



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Concentración de fluoruro en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Cirujano Dentista

AUTORA:

Roa Herrera, Karoline Paola (orcid.org/0000-0002-7872-2906)

ASESORA:

PhD. Salas Huamani, Juana Rosmeri (orcid.org/0000-0002-1226-2070)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la Salud y Desarrollo Sostenible

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

PIURA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis, a Dios, puesto que todo se lo debo a él. Con todo mi amor y cariño, a mis padres y hermanos, por ser mi motivación, por su sacrificio y esfuerzo para poder lograr mis metas, su apoyo incondicional y aliento en este recorrido académico de aprendizaje que no ha sido fácil, han sido mi fortaleza para salir adelante y poder superarme como persona y como profesional.

A mis queridos abuelos, que desde el cielo interceden ante Dios por mí, por guiarme en este largo camino. Finalmente, a todas aquellas personas que estuvieron conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar una etapa de mi vida, primeramente, agradezco a Dios por permitirme tener una experiencia académica gratificante, por guiarme y darme la sabiduría suficiente para mejorar mi labor como investigadora.

Agradezco a la Universidad César Vallejo, por haberme permitido llevar en ella mi formación académica y brindarme el apoyo necesario para hacer posible la ejecución de mi investigación.

A mi asesora Dra. Juana Rosmeri Salas Huamaní, por su apoyo, esfuerzo y dedicación en cada una de sus asesorías, puesto que fueron primordiales para lograr el éxito de la investigación.

Al Mg. Emeterio Marino Olivares de la Cruz, por su paciencia, ayuda que fueron fundamentales en el proyecto de tesis, y por capacitarnos en el laboratorio de la Universidad César Vallejo sobre el manejo de materiales e instrumentos que perfeccionaron nuestra técnica y brindarnos los conocimientos necesarios que llevaron al éxito de esta investigación.

Mi grato agradecimiento a la Universidad de Cartagena por la misión académica y al director del laboratorio de investigación en salud pública Dr. Farith Damián Gonzales Martínez y colaboradores por facilitarme el uso del laboratorio para poder realizar el análisis de las muestras y así poder hacer posible esta investigación.

Por último, agradezco a todas aquellas personas que me brindaron su ayuda para poder realizar el traslado de las muestras hacia el país de Colombia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SALAS HUAMANI JUANA ROSMERI, docente de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN AGUAS EMBOTELLADAS PARA CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE PIURA, 2024", cuyo autor es ROA HERRERA KAROLINE PAOLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 04 de Junio del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| SALAS HUAMANI JUANA ROSMERI DNI: 45724587 ORCID: 0000-0002-1226-2070 | Firmado electrónicamente por: JSALASHU el 04-06- 2024 16:51:36 |

Código documento Trilce: TRI - 0756007



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ROA HERRERA KAROLINE PAOLA estudiante de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN AGUAS EMBOTELLADAS PARA CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE PIURA, 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|---|
| ROA HERRERA KAROLINE PAOLA DNI: 74862591 ORCID: 0000-0002-7872-2906 | Firmado electrónicamente por: KPROAH el 17-06-2024 23:24:20 |

