

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD

LICENCIATURA EN ESTOMATOLOGIA

**CONCENTRACIÓN DE FLUORUROS EN EL AGUA DE LOS
POZOS DE LA ALCALDÍA IZTAPALAPA, CDMX**

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD
XOCHIMILCO**

JUAN CARLOS TORRES ZEPEDA

2173028425

FEBRERO 2023 – ENERO 2024

ASESORES INTERNOS

DRA. NELLY MARÍA MOLINA FRECHERO

DR. RAÚL ENRIQUE CASTAÑEDA CASTANEIRA

ASESORES INTERNOS



DRA. NELLY MARÍA MOLINA FRECHERO



DR. RAÚL ENRIQUE CASTAÑEDA CASTANEIRA

COMISION DEL SERVICIO SOCIAL



MTRA. DENISSE ELIZABETH DURÁN MERINO

RESUMEN DEL INFORME

El presente trabajo fue desarrollado en la Universidad Autónoma Metropolitana en el periodo que comprende del 1° de Febrero del 2023 al 31 de enero del 2024.

INTRODUCCIÓN

Los fluoruros (F-) son un elemento presente en nuestra vida cotidiana, se encuentra en muchos de los alimentos y principalmente en el agua que ingerimos. La fluorosis dental ocurre cuando hay sobreexposición a fluoruros por la ingesta por diferentes vías.

OBJETIVO

Analizar la concentración de fluoruros en pozos de agua potable de la alcaldía Iztapalapa de la CDMX.

MATERIALES Y METODOS

El siguiente, es un trabajo cuantitativo, descriptivo y experimental que se realizó en la alcaldía Iztapalapa de la CDMX, la cual a su vez se dividió en cuatro zonas y donde se localizaron los pozos de agua potable de donde se recogieron muestras de agua en tubos rotulados y se utilizaron soluciones TISAB en diferentes concentraciones, así como el método potenciométrico con electrodo ion selectivo ya que es el más adecuado para la cuantificación de fluoruro en concentraciones de 0.1 a 10 partes por millón (ppm).

RESULTADOS

La concentración de fluoruros encontradas en las muestras de agua tuvo una variación entre 0.31 a 0.77 ppm, con una concentración promedio de 0.51 ppm. Las dos zonas con mayor concentración de fluoruros presentes en el agua potable fueron las zonas suroeste 0.43-0.75 ppm (0.6) y sureste 0.48-0.77 ppm (0.67)

Conclusión

Los niveles de fluoruros encontrados, analizando los rangos, podemos concluir que, en las dos zonas sur, los niveles fueron superiores. Además, debemos tener presente que, en esta alcaldía, la población consume sal fluorada y generalmente las pastas dentales contienen concentraciones altas de fluoruros, por lo que, los resultados serían elevados en las cuatro zonas de estudio. Además, debemos tener presente que estas mediciones se hicieron durante el periodo de lluvia que es cuando se encuentra generalmente una menor concentración de fluoruros en el agua, resaltando así, que, en temporada de sequía, las concentraciones de flúor serán mayores y por ende la toxicidad presente en el organismo y las probabilidades de desarrollar alteraciones del esmalte también se incrementarán.

Índice

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL	-----> 5
CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN	-----> 5
Marco Teórico	-----> 5
Fluoruros	-----> 5
Fluoruros en agua	-----> 6
Usos y beneficios del uso de fluoruros en la salud humana	-----> 8
Toxicología	-----> 9
Fluorosis Dental	-----> 10
Objetivos	-----> 13
Materiales y Métodos	-----> 13
Metodología para la cuantificación de fluoruros	-----> 19
Resultados	-----> 21
Discusión	-----> 23
Conclusión	-----> 23
Bibliografía	-----> 24
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA PLAZA	-----> 26
CAPÍTULO IV: BITÁCORA DE ACTIVIDADES	-----> 27
CAPÍTULO V: ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	-----> 30
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	-----> 31

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL

El servicio social se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco durante el periodo del 1° de Febrero del 2023, concluyendo el día 31 de enero del 2024. En este periodo se desarrolló un proyecto de investigación denominado “CONCENTRACIÓN DE FLUORUROS EN EL AGUA DE LOS POZOS DE LA ALCALDÍA IZTAPALAPA, CDMX”. El mismo fue desarrollado tomando muestras de agua de los pozos de agua potable previamente localizados y divididos por zonas en la alcaldía Iztapalapa en tubos muestra rotulados, que fueron previamente lavados con agua desionizada, se recolectaron 21 muestras dobles correspondientes a cada pozo y mediante el método potenciométrico de ion selectivo, se utilizaron soluciones TISAB al 0.1%, 0.5%, 0.8%, 1% y 1,5% para la calibración de un electrodo potenciómetro Orion 4 Star Thermo Electron Corporation, las mediciones fueron registradas por medio del software Star Navigator y Lab Speed Navigator, dicho método analítico es el más adecuado para determinar las concentraciones y se validó con los parámetros de linealidad, repetibilidad, sensibilidad, exactitud y estabilidad de la muestra.

CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN

Marco Teórico

Fluoruros

En gran medida, las enfermedades en el mundo se deben a la mala calidad del agua potable, la contaminación por fluoruro en el agua potable es responsable del 65% de la fluorosis endémica en el mundo. ¹

La compleja geología de México con rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, y un entorno tectónico activo predispone al medio ambiente a la contaminación “natural” de las aguas subterráneas. Sin embargo, se ha identificado claramente que el fluoruro, causa efectos adversos para la salud a través de la ingestión de agua subterránea contaminada. Además, este elemento es reconocido mundialmente como el contaminante inorgánico más grave, junto al arsénico, en el agua potable.

La fluorita es uno de los principales minerales no metálicos explotados en México, principalmente en los estados de Coahuila, Durango y San Luis Potosí. En 2003, México ocupó el segundo lugar mundial en producción de fluorita. ²

El flúor es un ion de alta electronegatividad abundante en la corteza terrestre; comúnmente se encuentra asociado y forma fluoruros en rocas. El mineral de fluoruro más común en la corteza terrestre es el espato flúor, que contiene fluorita o

fluoruro de calcio, criolita y apatita; generalmente es un compuesto de calcio, fluoruro, carbonatos y sulfatos.

Se ha reportado que el flúor es un elemento altamente reactivo en combinación iónica o covalente con algunos elementos; se presenta principalmente en rocas ígneas y suelos alcalinos. La fluorita es el compuesto de mayor disponibilidad, el cual está en granito y pegmatita. La concentración de fluoruro en el agua de un acuífero depende de varios factores, entre los que destacan concentración de flúor en el mineral, descomposición, disociación, disolución, tiempo de residencia y cinética de la reacción química. Estudios indican que la solubilidad del fluoruro en el agua difiere según el tipo de roca.

El fluoruro se encuentra principalmente en el agua potable, la sal y en bebidas embotelladas, que constituyen las fuentes principales para el consumo humano. Por otra parte, se puede encontrar en menores concentraciones en alimentos y en múltiples productos utilizados para la higiene bucal. ³

Los fluoruros son definidos propiamente como compuestos binarios o sales de flúor y otro elemento. Algunos ejemplos de fluoruros son el fluoruro de sodio y el fluoruro de calcio. Ambos son sólidos blancos. El fluoruro de sodio se disuelve fácilmente en agua, pero no así el fluoruro de calcio. El fluoruro de sodio se añade a menudo a los suministros de agua potable y a una variedad de productos dentales, como por ejemplo pastas y enjuagues dentales para prevenir caries dentales. Otros fluoruros que se usan comúnmente para fluorar el agua son el ácido fluorosilícico y el fluorosilicato de sodio. ⁴

Los fluoruros se encuentran naturalmente en rocas en el suelo, en carbón y arcilla en la corteza terrestre. Se liberan al aire en polvo que levanta el viento. El fluoruro de hidrógeno se libera al aire cuando sustancias que contienen fluoruro, tales como el carbón, minerales y arcilla, se calientan a alta temperatura. Esto puede ocurrir en plantas de energía que utilizan carbón como combustible, en fundiciones de aluminio, en plantas que manufacturan abonos de fosfato, en la manufactura de vidrio, ladrillos y baldosas, y en fábricas de plásticos. La fuente natural de fluoruro de hidrógeno y de otros fluoruros que se liberan al aire son las erupciones volcánicas. Los fluoruros se encuentran normalmente en el aire en cantidades muy pequeñas. Los niveles que se han medido en áreas alrededor de ciudades son generalmente menores de 1 microgramo de fluoruro por metro cúbico de aire (pg/m³). En áreas rurales, los niveles son aún más bajos. La cantidad de fluoruro que usted respira en un día es mucho menor que la que consume a través de los alimentos y el agua. ⁴

Fluoruros en agua

La presencia de fluoruro en el agua potable es un factor físico químico muy importante que se debe evaluar continuamente. Se sabe que la ingesta de agua con un nivel de fluoruro de 0,5 mg/L, puede ayudar a prevenir la caries dental en la

población. Sin embargo, los dientes y los huesos se dañan cuando se consume agua con un nivel de fluoruro mayor a 1,5 mg/L. Dependiendo del nivel de fluoruro, los problemas de salud pueden ser desde manchas albas y marrones en los dientes o fluorosis dental hasta fluorosis esquelética. Por tal motivo, las fuentes de agua que contienen niveles elevados de fluoruro tienen que ser tratadas para reducir la concentración de fluoruro hasta un límite permisible y no nocivo a la salud.

