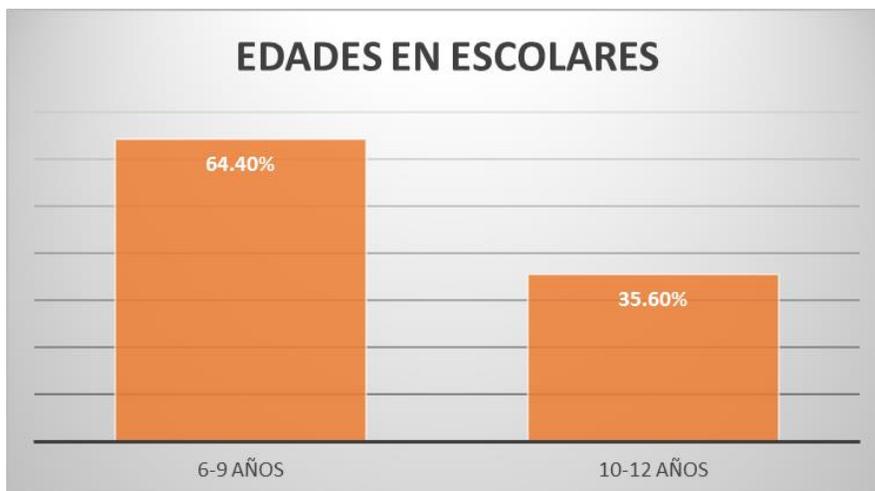
c. No se han calculado estadísticos porque Gold Standard es una constante.

- **Calibrador Katherine:**

Medidas simétricas						
Casos modificados			Valor	Error estandarizado asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Caso 1 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 2 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	4.300	.000
	N de casos válidos		10			
Caso 3 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	. ^c			
	N de casos válidos		4			
Caso 4 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	4.248	.000
	N de casos válidos		11			
Caso 5 CEOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	4.648	.000
	N de casos válidos		12			
Caso 1 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	.778	.137	4.469	.000
	N de casos válidos		15			
Caso 2 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
	N de casos válidos		12			
Caso 3 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	5.372	.000
	N de casos válidos		12			
Caso 4 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	. ^c			
	N de casos válidos		12			
Caso 5 CPOD	Medida de acuerdo	Kappa	1.000	0.000	4.648	.000
	N de casos válidos		12			
Total	Medida de acuerdo	Kappa	.971	.020	16.688	.000
	N de casos válidos		112			
a. No se presupone la hipótesis nula.						
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.						
c. No se han calculado estadísticos porque Gold Standard y Katherine son constantes.						

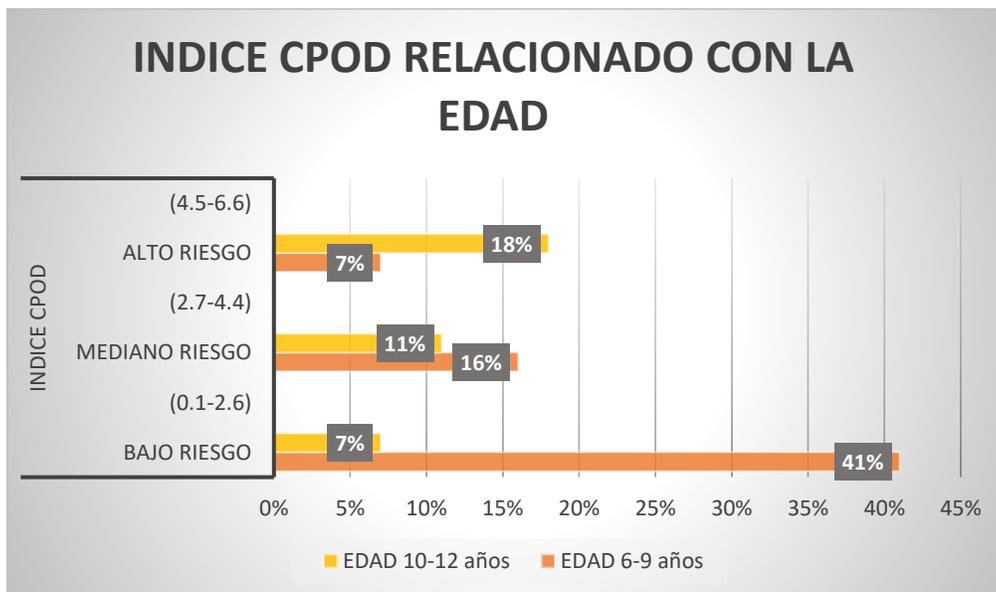
GRÁFICOS

Gráfico 1. Edad de escolares en estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.