Código documento Trilce: INV - 1655007

Índice de Contenidos

| | |
|---|------|
| CARÁTULA..... | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR | iv |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTORA | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 11 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación:..... | 11 |
| 3.2 Variables y operacionalización | 11 |
| 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis | 12 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 14 |
| 3.5 Procedimientos..... | 14 |
| 3.6 Método de análisis de datos | 20 |
| 3.7 Aspectos éticos | 20 |
| IV. RESULTADOS | 21 |
| V. DISCUSIÓN..... | 24 |
| VI. CONCLUSIONES | 30 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 31 |
| REFERENCIAS | 32 |
| ANEXOS..... | 40 |
| Anexo 1. Tabla de Operacionalización de variables..... | 40 |
| Anexo 2. Ficha de recolección de datos | 41 |
| Anexo 3. Reporte de similitud de turnitin..... | 42 |
| Anexo 4. Certificado de capacitación virtual “Buena práctica clínica” | 43 |
| Anexo 5. Códigos de lotes de las aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en Piura | 44 |
| Anexo 6. Otras evidencias | 45 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Dosis de flúor en seres humanos según los Institutos Nacionales de Salud..... | 7 |
| Tabla 2. Marcas de aguas embotelladas comercializadas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura | 13 |
| Tabla 3. Niveles de concentración de fluoruros en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024. | 21 |
| Tabla 4. Niveles de concentración de fluoruros según lotes en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura. | 22 |
| Tabla 5. Niveles de concentración de fluoruros según marcas comerciales de aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura. | 23 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de aguas fluoradas en el mundo según la Sociedad Británica de Fluoración | 8 |
| Figura 2. Materiales e instrumentos empleados en el método directo. | 16 |
| Figura 3. Codificación de los tubos falcón para analizar los estándares de fluoruro | 16 |
| Figura 4. Preparación de los estándares de fluoruro con el uso de las pipetas y micropuntas | 17 |
| Figura 5. Lavado y secado del electrodo de ion selectivo de fluoruro | 18 |
| Figura 6. Lectura y construcción de la curva de calibración por el potenciómetro con el electrodo de ion selectivo de fluoruro | 18 |
| Figura 7. Codificación de las muestras de aguas embotelladas y tubos falcón. .. | 18 |
| Figura 8. Homogenización en Vortex y mezcla del TISAB II con la muestra de agua embotellada. | 19 |
| Figura 9. Posicionamiento de viales y medición de la concentración de fluoruro por el potenciómetro. | 19 |

RESUMEN

El agua es la principal fuente de ingesta de fluoruro, concentraciones adecuadas previenen caries dental y en exceso resultan perjudiciales para la salud oral por el desarrollo de la fluorosis dental u otros efectos tóxicos. **Objetivo:** Evaluar la concentración de fluoruro en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura. **Metodología:** La investigación es de tipo cuantitativa, básica, transversal de diseño no experimental y descriptiva. La muestra estuvo conformada por 11 marcas de aguas embotelladas, la concentración de fluoruro se midió por método directo por triplicado de 2 lotes diferentes, con el instrumento electrodo de ion selectivo de fluoruro. **Resultados:** La media de fluoruro encontrada en las aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura fue de 0,1780 mg/L. El valor mínimo de fluoruro encontrado fue de 0,002 mg/L y el máximo de 0,814 mg/L. La mayoría de las marcas presentaron concentraciones inferiores a 0,7 mg/L a excepción de la marca Loa quien presentó un nivel ideal de 0,712 mg/L. **Conclusión:** Las aguas embotelladas de consumo humano de las marcas San Carlos, San Mateo, Evian, Benedictino, Cielo, Yaqua, San Luis, Pura vida, Bell's y Socosani, contienen cantidades insuficientes de fluoruro a diferencia de la marca Loa que presentó una concentración ideal según lo recomendado por la American Association of Drugless Practitioners.

Palabras clave: flúor, aguas minerales, fluorosis dental, agua embotellada, electrodos de iones selectos (DeCS)

ABSTRACT

Water is the main source of fluoride intake; adequate concentrations prevent dental cavities and in excess are harmful to oral health due to the development of dental fluorosis or other toxic effects. **Objective:** To evaluate the concentration of fluoride in bottled waters for human consumption marketed in the city of Piura. **Methodology:** The research is quantitative, basic, transversal with a non-experimental and descriptive design. The sample consisted of 11 brands of bottled water, the fluoride concentration was measured by direct method in triplicate of 2 different batches, with the fluoride ion selective electrode instrument. **Results:** The average fluoride found in bottled waters sold in the city of Piura was 0.1780 mg/L. The minimum fluoride value found was 0.002 mg/L and the maximum 0.814 mg/L. Most brands presented concentrations lower than 0.7 mg/L, except for the Loa brand, which presented an ideal level of 0.712 mg/L. **Conclusion:** The bottled waters for human consumption of the brands San Carlos, San Mateo, Evian, Benedictino, Cielo, Yaqua, San Luis, Pura vida, Bell's and Socosani, contain insufficient amounts of fluoride, unlike the Loa brand, which presented an ideal concentration. As recommended by the American Association of Drugless Practitioners.