La Organización Mundial de Salud (OMS) recomienda una concentración entre 0,5 a 1,2 mg/L de fluoruro dependiendo de las condiciones climáticas. La Norma Oficial Mexicana señala como concentración máxima en agua potable de 1,5 ppm. ⁴

La formación geológica de un área no es un indicador de la concentración de fluoruro en el agua subterránea. Existen variaciones significativas en la distribución de rocas con fluoruro fácilmente lixiviable. Se ha observado que, incluso dentro de una misma comunidad, diferentes pozos a menudo muestran contenidos de fluoruro muy divergentes, aparentemente como resultado de diferencias en las condiciones hidrogeológicas locales. El agua subterránea puede mostrar variaciones en el contenido de fluoruro dependiendo de la presencia de formaciones que contienen fluoruro a diferentes profundidades. ⁵

El enriquecimiento de F- en el agua subterránea está controlado principalmente por la circulación del agua subterránea, la conductividad hidráulica del acuífero, diversos procesos geoquímicos y minerales que contienen F-. ⁶

Algunas áreas de Estados Unidos, México y Canadá necesitan desfluoración del agua, esto debido a la alta concentración en sus aguas subterráneas. Alrededor de 5 millones de personas corren el riesgo de intoxicación por contaminación de fluoruros en México. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) estableció un objetivo de nivel máximo de contaminante (MCLG) y un Nivel máximo de contaminante (MCL) para el fluoruro en una concentración de 4 mg/L (para proteger contra la fluorosis esquelética paralizante y un MCL secundario no exigible (SMCL) de 2 mg/L (para proteger contra la fluorosis dental objetable). ⁷

Se estima que, alrededor de 20 millones de personas en el país beben agua con concentraciones de F- superiores a 1500 ppm. Alrededor de 900 000 de ellos, en su mayoría ubicados en los estados de San Luis Potosí, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Jalisco y Sonora, están expuestos a niveles aún más altos (4500 a 29 600 mg/L). La magnitud de este problema es tal que se cree que alrededor de 6,5 millones de niños están expuestos a concentraciones de F- lo suficientemente altas como para causar problemas de salud. ⁸

El agua subterránea es el principal recurso de agua potable en todo el mundo, así como del agua utilizada en la agricultura de riego y la actividad industrial. Casi la mitad del agua potable mundial y aproximadamente el 40% del agua de riego provienen de acuíferos y alrededor de un tercio de la población total sufre escasez de agua cada año. El crecimiento demográfico, la aridificación causada por el

calentamiento global y el aumento de las actividades industriales, incluida la agricultura, han contaminado o degradado los recursos hídricos disponibles al aumentar los niveles de contaminantes (tanto geogénicos como antropogénicos) y, por tanto, aumentado el gasto público. Este recurso natural se ha convertido en una amenaza para la salud.⁹

Dado que el fluoruro es inodoro, insípido y transparente, su presencia en una fuente de agua subterránea puede pasar desapercibida hasta que finalmente se analice la fuente. Sin embargo, la calidad del agua subterránea en general y la concentración de fluoruro, en particular, a menudo no se analizan en muchas zonas del mundo. Para determinar dónde es probable que se encuentren altas concentraciones de fluoruro y así acelerar su ritmo de descubrimiento, se pueden crear mapas de predicción geoespacial de alta resolución que aprovechen las concentraciones de fluoruro conocidas y las condiciones naturales relacionadas con la acumulación de fluoruro en el agua subterránea.¹⁰

Usos y beneficios del uso de fluoruros en la salud humana

Las investigaciones sugieren que el fluoruro es más eficaz en la prevención de la caries cuando se mantiene constantemente un nivel bajo de fluoruro en la cavidad bucal. Importantes reservorios de este fluoruro se encuentran en la placa, la saliva, en las superficies de los tejidos blandos orales y en forma suelta en las superficies del esmalte. Las estrategias que proporcionan una exposición regular y de bajo nivel al fluoruro en la comunidad, como agua fluorada, sal, leche y pasta dental con fluoruro, son superiores en términos de hacer que el fluoruro esté ampliamente disponible de manera rentable, en comparación con aplicaciones profesionales, en particular de geles y barnices fluorados de alta concentración. El método de acción de estos últimos productos también se basa en el mantenimiento de un nivel bajo continuo de fluoruro en la superficie del esmalte mediante la liberación lenta de fluoruro de los depósitos de fluoruro de calcio formados en la superficie del diente en el momento de la aplicación.

Cuando está presente en la placa dental y la saliva, retrasa la desmineralización y promueve la remineralización de las lesiones incipientes del esmalte, un proceso de curación antes de que se establezcan las caries. El fluoruro también interfiere con la glucólisis, el proceso mediante el cual las bacterias cariogénicas metabolizan los azúcares para producir ácido. En concentraciones más altas, tiene una acción bactericida sobre bacterias cariogénicas y otras. El fluoruro se está utilizando ampliamente a escala mundial, aunque pocos países en desarrollo tienen en funcionamiento programas de fluoración a gran escala. El uso de pasta dental con flúor es casi universal en los países desarrollados y se considera que ha desempeñado un papel importante en la gran reducción de la caries dental observada desde la década de 1970. Sin embargo, en los países en desarrollo, incluso donde el uso de pasta dental con fluoruro se está volviendo más común, su uso no es la norma. Se pueden encontrar áreas similares en América y Sudáfrica.

Los estudios sugieren que, cuando se ingiere fluoruro durante el período de desarrollo dental, los hace más resistentes al desarrollo posterior de caries. El agua fluorada también tiene un efecto tópico significativo además de su efecto sistémico. Es bien sabido que las concentraciones de fluoruro en saliva y en placa están directamente relacionadas con la concentración de F- en el agua potable, esto aumenta el valor del fluoruro en la prevención de la caries. Es probable que ayudar a la remineralización sea la acción más importante del fluoruro. ¹¹

La concentración de fluoruro en los dientes refleja la disponibilidad general de fluoruro durante la formación de los dientes y variará según el tiempo de exposición y la ingesta de fluoruro. Las mayores concentraciones de fluoruro en el esmalte se encuentran en la superficie y pueden rondar los 2000 mg/kg en personas que residen en regiones no fluoradas (lo que representa una sustitución del 6% de OH- por F- en hidroxiapatita) y 3000 mg/kg (8 % sustitución de OH- por F-) en zonas fluoradas. Estas concentraciones caen bruscamente después de los 10-20 μm más externos del esmalte a niveles que van desde cientos de mg/kg hasta alrededor de 50 mg/kg, dependiendo de si el área está fluorada o no. Más allá de esta profundidad, el contenido de fluoruro permanece bastante constante hasta la unión esmalte-dentina, en contraste con el hueso y la dentina, donde la acumulación de fluoruro continúa durante toda la vida. Una vez que el esmalte humano está completamente formado, su concentración de fluoruro sólo puede alterarse permanentemente en las regiones subsuperficiales, como resultado de un traumatismo causado, por ejemplo, por caries, erosión o abrasión. Sin embargo, en las capas superficiales más externas, las concentraciones de fluoruro son independientes de los procesos de desmineralización y remineralización y pueden aumentar debido a la difusión de fluoruro desde el entorno bucal, que puede variar según la exposición a fuentes de fluoruro ingeridas, agentes terapéuticos y saliva y placa dental. A diferencia del esmalte, la dentina sigue acumulando flúor durante toda la vida. El contenido de flúor de la dentina se obtiene enteramente por vía sistémica. Dentro de la dentina, la concentración de fluoruro es generalmente más alta que la de la mayor parte del esmalte y tiende a aumentar gradualmente desde la unión esmalte-dentina hasta la superficie pulpar de la dentina. Esto puede proporcionar algún beneficio en combinación con fuentes adicionales de fluoruro, ya que se requiere una mayor concentración de fluoruro en la dentina para inhibir la desmineralización y mejorar la remineralización, en comparación con el esmalte. ¹¹

Toxicología

De la misma manera que los fluoruros pueden traer beneficios para la salud bucal de las personas en concentraciones moderadas, lo contrario puede ocurrir cuando

se rebasan los límites permisibles de ingesta, trayendo múltiples problemas a la salud dependiendo de cuándo y por cuánto tiempo haya una sobreexposición al flúor.