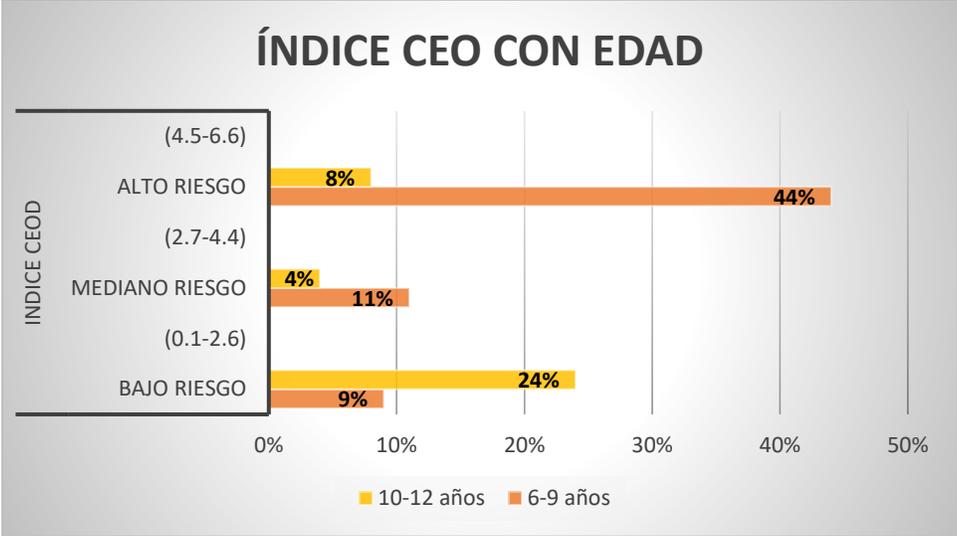
Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

Gráfico 2. Edad relacionada con índice CPOD en escolares en estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.



Fuente. Recopilación de datos realizados en niños de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

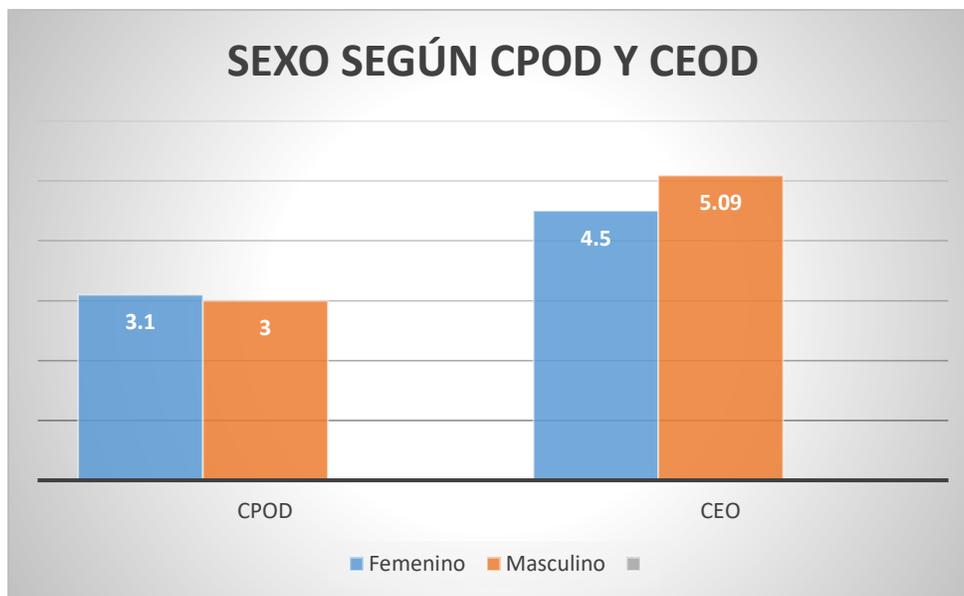
Gráfico 3. Edad relacionada con índice CEO en escolares en el estudio de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.



Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

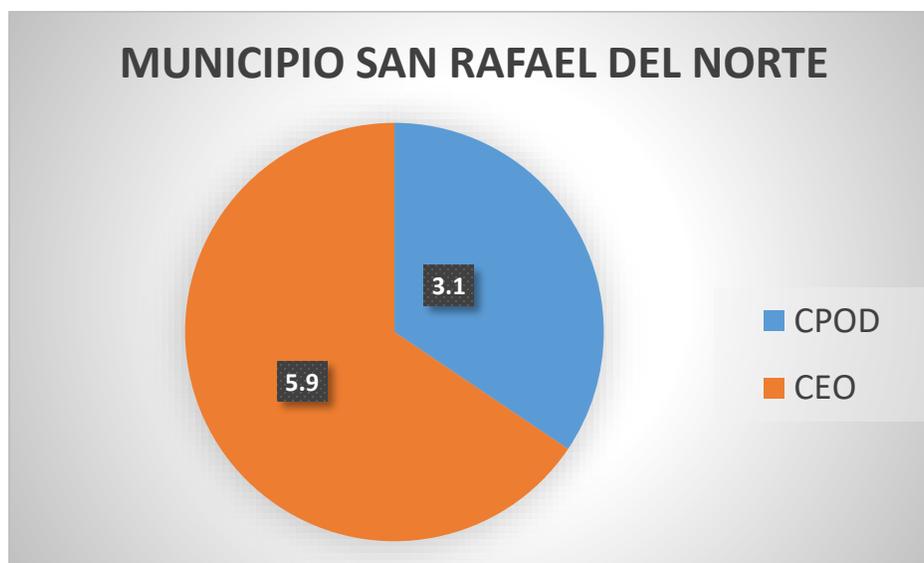
Gráfico 4. Sexo relacionado con índice CEO y CPOD en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.