Keywords: fluorine, mineral waters, dental fluorosis, drinking water, Ion-Selectives Electrodes (MeSH)

I. INTRODUCCIÓN

El fluoruro es un mineral natural que se encuentra presente en el agua¹; su importancia para sector salud es fundamental para una adecuada salud oral y nutricional, particularmente porque la presencia de flúor sistémico y tópico ayuda a prevenir la caries dental²; al ser administrados en niveles adecuados ayudan a mejorar la remineralización del esmalte dental, además enzimáticamente es un inhibidor de microorganismos los cuales son responsables de producir placa bacteriana³.

En los años 70, se empleó el fluoruro para combatir la caries dental, hallándose elevadas concentraciones de este mineral en las personas relacionado con el tipo de agua que bebían⁴; por lo que, en el siglo XX, se masificó la fluoración del agua, leche y sal de mesa⁵. En diversos países sudamericanos, el beneficio de fluorizar la sal de mesa demostró tener un costo económico al hacerlo masivo ya que no llegó a grandes gastos para implementarlo y también demostró beneficios en la salud ya que se observó el descenso de caries dentaria en los habitantes⁶. En el Perú, la aceptación por la sal fluorada según las políticas nacionales llegó a una cobertura del 90 hasta el 99% de la población peruana⁷.

La fluorosis dental en el Perú tiene una notable prevalencia, que logra constituir un problema de salud pública⁸. El fluoruro desempeña un papel importante en la prevención de caries dental⁹, por ello, su ingesta siempre debe mantenerse en un nivel óptimo para evitar efectos nocivos como el desarrollo de la fluorosis dental o en casos más graves una fluorosis esquelética u otros efectos tóxicos¹⁰, por este motivo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el agua potable debe contener como máximo entre 0.5mg/L y 1.5mg/L de fluoruro¹¹.

La fluorosis dental, es una alteración en la mineralización de los dientes durante su formación a nivel del esmalte dental, provocada por altos niveles de flúor sistémico, asociándose a la sobre ingesta de alimentos y compuestos que lo contienen¹². Además de ello, algunos estudios han demostrado que aumentos de concentración de fluoruro están asociados a daños tóxicos como por ejemplo afectación a nivel neurológico en los niños, a nivel endocrino provocaría

hipotiroidismo¹¹; dermatológicamente ocasionaría fluoroderma¹⁴; y también afectaría la densidad ósea, aumentando el riesgo de fracturas en adultos¹³.

En la investigación realizada por Casaglia et al. en España, según las indicaciones basadas en la preparación de alimentos locales y el uso de agua del grifo como principal fuente de hidratación; se encontró que la concentración de flúor es suficiente para superar la dosis diaria recomendada en todos los ámbitos de consumo¹⁵.

Actualmente se consume el agua embotellada con mayor frecuencia debido a diversas marcas ofertadas por diferentes medios de comunicación, las altas temperaturas climáticas y la práctica de vida saludable motiva a las personas a ingerir este tipo de bebidas. La ingesta de fluoruro es variable según la dieta, al existir alimentos que por sí contienen flúor¹⁶. En Murcia (2019), demostraron que el suministro de agua potable y agua embotellada contienen cantidades insuficientes de flúor¹⁷; por lo que las aguas embotelladas comercializadas en España requerirían un suministro adicional de flúor¹⁸.

En países en desarrollo como el Perú, es fundamental tomar medidas preventivas para protegerse de las enfermedades bucales; como el uso de iones de flúor en aguas destinadas al consumo humano; otros métodos, como el uso de las sales con flúor², jugos y zumos artificiales potenciados con iones de flúor son fundamentales para reforzar la salud bucal¹⁹.