Beber o ingerir demasiado fluoruro durante el período de formación de los dientes puede producir cambios visibles en los dientes. Esta condición se conoce como fluorosis dental. La severidad de estos efectos aumenta a medida que los niveles de fluoruro aumentan. La fluorosis dental ocurre solamente durante el período de formación de los dientes. ¹²

En cuanto al papel del flúor en la salud bucal, Dean y colaboradores informaron en 1942 que la fluorosis dental se presentaba con una menor incidencia de caries en los individuos expuestos. Asimismo, Dean concluyó que el contenido de flúor en el agua de suministro actúa como un agente inhibidor. Se encontró una relación inversa entre el flúor en el agua de suministro y la aparición de caries dentales. A partir de ese momento, nació un nuevo paradigma que sugería que, para obtener su efecto cariostático óptimo, el flúor tenía que integrarse en el esmalte dental durante el desarrollo, lo que implicaba que era inevitable tener cierta prevalencia y gravedad de fluorosis a cambio de una reducción en la prevalencia y gravedad de caries entre la población infantil. ¹³

El flúor es un oligoelemento necesario para mantener una fisiología sana y normal en los seres humanos. Es necesario para la formación del esmalte y tiene un efecto protector contra la osteoporosis. La principal fuente de flúor en el cuerpo humano es la ingesta de agua subterránea contaminada (la concentración máxima es de 30 a 50 ppm) o a través de diferentes alimentos. Pueden producirse reacciones adversas cuando los seres humanos toman 0,15 mg/kg de flúor por vía oral todos los días. Los adultos pueden morir después de ingerir entre 16 y 64 mg/kg de flúor y la ingestión de entre 3 y 16 mg/kg de flúor es mortal para los niños. ¹⁴

Fluorosis dental

La fluorosis dental es una alteración del desarrollo del esmalte dental, causada por exposiciones sucesivas a altas concentraciones de fluoruros durante el desarrollo del diente, lo que lleva a un esmalte con menor contenido mineral y mayor porosidad. La gravedad de la fluorosis dental depende de cuándo y durante cuánto tiempo ocurre la sobreexposición al fluoruro, la respuesta individual, el grado de actividad física, los factores nutricionales, el peso y el crecimiento óseo, lo que sugiere que dosis similares de fluoruro pueden conducir a diferentes niveles de fluorosis dental. ¹⁵

La fluorosis involucra cualquier tipo de fluoruro ingerido durante la etapa de formación de los dientes, la concentración de fluoruro natural presente en la dieta también puede constituir un riesgo de fluorosis en niños pequeños y por ello ha sido objeto de múltiples investigaciones. Afecta a la población infantil y adolescente causando afectaciones irreversibles de la estructura dentaria a lo largo de su vida;

de acuerdo con la severidad de la fluorosis, ocasiona pérdida de estructura dentaria, mayor susceptibilidad a la caries dental y afectación de la apariencia estética de la sonrisa. ¹⁶

Este defecto puede suceder a lo largo del desarrollo del diente, tiempo en el que la ingesta de agua repercute en la formación del esmalte, entre 20 y 36 meses de vida para la dentición permanente y en la vida intrauterina para la dentición temporal, aunque en esta última la fluorosis es menos frecuente. En el proceso de amelogenénesis se requiere que los ameloblastos o células formadoras de esmalte transporten minerales (HPO_2 , CO_2 , Na^+ , F^-) y aminoácidos del plasma al interior de la célula, para originar las proteínas del esmalte, secretarlas a la matriz extracelular y formar los cristales de hidroxiapatita. Las principales proteínas son la amelogenina, ameloblastina, enamelina y tuftelina; metaloproteínas de matriz como la MMP-20 y calicreína4 (KLK4).

Las MMP-20 degradan proteínas en la etapa de secreción y maduración, pero al iniciar la maduración dejan de producirse y comienzan a formar KLK4 que modifican la matriz proteica del esmalte, remodelan la zona orgánica para que ese espacio sea ocupado por la parte inorgánica y los cristales de hidroxiapatita tengan mayor grosor. La incorporación del flúor (F^-) a la estructura del esmalte, genera alteraciones en el transporte vesicular de los ameloblastos y en la degradación intracelular de proteínas de la matriz, retrasando la eliminación de proteínas, principalmente de amelogeninas, lo que impide el engrosamiento de los cristales y conduce a una mineralización incompleta; además inhibe la calicreína, responsable de la reabsorción de la parte orgánica y por esta razón no se realiza en los tiempos y en las cantidades necesarias, como resultado, la mineralización del esmalte genera una estructura con cristales débiles.

A nivel macroscópico se puede observar anomalías en la superficie y subsuperficie del esmalte que se caracterizan por incremento en la permeabilidad y la generación de manchas opacas blanquecinas, estriaciones moteadas y fisuras transversales de la superficie del esmalte dental, así como fosas discontinuas con zonas de sub mineralización, que forman pigmentaciones con el transcurso del tiempo hasta formar manchas de color marrón que pueden ocasionar fracturas de la superficie y alteración de la morfología dental con aparición de otras patologías orales. ¹⁷

La fluorosis dental puede presentarse en diversas formas, desde una apariencia blanca reticular, apenas perceptible, hasta una forma más severa que puede ser clasificada como una alteración del desarrollo del esmalte. Cuando los dientes han erupcionado y el esmalte ya completó su formación, no se puede presentar fluorosis. Para este estudio, el nivel de fluorosis dental se determina usando el índice de Dean modificado y, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), consta de seis códigos (0-5) de la siguiente manera:

Normal-sano (código o nivel 0): La superficie del esmalte es suave, brillante y de color blanco-crema, pálido translúcido.

Muy leve (código o nivel 1): Pequeñas zonas opacas blancas como el papel, dispersas irregularmente en el diente, pero que afectan a menos del 25% de la superficie dental labial.

Leve (código o nivel 2): La opacidad blanca del esmalte es mayor que la correspondiente al código 1, pero abarca menos del 50% de las superficies.

Moderado (código o nivel 3): La opacidad blanca del esmalte es mayor que la correspondiente al código 2, abarca el 50% o más de las superficies dentales.

Severo (código o nivel 4): La superficie del esmalte está muy afectada y la hipoplasia es tan marcada que puede afectarse la forma general del diente. El diente presenta un aspecto corroído y manchas de color café.

Excluido (código o nivel 5 o 9): Es cuando el diente no esté presente, o cuando se presente menos de un tercio erupcionado, inclusive cuando presente otras alteraciones como amelogénesis imperfecta, restauraciones, prótesis fija, fracturas o dientes primarios.

El índice de Dean es el instrumento recomendado por la OMS para evaluar la fluorosis dental.¹⁸

Según la literatura hay varios factores causales para la aparición de fluorosis dental, como el nivel de educación de los padres, sus ingresos económicos, tipo de método de alimentación infantil, el uso de leche de fórmula y su duración, tipo de agua para preparar la fórmula, edad de inicio de cepillado con pasta fluorada.

Sin embargo, durante el período crítico del desarrollo de los dientes en la primera infancia, las principales fuentes dietéticas de fluoruro son las fórmulas infantiles reconstituidas, los alimentos y el agua de destete.

Normalmente se considera que una alta concentración de fluoruro en el agua potable es la principal fuente de fluoruro ingerible. Además, el uso de dentífricos, geles, enjuagues bucales y topificaciones con flúor son otros factores de riesgo para la fluorosis dental.

Asimismo, factores demográficos como la altitud y el lugar de residencia han sido considerados en otros estudios como factores de riesgo.¹⁹

En la Ciudad de México, Molina-Frechero reportó una prevalencia de 53%; 39.6% siendo muy leve, 7.21% leve, 6.3% moderada o severa.²⁰

Se observó una mayor prevalencia de DF (Dental Fluorosis en inglés) en niños que recibieron aplicaciones tópicas de flúor en comparación con los niños que no recibieron dichas aplicaciones. Además, en los niños que comenzaron a cepillarse los dientes antes de los cuatro años tenían fluorosis, en comparación con los niños que no se cepillaron los dientes antes de los cuatro años.²¹

Objetivo

Analizar la concentración de fluoruros en pozos de agua potable de la alcaldía Iztapalapa de la CDMX.