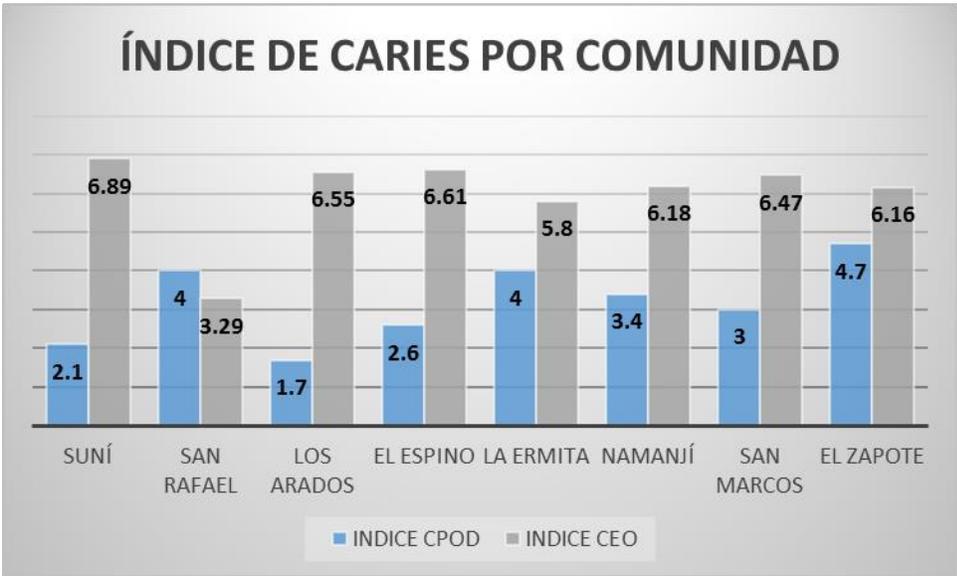
Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

Gráfico 5. Promedio total índice CEO y CPOD de escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.



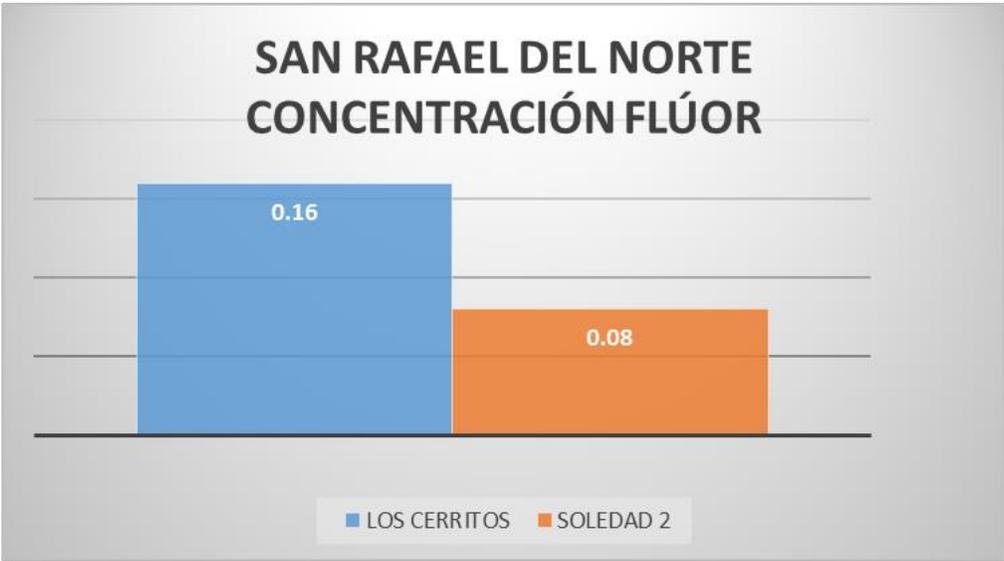
Fuente. Recopilación de datos realizados en niños de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

Gráfico 6. Total, índice CEO y CPOD por comunidad en escolares que entraron al estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