En el año 2021, en el Perú, se estudió la concentración de fluoruro en 3 marcas reconocidas de aguas embotelladas más vendidas en Lima, fueron analizadas por medio del electrodo de ion selectivo de flúor, en donde se encontró que sus niveles de fluoruros eran inferiores a lo sugerido por la American Association of Drugless Practitioners, siendo lo ideal de 0.7ppm/F, haciendo énfasis que concentraciones menores de 0,6 ppm F o mayores de 0,8 ppm F se encuentran fuera del rango normal²⁰. Según una proyección realizada por la empresa Euromonitor, ha estimado una tasa de crecimiento anual del 5.3% con un consumo per cápita de aguas embotelladas de 25 litros¹⁹. Por otro lado, la

empresa Kantar División Worldpanel Perú, menciona que en el año 2023 se alcanzó un crecimiento de hasta un 10% respecto al año anterior, significando que la práctica de una vida saludable incentiva a las personas a consumir agua embotellada²².

Según el proyecto de ley 4067/2014-CR, en el Perú se propuso exigir el correcto etiquetado de aguas embotelladas que sean para el consumo humano, aún no ha sido aprobado, por ende, los fabricantes no están obligados a colocar los niveles de fluoruros en las etiquetas de aguas de botella²³. Cabe mencionar, que existe una escasez de fuentes de información a nivel nacional acerca de este tema.

En vista de toda la información expuesta, la pregunta de investigación es: ¿Cuál será la concentración de fluoruro en las aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024?

El estudio aporta en cuanto al conocimiento sobre la concentración de fluoruro en las aguas embotelladas que consumen los ciudadanos piuranos, particularmente brindando evidencia científica; asimismo propone un control exhaustivo sobre la ingesta de aguas embotelladas comercializadas con fluoruros; teniendo como referencia que en los últimos años en el mercado han ingresado nuevas marcas comerciales. El estudio ayudará a determinar si hay excesiva cantidad de fluoruros en las aguas embotelladas que consumen los piuranos y así fomentar la realización de investigaciones científicas más concluyentes.

Por tal motivo, el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la concentración de fluoruro en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024 y como objetivos específicos determinar la concentración de fluoruro según lote en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura; y determinar la concentración de fluoruro según marcas de aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura.

II. MARCO TEÓRICO

Lima et al.¹² (2018) en Brasil, Pérez et al.¹⁷ (2021) y Gallego et al.¹⁸ (2020) en España; en sus investigaciones tuvieron como objetivo analizar las concentraciones de flúor en aguas embotelladas y aguas domésticas. Los tres estudios utilizaron el electrodo de ion selectivo de flúor como método para medir los niveles de fluoruro en las aguas. Tuvieron como muestra 20 productos de aguas embotelladas; 10 aguas domésticas, 10 aguas embotelladas y agua mineral. Como resultados, según el estudio de Lima et al.¹² (2018), encontraron que las aguas minerales presentaban una baja concentración de fluoruro de 0,070 µg F/ml respectivamente. En el estudio realizado por Pérez et al.¹⁷ (2021), respecto a las aguas domésticas, mostraron un nivel de entre 0.09 y 0.18 ppmF; en las aguas de botellas varió desde 0.04 a 0.50 ppmF, significando que su concentración está por debajo de 0,6ppm. En el estudio realizado por Gallego et al.¹⁸ (2020), exhibieron que el resultado con menor valor fue de 0,05ppm y el de mayor de 0,95ppm; el 80% de marcas de aguas embotelladas presentaron menor del 0.06 ppmF, a excepción de una marca que alcanzó los 0.8 ppmF (Cabreiroá®). De esa manera en las tres investigaciones, se concluye que gran parte de las marcas de aguas embotelladas contienen menos fluoruro del recomendado para la prevención de caries dentaria, por lo que se necesitaría fluoruro adicional como medida de prevención.