Objetivo específico

1. Identificar qué zona se encuentra con una mayor concentración de fluoruros de los pozos analizados.
2. Conocer que Zona de la alcaldía Iztapalapa es más susceptible a desarrollar algún problema de fluorosis o relacionado con el flúor.

Metodología

Zona de estudio

El siguiente estudio cuantitativo se realizó en la Ciudad de México, en la alcaldía Iztapalapa, para determinar la cantidad de ppm de fluoruros en el agua potable de la zona. El presente trabajo fue descriptivo y experimental en torno a la concentración de fluoruro en el agua de consumo humano. Éstas se recolectaron en recipientes de plástico de 200 mL, que fueron lavados tres veces con agua desionizada; los recipientes se rotularon con el número de muestra, pozo del cual provienen y ubicación.



Imagen. Muestras envasadas y rotuladas.

Este procedimiento se realizó antes de tomar la muestra para agilizar y garantizar la identificación del muestreo.

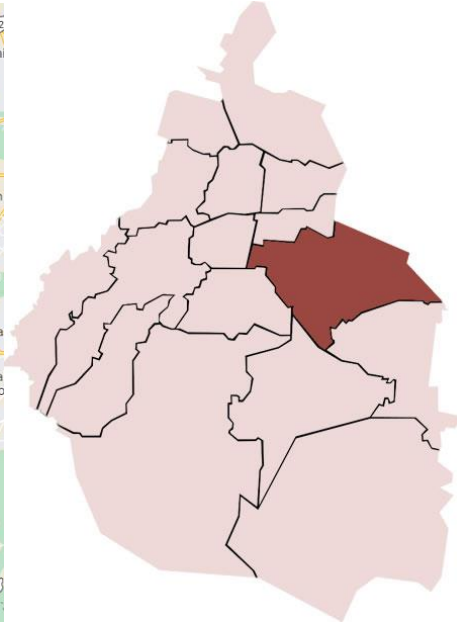
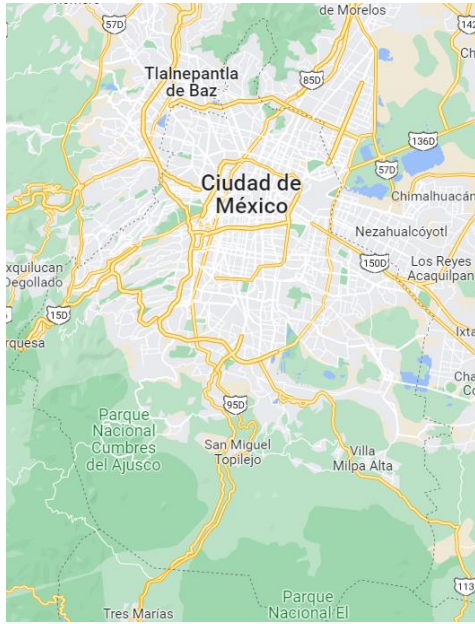
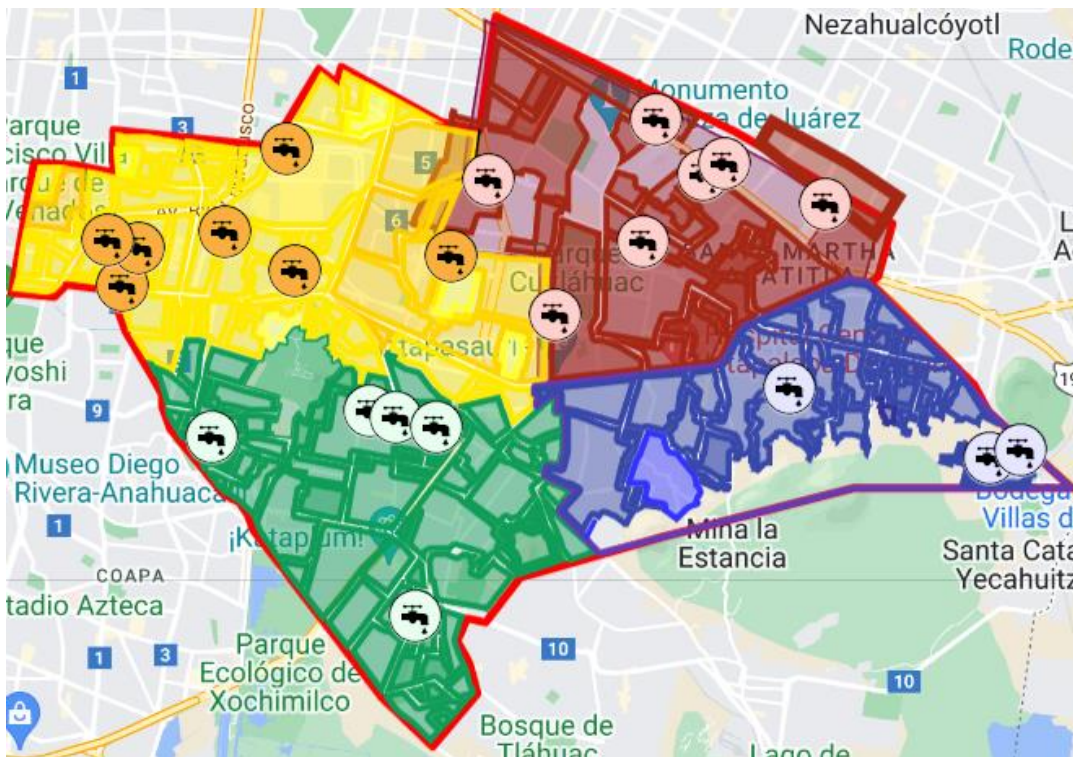


Imagen. Ciudad de México y localización de la Alcaldía Iztapalapa.

Para este caso se dividió la alcaldía en 4 zonas para una mayor facilidad de estudio por sectores, siendo éstas las zonas Noroeste, Nordeste, Suroeste y Sureste.



De igual manera, para dicho estudio se tomaron muestras de agua de los pozos comprendidos en estas 4 zonas y que corresponden a los siguientes por zonas.

Tabla 1.- Zona, nombre y dirección de cada pozo donde se recogieron muestras.

Zona	Nombre del pozo	Dirección
	La viga #1	Calz. La viga 1850, Mexicaltzingo
	La viga#2	Av. Ote 160 y Rnto. 105 Col. Modelo
Noroeste	Sifón	Área Federal, Central de Abastos, Iztapalapa
	Sector popular 2	Rodolfo Usigli y Sur 103-A Col. Sector popular
	Iztapalapa Centro	San Lucas, Iztapalapa Centro
	Iztapalapa 4	Josué Escobedo 276, U.H. Vicente Guerrero
	Granjas San Antonio	Culturas prehispánicas 151-185, Granjas San Antonio
Noreste	Peñon #1	Pablo García 848, Juan Escutia
	Peñon #5	Rosalio Bustamante S/N, Zona urbana Ejidal, Santa Martha Acatitla
	Tecomitl	Pozo Tecomitl, Chinam. Pac de Juárez.
	Xotepingo 4C	Francisco Cesar Morales, Zona Urbana Ejidal, Sta. Martha Acatitla Nte.
	El salado	Área Federal Parque Ecológico el Salado
	Vicente Guerrero	Av. Sta. Cruz Meyehualco 181
	Peñon #2	Esq. Sebastián Barriguetete Andrade, Eje 5 sur
Suroeste	Unidad Modelo	San Juan Xalpa, Cl. Carril Cañetes
	Xotepingo 1-A	San Juan Xalpa, Av. San Lorenzo
	Sector popular #3	Estrella 501, San Lorenzo Tezonco
	Cerro de la estrella #3	Zona Urbana Ejidal Estrella Culhuacán, Marina Nacional
	Sta. Catarina #11	Panteón civil San Lorenzo Tezonco, Periférico Oriente
Sureste	San Lorenzo Tezonco	Calle Pino, Emiliano Zapata, Iztapalapa
	Pozo Extracción agua	Entre Calle Virgen y carretera México-Puebla, Emiliano Zapata
	Purísima 5	C. 2 MZ8 LT10, Lomas de la Estancia