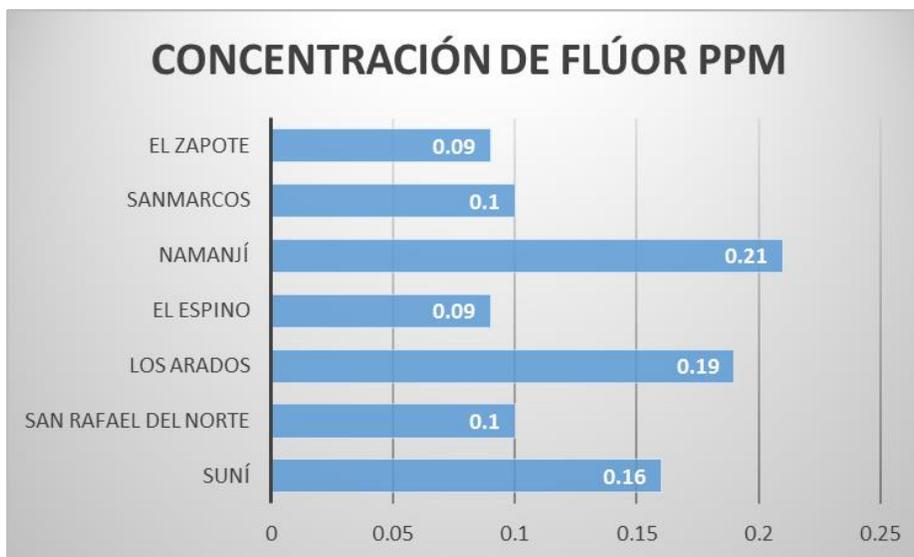


Fuente. Recopilación de datos realizados en escolares de las diferentes escuelas del municipio de San Rafael Del Norte.

Gráfico 7. Promedio de concentración de flúor en agua por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.

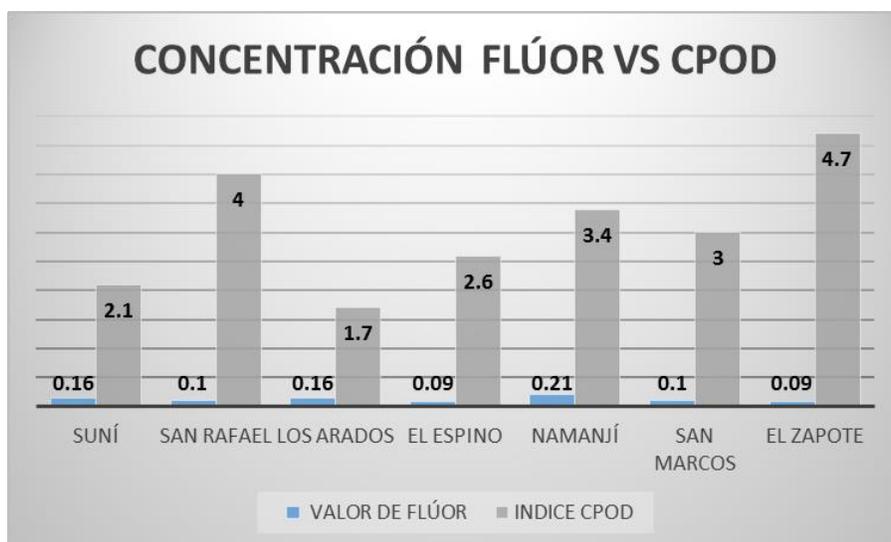


NOTA. Comunidades de Los Cerritos y Soledad 2, se logró acceder a las principales fuentes de agua y procesar el agua de consumo humano, sin embargo debido a la dificultad del camino para acceder a las escuelas, no logramos estudiar los índices de caries presentes en los escolares de las escuelas de dichas comunidades.



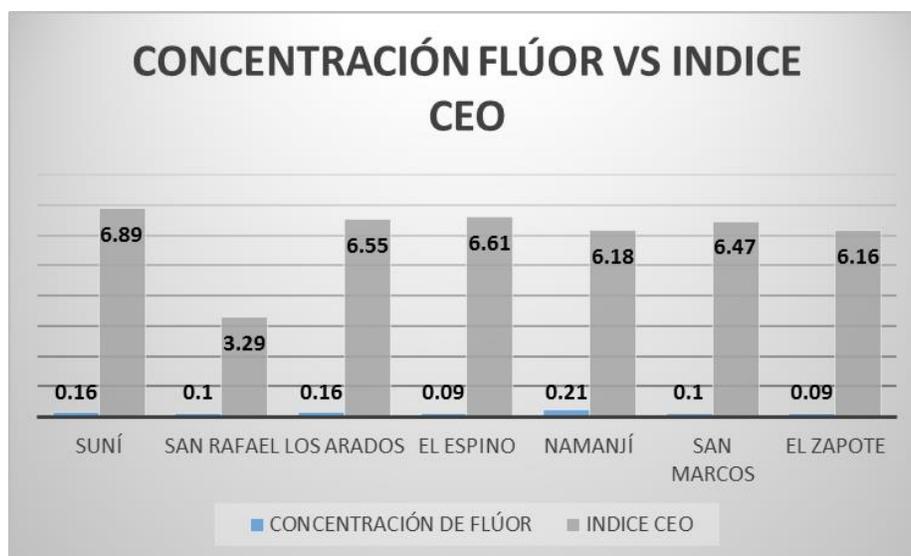
Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos del municipio de San Rafael Del Norte y procesados en el laboratorio "PIENSA".