Así mismo, se estableció la relación de los pozos con las colonias a las que abastecía por cada una de las zonas

Pozo Tecomitl			Pozo Peñón 2			Pozo Peñón #1		
col. Tepalcates			col. Álvaro Obregón			Pueblo San Lorenzo Xicoténcatl		
col. Unidad Habitacional Ejercicio Constitucional			col. Ejército de Agua Prieta			col. Juan Escutia		
col. Chinampac de Juárez			col. Monte Albán			col. Ejército de Oriente		
col. Renovación			col. Santa María Aztahuacán					
			col. Paraje Zacatepec					
			Pueblo Santa María Aztahuacán					
Pozo Peñón 5			PLANTA DE BOMBEO VICENTE GUERRERO			PLANTA DE BOMBEO EL SALADO		
Pueblo San Sebastián Tecoloxtitla			col. Amp. Santa María Aztahuacán			col. Ermita Zaragoza		
col. Ejército de Oriente Peñón			col. Santa Cruz Meyehualco			col. El Edén		
col. Santa Martha Acatitla Sur						Pueblo Santa Martha Acatitla		
col. José María Morelos y Pavón			Pozo Xotepingo #4-C SACMEX					
			col. Santa Martha Acatitla Norte					
			col. El Paraíso					

Tabla – Colonias de la zona nordeste con sus respectivos pozos de abastecimiento.

Planta Potabilizadora POZO Purísima 5			Pozo San Lorenzo Tezonco			Pozo De Agua Potable		
Pueblo Santa Cruz Meyehualco			col. Barranca de Guadalupe			col. San Miguel Teotongo Secc. Puente		
col. Reforma Política			col. Tonorios			col. San Miguel Teotongo Secc. Ranchito		
col. Degollado			col. Lomas de la Estancia			col. Amp. Emiliano Zapata		
col. Desarrollo Urbano Quetzalcóatl			col. San Pablo			col. San Miguel Teotongo Secc. Corrales		
col. Lomas de Santa Cruz			col. Miravalles			col. San Miguel Teotongo Secc. Avisadera		
col. San José Buenavista			col. Iztlahuacán			col. San Miguel Teotongo Secc. Rancho Bajo		
col. Buenavista						col. San Miguel Teotongo Secc. Guadalupe		
col. Palmitas						col. San Miguel Teotongo Secc. Loma Alta		
col. Citlalli						col. San Miguel Teotongo Secc. la Cruz		
col. Xalpa						col. San Miguel Teotongo Secc. Capilla		
col. Miguel de la Madrid Hurtado						col. San Miguel Teotongo Secc. Jardines		
col. Santiago Acahualtepec 2a Amp.						col. San Miguel Teotongo Secc. Palmitas		
col. Santiago Acahualtepec 1a Amp.						col. San Miguel Teotongo Secc. Acorrolado		
Pueblo Santiago Acahualtepec						col. San Miguel Teotongo Secc. Iztlahuaca		
col. Lomas de Zaragoza						col. San Miguel Teotongo Secc. Mercedes		
						col. San Miguel Teotongo Secc. Torres		
						col. Campestre Potrero		

Tabla – Colonias correspondientes a la zona Sudeste con sus respectivos pozos de abastecimiento.

Pozo Granjas San Antonio SACMEX	La Viga #1	Pozo Sifon			
col. Granjas de San Antonio	Pueblo Mexicaltzingo	col. Central de Abasto			
Barrio Santa Bárbara	col. Granjas Esmeralda	col. Paseos de Churubusco			
Pueblo Aculco	col. Progreso del Sur	col. Real del Moral			
col. Jardines de Churubusco	col. Valle del Sur	col. Dr. Alfonso Ortiz Tirado			
col. Nueva Rosita	col. Minerva	col. Cuchilla del Moral			
col. Purísima Atlazopa	col. Los Cipreses	col. Guadalupe del Moral			
col. Los Picos	col. Santa Isabel Industrial	col. Leyes de Reforma 3a Secc.			
col. San José Aculco	col. Estrella del Sur	col. Sideral			
	col. Amp. Ricardo Flores Magón	col. Leyes de Reforma 2a Secc.			
Pozo Iztapalapa Centro	Pozo Iztapalapa 4	POZO SECTOR POPULAR 2	Pozo La Viga 2		
col. Ricardo Flores Magón	col. Leyes de Reforma 1a Secc.	col. Héroes de Churubusco	col. El Retoño		
Barrio San Lucas	col. Albarrada	col. Sector Polular	col. San Andrés Tetepilco		
col. Amp. El Santuario	Barrio San Miguel	col. El Sifón	col. Sinatel		
col. El Santuario	col. Los Ángeles	Pueblo San Juanico Nextipac	col. Amp. Sinatel		
Barrio San Ignacio	col. Eva Sámano de López Mateos	Pueblo Magdalena Atlazolpa	col. Zacahuitza		
Barrio La Asunción	col. Progresista	col. Amp. El Triunfo	col. Justo Sierra		
Barrio San José	col. Amp. San Miguel	col. El Triunfo	col. Banjada		
Barrio San Pedro	col. La Regadera	col. Apatlaco	col. El Prado		
Barrio San Pablo	col. Unidad Habitacional Vicente Guerrero	col. Escuadrón 201	col. Cacama		
col. El Molino	col. Constitución de 1917	Pozo Granjas San Antonio SACMEX	col. Unidades Modelo		
col. Santa María del Monte	col. Iztapalapa	col. Granjas de San Antonio			
col. Amp Veracruz	col. Jacarandas	Barrio Santa Bárbara			
col. Estado de Veracruz	col. Los Ángeles Apandaya	Pueblo Aculco			
col. Plan de Iguala	col. La Era	col. Jardines de Churubusco			
col. Lomas El Manto		col. Nueva Rosita			
col. El Manto		col. Purísima Atlazopa			
col. Paraje San Juan Cerro		col. Los Picos			
col. San Miguel 8a Amp.		col. San José Aculco			

Tabla – Colonias correspondientes a la zona Noroeste con sus respectivos pozos de abastecimiento.

Pozo Cerro De La Estrella #1	Pozo Sector popular n.3	SACMEX Sta. Catarina #11
Pueblo Los Reyes Culhuacán	col. Casa Blanca	col. El Vergel
Barrio San Antonio Culhuacán	col. Presidentes de México	col. José López Portillo
col. Amp. Los Reyes	col. Año de Juárez	col. Valle de San Lorenzo
Barrio Tula	col. Las Peñas	col. Allepetalli
col. San Antonio Culhuacán	col. Carlos Hank González	col. Celdalliotli
col. Estrella Culhuacán	col. Insurgentes	col. La Planta
col. San Andrés Tomatlán	col. Mixcoatl	col. El Rosario

Pueblo San Andrés Tomatlán	col. Consejo Agrarista Mexicano	Pueblo San Lorenzo Tezonco
Pueblo Santa María Tomatlán	col. Puente Blanco	Barrio San Lorenzo
col. Fuego Nuevo	col. Lomas de San Lorenzo	col. El Molino Tezonco
Col 12 de Diciembre	Límite Ecológico	Barrio San Antonio
CERRO DE LA ESTRELLA	col. El Triángulo	col. Jardines de San Lorenzo Tezonco
col. El Mirador	col. El Polvorillo	col. Cananea
Barrio San Simón Culhuacán		col. USCOVI
col. Valle de Luces		Barrio Guadalupe
Pueblo Culhuacán		col. La Esperanza
Pozo Unidad Modelo	Pozo Xotepingo 1 "A"	
col. San Nicolás Tolentino	col. Paraje San Juan	
col. San Juan Xalpa	col. Amp. Paraje San Juan	
col. Benito Juárez	col. San Juan Joya	
col. Granjas Estrella	col. Francisco Villa	
col. Lomas Estrella	col. El Rodeo	
col. Carlos Jonguitud Barrios	col. Bellavista	
	col. Amp. Bellavista	
	col. San Juan Estrella	
	col. Cerro de La Estrella	

Tabla – Colonias correspondientes a la zona Suroeste con sus respectivos pozos de abastecimiento.

Metodología para la cuantificación de fluoruros

La cuantificación de fluoruros se realizó con el método potenciométrico con electrodo ion selectivo (SECOFI 2001). Se utilizó un potenciómetro Orion 4 Star Thermo Electron Corporation. El método potenciométrico es adecuado para concentraciones de fluoruro entre 0.1 y 10 ppm; para controlar el pH, ajustar la fuerza iónica total y mantener libre el ion fluoruro en la solución, se requiere adicionar una solución TISAB (APHA 1998). Los análisis se llevaron a cabo el día de la recolección en el Laboratorio de Fluoruros de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. Se preparó una curva de calibración usando 21 soluciones estándar entre 0.01 y 10 ppm, con incrementos de 0.5 ppm de concentración. Se realizaron cuatro lecturas a cada muestra, que fueron registradas por medio del software Star Navigator y Lab Speed Navigator. El método analítico utilizado para determinar las concentraciones se validó con los parámetros de linealidad, repetibilidad, sensibilidad, exactitud y estabilidad de la muestra.

La exactitud se determinó utilizando el estándar de referencia certificado High Purity Standard de 100 ppm F⁻, con el que se prepararon tres concentraciones por dilución

estándar: baja (0.1 ppm), media (0.7 ppm), alta (1.5 ppm) dentro del intervalo de trabajo.

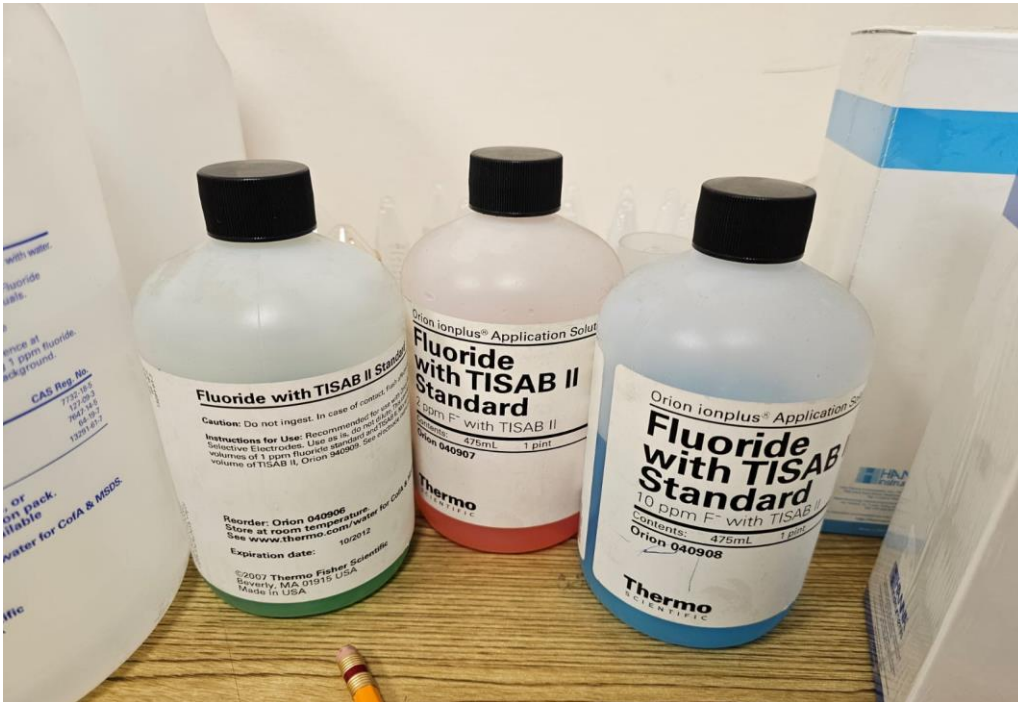


Imagen. TISAB II Standard con las tres variaciones de concentración empleados para el intervalo de trabajo.

El contenido de fluoruro fue analizado y cuantificado como lo establece la NMX-AA-077-SCFI-2001, utilizando el método potenciométrico. Los resultados fueron analizados de acuerdo con las características de la zona. De acuerdo con las condiciones del lugar como altura media de 2240 msnm y condiciones climáticas, la población absorbe mayor cantidad de fluoruros, considerando nivel óptimo de 0.5ppm de F- para lograr efecto no toxico en el odontoblasto.



Imagen. Potenciómetro calibrado y listo para obtener datos de las diluciones preparadas.

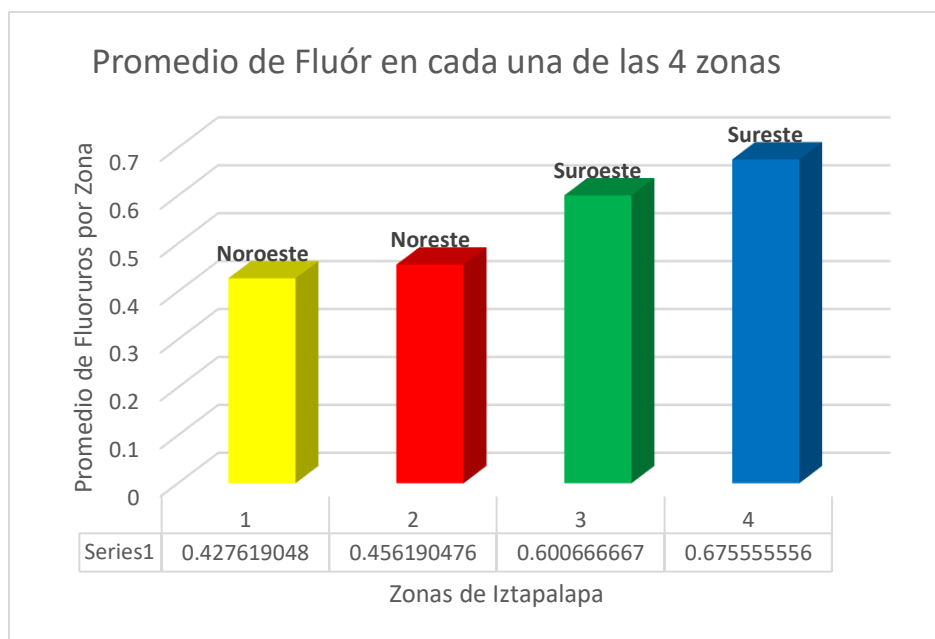
Resultados

La concentración de fluoruros en las muestras de agua varió entre 0.31 a 0.77 ppm, con una concentración promedio de 0.51 ppm. En la zona Noroeste, se obtuvo un rango entre 0.31-0.55 (con media 0.42); En la Noreste 0.34-0.60 (0.45); en el Suroeste 0.43-0.75 (0.60); y en el Sureste 0.48-0.77 (0.67).

Tabla – Lecturas obtenidas de las muestras de cada pozo y la media resultante de fluoruros en cada muestra, así como el total por zona y total final.

Nombre del pozo	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	% - Muestra	% - Zona
La viga #1	0.62	0.63	0.51	0.58666667	
La viga#2	0.53	0.55	0.52	0.53333333	
Sifón	0.36	0.34	0.32	0.34	
Sector popular 2	0.33	0.35	0.31	0.33	
Iztapalapa Centro	0.37	0.36	0.33	0.35333333	
Iztapalapa 4	0.44	0.42	0.42	0.42666667	
Granjas San Antonio	0.42	0.43	0.42	0.42333333	0.42761905
Peñon #1	0.46	0.52	0.51	0.49666667	
Peñon #5	0.45	0.43	0.43	0.43666667	
Tecomitl	0.42	0.42	0.41	0.41666667	
Xotepingo 4C	0.47	0.46	0.34	0.42333333	
El salado	0.52	0.52	0.6	0.54666667	
Vicente Guerrero	0.48	0.47	0.47	0.47333333	
Peñon #2	0.38	0.41	0.41	0.4	0.45619048
Unidad Modelo	0.64	0.63	0.63	0.63333333	
Xotepingo 1-A	0.66	0.71	0.71	0.69333333	
Sector popular #3	0.73	0.75	0.74	0.74	
Cerro de la estrella #3	0.44	0.44	0.43	0.43666667	
Sta. Catarina #11	0.48	0.51	0.51	0.5	0.60066667
San Lorenzo Tezonco	0.76	0.75	0.75	0.75333333	
Pozo Extracción agua	0.77	0.77	0.76	0.76666667	
Purísima 5	0.53	0.51	0.48	0.50666667	0.67555556
				0.50984848	← TOTAL

Gráfico – Representación en barras de las medias de concentraciones de fluoruros encontrados en cada zona.



Discusión

En este trabajo se realizó el estudio del agua de 21 pozos de agua potable localizados en la alcaldía Iztapalapa la cual a su vez fue dividida en 4 zonas, siendo estas noroeste, noreste, suroeste y sudeste; Los valores obtenidos fueron 0.31-0.55 ppm (con una media 42); 0.34-0.60 (.45); 0.43-0.75 (0.60); y 0.48-0.77 (0.67) respectivamente y obteniendo una media total de 0.50984848, evidenciando así que las dos zonas comprendidas en el sur de la alcaldía son las que se encontraron con mayor concentración de fluoruros, aunado a que el agua potable no es la única fuente en la que la población ingiere fluoruros, ya que se encuentra en la sal fluorada, bebidas embotelladas, pastas dentales y topicaciones de flúor.