Gráfico 8. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CPOD por comunidad en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.



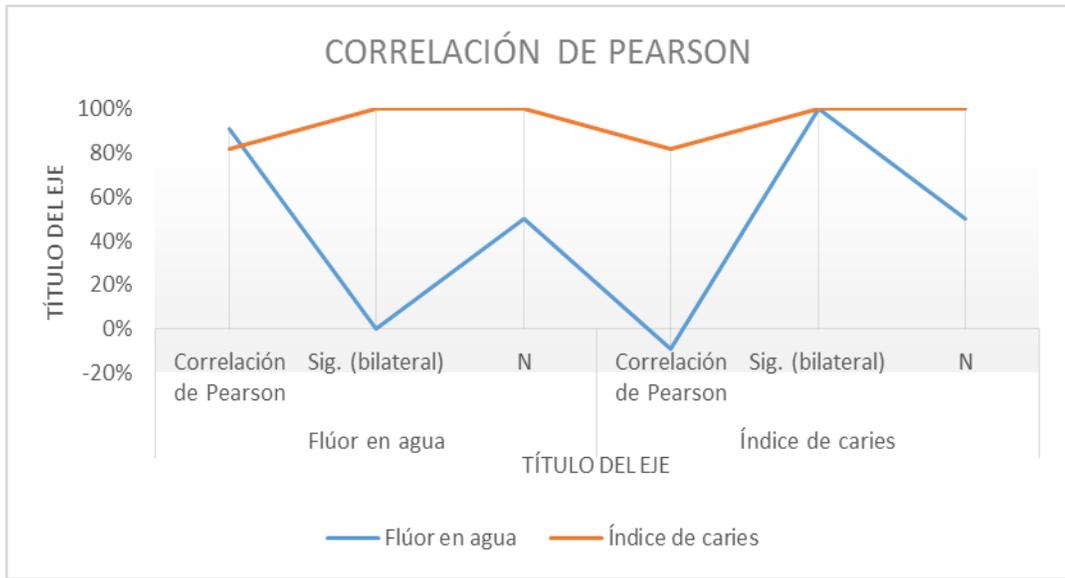
Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos del municipio de San Rafael Del Norte y procesados en el laboratorio "PIENSA".

Gráfico 9. Promedio de concentración de flúor en agua vs índice de caries dental CEO por comunidad que fueron recolectadas para el estudio en el municipio de San Rafael del Norte en el periodo enero-agosto 2019.



Fuente. Recopilación de datos realizados de los diferentes puntos acuíferos y centros escolares del municipio de San Rafael Del Norte.

DIAGRAMA DE DISPERSION CORRELACION DE PEARSON.



Fuente: Datos estadísticos SPSS.

Cartas para inscripción de tema

Managua 12 de Abril 2019

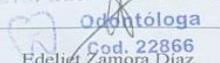
A: Dr. Freddy Meynard
Decano
Facultad de Ciencias Médicas

Estimado Dr. Meynard;

Reciba cordiales saludos, por medio de la presente me dirijo a usted con la finalidad de informarle que en mi carácter de tutora acepto el tema de monografía titulada: "*Análisis correlacional de flúor en agua potable con caries dental en el municipio de San Rafael del Norte en niños de 6-12 años en el periodo de Enero- Junio 2019*", el cual esta tesis es realizada por las alumnas de Odontología cuyos nombres son: Katherine López Mercado; Ellieth Fonseca Valle y Astrid Pastran Meynard. El cual sabemos que la elaboración de dicha tesis monográfica es un requisito indispensable para optar al título de Cirujano Dentista.

Me despido de usted, agradeciendo de antemano su colaboración.