De igual manera, la desinformación de la población referente al uso de Dentífricos adicionados con flúor en población infantil vuelve más vulnerable a los niños a padecer fluorosis dental, al no considerar las otras fuentes de obtención de fluoruros a las que están expuestos, como lo menciona Marinho, V. C. (2003).

Es de vital importancia prestar atención a los niveles de flúor que se pueden encontrar en los pozos de agua potable, especialmente en este caso de la alcaldía Iztapalapa por la sobre perforación cada vez más profunda para alcanzar los diferentes mantos acuíferos ya que como lo expuso Galicia Chacón L. (2011); la composición del terreno circundante a estos mantos por la agregación natural de fluoruros puede aumentar la concentración de ingesta en la población; por ello, buscar regularizar las tomas y pensar en métodos de desfluoridación para garantizar agua potable óptima para el consumo humano.

En la región suroeste en el pozo sector popular #3, las concentraciones fueron de 0.73 y en la zona sureste el pozo San Lorenzo Tezonco se encontró una concentración de 0.75 y el pozo de extracción de agua con 0.77

Debido a que cuando existen concentraciones arriba de 0.7, esa población no debería usar sal fluorada pero que actualmente esas zonas su sal si cuenta con fluoruros.

Conclusión

Los niveles de fluoruros encontrados, analizando los rangos, podemos concluir que, en las dos zonas sur, los niveles fueron superiores. Además, debemos tener presente que, en esta alcaldía, la población consume sal fluorada y generalmente las pastas dentales contienen concentraciones altas de fluoruros, por lo que, los resultados serian elevados en las cuatro zonas de estudio. Además, debemos tener presente que estas mediciones se hicieron durante el periodo de lluvia que es cuando se encuentra generalmente una menor concentración de fluoruros en el agua, resaltando así, que, en temporadas bajas de lluvia, las concentraciones de flúor serán mayores y por ende la toxicidad presente en el organismo y las probabilidades de desarrollar alteraciones del esmalte también se incrementarán.

Bibliografía

- 1- Amalraj A, Pius A. Health risk from fluoride exposure of a population in selected areas of Tamil Nadu South India. *Food Science and human wellness*. 2013;2;75-86.
- 2- Armienta MA, Segovia N. Arsénico y fluoruro en las aguas subterráneas de México. *Geochem ambiental health*. 2008;30:345-353.
- 3- Galicia Chacón L, Molina Frechero N, Oropeza Oropeza A, Gaona E y Juárez López L. Análisis de la concentración de fluoruro en agua potable de la delegación tláhuac, ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 2011;27;4;283-289.
- 4- Pancca O, Palomino G. Remoción del fluoruro en agua potable por precipitación-floculación con policloruro de aluminio y lechada de cal. *Revista ciencia Agraria*. 2022;1;2;7-16.
- 5- Gevera, P., Mouri, H., & Maronga, G. Occurrence of fluorosis in a population living in a high-fluoride groundwater area: Nakuru area in the Central Kenyan Rift Valley. *Environmental Geochemistry and Health*. 2018. doi:10.1007/s10653-018-0180-2
- 6- Alia S, Fakhrib Y, Golbinic M, Kumar Thakurd S, Alinejade A, et al. Concentration of fluoride in groundwater of India: A systematic review, meta-analysis and risk assessment. *Groundwater for Sustainable Development*. 2019;9;1-10.
- 7- Kinambo V, Bhattacharya P, Mtalo F, Mtamba J, Ahmad A. Fluoride occurrence in groundwater systems at global scale and status of defluoridation – State of art. *Groundwater for sustainable Development*. 2019;9;100223
- 8- Herrera, M. T. A., Martín-Alarcon, D. A., Gutiérrez, M., Cuevas, L. R., Martín, A., Olmos Márquez, M. A., & Bundschuh, J. (2019). Co-occurrence, possible origin, and health-risk assessment of arsenic and fluoride in drinking water sources in Mexico: Geographical data visualization. *Science of The Total Environment*, 2019.134168. doi:10.1016/j.scitotenv.134168
- 9- Priyadarsi DR, García Arriola OA, Selvam S, Vargas Martínez IG, Sánchez Zavala JL. Evaluation of water from Lake Coatetelco in central south Mexico and surrounding groundwater wells for drinking and irrigation, and the possible health risks. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023;30:115430–115447.
- 10- (Podgorski J. 2022) Podgorski, J., Berg, M. Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. *Natural Communications*. 2022;4232;13
- 11- O'Mullane DM, Baez RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, et al. Fluoride and Oral Health. *Community dental Health* 2016;33:69-99.

- 12- ATSDR. Fluoruros, Fluoruro de Hidrogeno y Flúor. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2024. www.cdc.gov/about/divisions-offices/atsdr.html consultado: 12 de diciembre del 2023
- 13- Revelo-Mejía, I. A., Hardisson, A., Rubio, C., Gutiérrez, Á. J., & Paz, S. Dental Fluorosis: the Risk of Misdiagnosis—a Review. *Biological Trace Element Research*. 2020. doi:10.1007/s12011-020-02296-4
- 14- Shouyan Wu, Yajing Wang, Mujahid Iqbal, Khalid Mehmood, Ying Li, Zhaoxin Tang, Hui Zhang, Challenges of fluoride pollution in environment: Mechanisms and pathological significance of toxicity – A review, *Environmental Pollution*, Volume 304, 2022, 119241, ISSN 0269-7491, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119241>.
- 15- Abanto JA, Rezende KMPC, Marocho SMS, Alves FBT, Celiberti P, Ciamponi AL. Fluorosis dental: exposición, prevención y manejo. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009;14(2): E103-7.
- 16- Posada-Jaramillo GA, Restrepo-Puerta AM. Factores de riesgo ambientales y alimentarios para la fluorosis dental Andes, Antioquia 2015. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*. 2017; 35(1): 79-90. DOI:10.17533/udea.rfnsp.v35n1a09
- 17- Covalada Rodriguez J, Torres Peñuela A, Sánchez Esparza M, Pineda R, Silva Borrero V, Parra Galvis D, Rodríguez Lara C, Aguilera Rojas S, Revelo Mejía I. Abordaje clínico mínimamente invasivo de fluorosis dental en estadios de TF1 a TF5. Revisión sistemática. *Avances en Odontostomatología*. 2021; 37, (2): 87-93.
- 18- Estrada Valenzuela, C. M., & Llodra Calvo, J. C. Fluorosis dental en una muestra de adolescentes del estado de Coahuila, México. *Acta Universitaria*. 2019; 29; e1992.
- 19- Chumpitaz-Cerrate, V., Pardavé-Ponce, M.M., Chávez-Rimache, L., Erazo-Paredes, C., Pérez-Jimenez, V. - Fluorosis dental en adolescentes de Instituciones Educativas de Lima. *Odontología Vital*. 2023; 38; 1; 34-44.
- 20- Molina-Frechero N, Castañeda-Castaneira RE, Hernández-Guerrero JC, Robles-Pinto G. Dental fluorosis in schoolchildren in a borough of Mexico City. *Rev Mex Pediatr* 2005;72(1):13-16.
- 21- Aguilar-Díaz, F. D. C., Morales-Corona, F., Cintra-Viveiro, A. C., & De la Fuente-Hernández, J. (2017). Prevalence of dental fluorosis in Mexico 2005-2015: a literature review. *Salud Pública de México*, 59(3, may-jun), 306. doi:10.21149/7764
- 22- Marinho, V. C., Higgins, J., Logan, S., & Sheiham deceased, A. 2003. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.cd002278

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA PLAZA

- **Ubicación:** El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- **Organización:** El servicio social se realizó para la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, específicamente, en el departamento de atención a la salud, en el área de investigación de ciencias clínicas en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, con el proyecto de investigación “**Determinación de los niveles de fluoruro en agua, bebidas de consumo y fluorosis dental en población de 12 años en las ciudades de Chihuahua, Durango y México**”, el cual está a cargo de la **Dra. Nelly María Molina Frechero, miembro del área de investigación de Ciencias Clínicas del Departamento de Atención a la Salud.**
- **Programas de servicio:** El departamento de investigación de ciencias clínicas está compuesta de diversos programas de servicio en clínicas e instituciones. Para este proyecto de investigación del que fui parte y que se titula “**Concentración de fluoruros en el agua de los pozos de la alcaldía Iztapalapa, CDMX**”, tiene los siguientes objetivos:
 - Analizar y determinar la concentración de fluoruros en los pozos de agua potable de la alcaldía Iztapalapa de la CDMX.
 - Identificar cual zona perteneciente a dicha alcaldía, presenta una mayor concentración de fluoruros en los pozos de agua para consumo humano.
 - Analizar y dar a conocer, cual de estas zonas tiene una mayor susceptibilidad a desarrollar problemas de fluorosis o relacionados con el flúor.

Como responsables del proyecto, se encuentra la Dra. Nelly María Molina Frechero y como médico colaborador, el Dr. Raúl Enrique Castañeda Castaneira, a través de este programa, se analizan los suministros de agua potable de diferentes ciudades y su estrecha relación con la salud y patología bucal ocasionada por una densa concentración de fluoruros en dichos suministros, de igual manera el uso, beneficios y contraindicaciones de aplicaciones de fluoruro en la población infantil, especialmente en zonas con entidades vulnerables y de bajos recursos.

CAPÍTULO IV: INFORME NÚMÉRICO NARRATIVO

A continuación, se presentan una serie de tablas con el tiempo en relación con las actividades realizadas durante el periodo del servicio social, mes por mes y que comprende de febrero del 2023 a finales de enero del 2024.

FEBRERO	Familiarización con los temas referentes a fluoruros.
	Planificación de métodos.
	Delimitación del objeto de estudio.
	Elección de zona a estudiar.
	Recopilación de bibliografía inicial.

MARZO	Se estableció el tema de investigación.
	Recolección, lavado con agua desionizada y rotulación de los tubos plásticos para las muestras.
	Armado del mapa con delimitación de colonias de la alcaldía Iztapalapa

ABRIL	Recopilación de bibliografía.
	Inicio de marco teórico
	Establecimiento de objetivos

MAYO	Recopilación de bibliografía.
	Aprendizaje de manejo de software SPSS.
	Localización de direcciones de los pozos existentes en la alcaldía Iztapalapa.
	Diferenciación y exclusión de los pozos que no eran de agua potable.

JUNIO	Planificación de rutas por días para la visita y recolección de muestras de agua de los pozos de agua potable en la alcaldía Iztapalapa.
	División de la alcaldía en 4 zonas con sus respectivas colonias.

JULIO	Delimitación de la alcaldía Tláhuac con la identificación de sus colonias como actividad ajena a mi proyecto.
	Localización de las direcciones de los pozos de agua existentes en Tláhuac.
	Diferenciación de pozos de agua potable de la no potable de la alcaldía Tláhuac.
	Realización de mapa de la alcaldía Tláhuac con los pozos de agua potable ubicados en él.

AGOSTO	Elaboración de Resumen para participar en “ XXVIII Simposio de ciencias de la salud 2020 ” en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
	Inscripción y envío de formulario para Simposio Iztapalapa.
	Elaboración de cartel para presentar en el simposio.

SEPTIEMBRE	Recolección de las muestras de agua en los diferentes pozos de la alcaldía Iztapalapa.
	Análisis y cuantificación de la concentración de fluoruros.
	Recopilación de bibliografía.

OCTUBRE	Recopilación de bibliografía.
	Introducción del trabajo de servicio social.
	Realización de tablas con los resultados obtenidos de las muestras de agua potable.
	Obtención de estadísticas y medias de las diferentes concentraciones de fluoruros en cada muestra.

NOVIEMBRE	Exposición en Simposio Iztapalapa en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
	Recolecta de muestras de agua de pozos potables ajenas a mi proyecto de investigación en alcaldía Tláhuac.
	Análisis y cuantificación de fluoruros de muestras obtenidas de pozos de agua potable de la alcaldía Tláhuac.

DICIEMBRE	Finalización de armado del marco teórico, metodología, resultados y descripción de la plaza.
	Uso del software SPSS para la obtención de datos analíticos.

ENERO	Elaboración de Discusión.
	Conclusión e informe numérico narrativo.
	Análisis de la información.
	Conclusiones del servicio social.
	Elaboración del índice.

CAPÍTULO V: ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

El presente proyecto de investigación tuvo como objeto de estudio los pozos de agua potable de la alcaldía Iztapalapa en la CDMX. Para ello, fue necesario utilizar un sistema de navegación de nombre “**My Maps**” que tiene como motor de búsqueda y localización a Google, el cual se utilizó para delimitar el territorio que comprendía a la alcaldía Iztapalapa con sus colonias localizadas y donde se ubicaron los diferentes pozos de agua potable en funcionamiento utilizando las direcciones investigadas, todo con el propósito de poder ver en tiempo real la localización y movimiento que llevaba a cabo mientras me dirigía a los diferentes pozos. En este mapa se decidió dividirlo en 4 zonas para mayor facilidad de estudio por sectores, siendo estas zonas: Noroeste, Noreste, Suroeste y Sudeste.

Se estableció la relación de los pozos con las colonias que estos abastecían para así poder conocer la población que más probabilidad tendría de ser afectada.

Así mismo, se utilizaron tubos plásticos de 200 mL para recolectar las muestras, los cuales fueron lavados tres veces con agua desionizada para asegurar que no quedase ningún residuo que pudiese afectar la futura medición de las muestras; los recipientes se rotularon con el número de muestra, nombre del pozo del cual proviene el agua y ubicación.

Para la cuantificación de Fluoruros se hizo uso de las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana, específicamente en el laboratorio de fluoruro, donde, utilizando un potenciómetro Orion 4 Star Thermo Electron Corporation y adicionando soluciones TISAB en preparados para las muestras, se llevó a cabo la medición de la concentración de fluoruro contenido en cada una mediante el método potenciométrico con electrodo ion selectivo, ya que es el más adecuado para concentraciones de fluoruro entre 0.1 y 10 ppm; la solución TISAB por otra parte, nos permite controlar el pH, ajustar la fuerza iónica total y mantener libre el ion fluoruro en la solución.

Se realizaron 4 lecturas de cada muestra y se registraron por medio del software Star Navigation y Lab Speed Navigator; el método analítico utilizado para determinar las concentraciones se validó con los parámetros de linealidad, repetibilidad,

sensibilidad, exactitud y estabilidad de la muestra. La exactitud se determinó utilizando el estándar de referencia High Purity Standard de 100 ppm F⁻, con el que se prepararon tres concentraciones por dilución estándar: baja (0.1 ppm), media (0.7 ppm), alta (1.5 ppm) dentro del intervalo de trabajo.

Una vez obtenidos y registrados los resultados, se calculó la media de concentración de cada muestra, zona y total y se importaron sobre gráficas utilizando el programa SPSS.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

El servicio social fue muy útil y educativo, ya que durante este periodo en que lo lleve a cabo, logre pulir un poco más mis destrezas y habilidades de investigación y experimentación así como gestión de bases de datos; de igual manera me permitió percatarme de un problema de salud bucal que no siempre esta condicionado con los cuidados de higiene que tiene el paciente y que es una problemática a nivel global que muchas veces por no estar regulado, la desinformación de la población y el uso desmedido de productos con fluoruros añadidos, pueden llegar a ocasionar problemas de salud permanentes y que en este caso, comprometen la integridad bucal. Es necesario dar a conocer a la población las concentraciones de fluoruros a las que están expuestos y con base en ello, informar y dar a conocer las fuentes adicionales en que añaden fluoruros a su organismo, así como los beneficios que puede llegar a tener el adquirirlos de forma controlada y sin exceder el limite recomendado, así como también todo aquello que puede ocurrir si se sobrepasan dichos limites, las consecuencias que puede tener en la población infantil y hacer conciencia a fin de que sean capaces de decidir de forma más informada la cantidad de fluoruros que añaden a su dieta diaria.

En ésta investigación, dos de las cuatro zonas sobrepasaron los limites recomendados de concentración de fluoruros pero se debe tomar en cuenta que no estamos contabilizando las fuentes externas que ingiere la población, como en el caso de la sal fluorada que se distribuye en esta población; así mismo, este trabajo se realizó en temporada fluvial lo cual influyo en resultados que generalmente son menores a comparación de las temporadas de sequía que se pueden encontrar mayores concentraciones de fluoruros, por esto, es de vital importancia concientizar a la población y autoridades competentes sobre la regulación de los fluoruros a los que tiene acceso la población.