Atentamente,

Dr. Edielis Zamora Díaz

Odontóloga
Cod. 22866
Edielis Zamora Díaz

Cirujana Dentista

Facultad de Ciencias Médicas- Odontología

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua
Asiento Universitario Rubén Dávila
Facultad de Ciencias Médicas
DECANATURA

12 ABR 2019

Recibido por Aida Nidia
Hora 10:55 am

Managua 12 de Abril 2019

A: Dr. Freddy Meynard

Decano

Facultad de Ciencias Médicas

Estimado Dr. Meynard;

Reciba cordiales saludos, nosotras somos estudiantes de la carrera de Odontología actualmente finalizando nuestro último año de la carrera antes mencionada, nos dirigimos a usted para poner en su conocimiento nuestro tema de Investigación y así solicitar la aprobación por su autoridad y posteriormente la elaboración de la monografía titulada "*Análisis correlacional de flúor en agua potable con caries dental en el municipio de San Rafael del Norte en niños de 6-12 años en el periodo de Enero- Junio 2019*", el cual hace parte de nuestros requisitos para la obtención del título de Cirujano Dentista.

Nos despedimos de usted, agradeciendo de antemano su pronta respuesta.

Atentamente,

Astrid Pastrán Meynard -14208736

astridamairani96@gmail.com

Katherine López Mercado - 14031790

lopezkatherine1996@gmail.com

Ellieth Fonseca Valle - 07072472

elliethvalle@yahoo.es

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Managua
Recinto Universitario "Rubén Darío"
Facultad de Ciencias Médicas
DECANATURA

12 ABR 2019

Recibido por: Ayda Nolasca
Hora: 10:55 am



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado padre de Familia:

Somos estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, nuestro grupo consta de 3 personas el cual nuestros nombres son: Astrid Pastran Meynard, Ellieth Fonseca Valle y Katherine López estamos llevando a cabo un estudio que lleva por título: “*Análisis correlacional de flúor en agua potable con caries dental en el municipio de San Rafael del Norte en niños de 6-12 años en el periodo de Enero- Agosto 2019*”, como requisito para obtener nuestro Título de cirujano dentista; el cual solicitamos su autorización para que su hijo participe voluntariamente en este estudio.

El estudio consiste en la exploración de la cavidad oral para detectar la presencia de caries dental en el niño o la niña y el llenado de un instrumento de recolección de datos. Tomaremos aproximadamente 15 minutos de exploración clínica de la cavidad Oral. El proceso será estrictamente confidencial. El estudio no conlleva ningún riesgo.

Si desea que su hijo participe, favor llenar con sus datos en la parte inferior del documento y devolver a la maestra del estudiante.

AUTORIZACIÓN

He leído el procedimiento descrito arriba. Voluntariamente doy mi consentimiento para que mi hijo(a) _____ participe en el estudio anteriormente descrito.

Firma del padre/ madre o tutor

Fecha: _____

HOJA DE REGISTRO DE MUESTRAS DE AGUA

NOMBRE DEL COLECTOR:

FECHA:

CÓDIGO DE MUESTRA	HORA	PROCEDENCIA DE MUESTRA	FECHA DE RECOLECCIÓN	UNIDAD DE DESTINO	FECHA DE ENVÍO	OBSERVACIONES
001						
002						
003						
004						
005						
006						
007						
008						
009						
010						
011						
012						
013						
014						
015						
016						
017						
018						
019						
020						
021						
022						
023						
024						
025						
026						
027						



Ficha de recolección de datos

La presente ficha clínica se realiza con el objetivo de obtener información acerca de datos generales de los niños y la prevalencia de caries dentales de los mismos para la realización de nuestro estudio monográfico titulado **“Análisis correlacional de Flúor en agua potable relacionado a caries dental en el departamento de Jinotega en el municipio de San Rafael del Norte en niños de 6- 12 años en el periodo de Enero-Agosto 2019”**. La importancia de la recopilación de esta información radica en conocer la presencia de caries dental en los escolares de 6-12 años y demostrar los resultados para un análisis de dicha patología bucal.

Fecha de llenado: _____

I. Descripción de los datos generales del niño:

1. Edad en años: 6-9 10-12

2. Sexo: M F

3. Escuela:

Fray O dórico D Andrea

José Mamerto Martínez

María Nieves Herrera

La Ermita

Profesora Nestora Ortiz Úbeda

Los Arados

El Zapote de san marcos

San Marcos de abajo

4. Comunidad:

San Rafael del norte Jinotega

Los arados

El espino

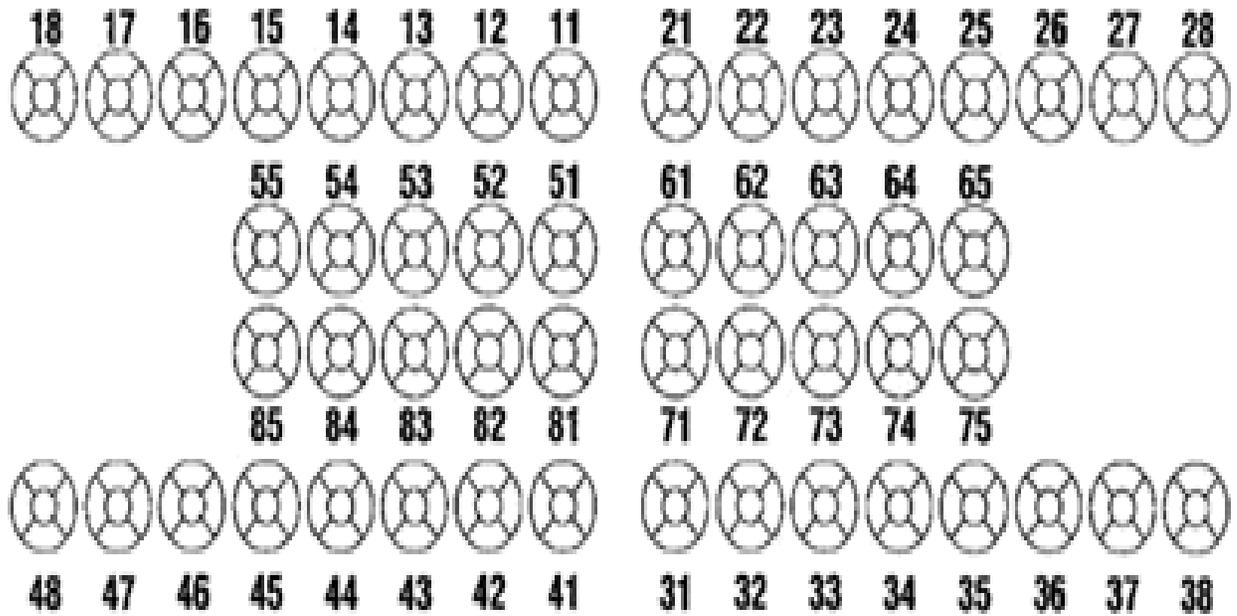
San marcos de abajo

La ermita

Namanji

El zapote de san marcos

Suni



C: _____

P: _____

O: _____

C: _____

E: _____

O: _____

Total CPOD: _____

Total CEOD: _____

PRESUPUESTO DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios Ambientales
PIENSA - UNI



RUC: J013000006891 - Email; atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni

PROFORMA LABORATORIOS AMBIENTALES

PLA-1906-0307

Cliente:	Dirección:	Fecha:	
UNAN - Managua	Barrio Angel Valentino, Pulpería el chaparral 2c al lago 1/2 abajo	7/6/2019	
Atención a:	Cargo	e-mail	
Elieth Fonseca Valle	Tesista	elliethvalle@yahoo.es	
		Teléfono	
		8902-8199	
LA PRESENTE PROFORMA DETALLA LOS PARAMETROS SOLICITADOS POR EL CLIENTE			
ANALISIS FISICO QUIMICOS			
Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio Total US\$
Fluoruro	27	8.00	216.00
Informe	1	30.00	30.00
		Subtotal	246.00
		IVA US\$	36.90
		Monto Total US\$	282.90

Nota : Se entrega Factura a la cancelación del Servicio.

Horario de Atención:

Lunes a viernes 08:30 am-12:00md -01:00- 03:30 pm

Forma de Pago

Adelanto del 50% del monto total de la proforma antes del muestreo o recepción de la muestra y **50% restante a la entrega de los resultados**, debe presentar **Recibo de pago o comprobante de la transferencia bancaria**. Los pagos pueden ser en **córdobas o dólares** (al tipo de cambio oficial) por medio de:

1. **Cheque** a nombre de: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

2. Cuentas para transferencias bancarias:	Banpro (córdobas):	10011906648956
	Banpro (dolares):	10011916648996

Tiempo de Entrega de Resultados

10 días hábiles después del último muestreo o recepción de la muestra. Retirarlos en la Oficina de Atención al Cliente con la Lic. María Aguilar.

Reclamo y Válidez de la Oferta

Válida por 30 días. El periodo de reclamo por alguna inconsistencia en los Certificados de análisis es de 7 días hábiles.

Muestra

Cliente recolecta e ingresa la muestra al laboratorio.

Los Laboratorios del PIENSA declaran su compromiso con la calidad de los servicios que se brindan, implementando un sistema de gestión basado en los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 para garantizar la confiabilidad de los resultados

Lic. María José Aguilar
Asistente de Atención al Cliente



Managua, Nicaragua - Avenida Universitaria - Tel (505) 22701517 ext. 106 - Cel: 8152-7214 www.piensa.uni.edu.ni

FOTOS



Caries dental pieza temporal 75 y pieza permanente 36.



Caries dental en piezas temporales 63, 64, 65.



Revisión bucal de los escolares.



Revisión bucal de los escolares.



Revisión bucal de los escolares.



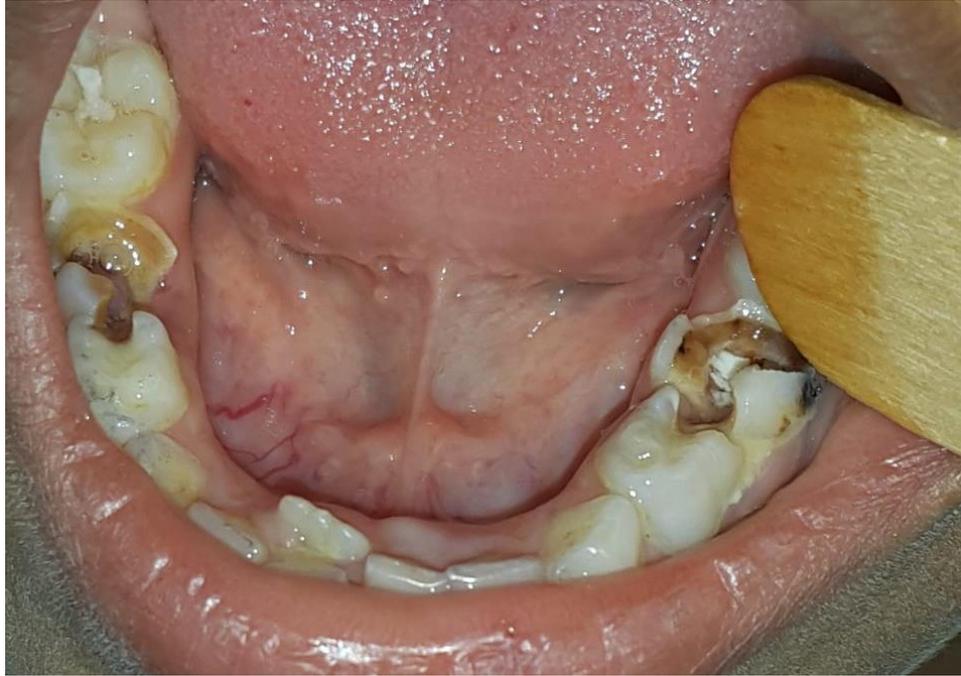
Caries dental en las piezas temporales, 74, 75, 84 y 85.



Caries pieza 74, resto radicular de la pieza temporal 75 .



Se observa pieza permanente 46 caries extensas.



Se observa caries dental en piezas temporales por distal 74, 84. Pieza 75, 85 con caries extensa.



Piezas permanentes perdidas 21,22, 23.



Se observa piezas temporales perdidas 74 y 75, caries por distal con gran extensión de la 84.



Extracción indicada piezas temporales 51, 52, 61, 62 y caries dental por bucal de la 53 y caries incisal de la 63.



Escuela en San Rafael del norte.



Pozo en la comunidad de los Arados.



Recolección de muestra proveniente de manantial.

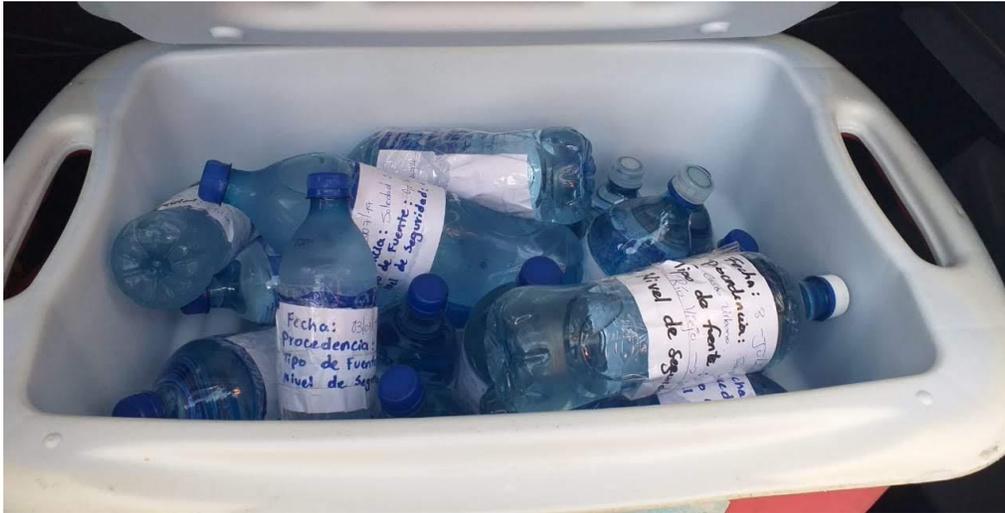




Muestras de agua recolectadas en el pozo de Suní



Muestra de agua potable proveniente de una casa comunidad de Suní.



Transporte de las muestras de agua, debidamente rotuladas y en termo con hielo según método de procesamiento de la muestra.



Sistema de extracción de agua del pozo mediante tuberías que conducen a los tanques de almacenamiento.



Visita de las escuelas con los niños para la revisión.