Marroquín²⁰ (2021) en Perú y Shaiyad, Kumar²⁴ (2020) en Nepal; ambas investigaciones tuvieron como finalidad el hallar los niveles de fluoruros en aguas de botella de mesa comercializadas; fue un estudio cuantitativo de diseño observacional, prospectivo y transversal. Los dos estudios utilizaron como método el potenciométrico de electrodo de ion selectivo de fluoruro para medir las concentraciones de flúor en las aguas. Como muestra se seleccionaron 3 lotes de aguas de botella: San Mateo, Cielo y San Luis; además 4 muestras de aguas embotelladas. Como resultados principales, según el estudio de Marroquín²⁰ (2021) en Perú, manifestó que las aguas embotelladas de la marca San Luis tuvieron un nivel de flúor del 0.0126ppm, demostrando así que dicha agua embotellada tenía menos nivel de flúor; asimismo San Mateo arrojó una concentración del 0.1840 ppm de flúor (significando la cifra de mayor

concentración de flúor) y marca Cielo, arrojaron una concentración de flúor del 0.1268 ppm. Por otro lado, en el estudio realizado por Shaiyad, Kumar²⁴ (2020), en sus 4 muestras de agua embotellada se obtuvieron una concentración del 0.4 mg/L de fluoruros, significando una baja concentración. En ambas investigaciones se concluye, que las aguas embotelladas evaluadas no demostraron tener las adecuadas concentraciones de fluoruros según las recomendaciones sugeridas por la AADP para la prevención de caries dentaria.

Vidhyashankar²⁵ (2023) en la India, Doumit et al.²⁶ (2019) en el Líbano, Mohamed et al.²⁷ (2021) en Argelia, y Mohammad et al.²⁸ (2021) en Irán, el objetivo de sus estudios fue obtener el rango de fluoruros en aguas embotelladas más vendidas. Las cuatro investigaciones, usaron como método la técnica espectrofotométrica para medir las concentraciones de F en las aguas; como muestra se recolectaron 28 aguas embotelladas de distintos supermercados de Argelia; 13 marcas de aguas embotelladas de supermercados del Líbano; 25 marcas de aguas embotelladas del Sur de la India y 20 marcas de aguas embotelladas de Irán. Se obtuvieron los siguientes resultados obtenidos por Doumit et al.²⁶ (2019), de las 13 marcas estudiadas, arrojaron que la que presentó el valor de concentración de fluoruro más elevado fue el agua Shafa con 0.23 mg/L de F y la marca de menor valor fue el agua Arz con 0.02 mg/L de F, significando que los valores están por debajo del margen sugerido por la OMS. En el estudio de Mohamed et al.²⁷ (2021), se obtuvo un nivel medio de F del $0,40 \pm 0,42$ mg/L, en donde la mayoría de las marcas presentaron valores menores a 0.50 mg/L de F, que significaron concentraciones bajas. Por otro lado, en el estudio de Vidhyashankar²⁵ (2023), el nivel de flúor en la mayoría de las marcas de aguas embotelladas fue del 0,2 ppmF, muy por debajo de los valores estimados. Asimismo, Mohammad et al.²⁸ (2021), en su estudio arroja que el 70% de las marcas de aguas embotelladas analizadas presentaron concentraciones superiores que no coincidían con los valores colocados en sus etiquetas, siendo su concentración más alta de 2.4 mg/L. Se concluye que las marcas comerciales de aguas embotelladas deberían cumplir obligatoriamente el etiquetado brindando información sobre la concentración de fluoruros, ya que en ambos estudios no alcanzaron los valores

necesarios de flúor para proteger a las personas de la caries dental.

Grajales et al.²⁹ (2016), en México, su estudio tuvo como finalidad obtener la concentración de fluoruro en aguas embotelladas. Fue una investigación observacional, transversal, descriptivo y cuantitativo. Como método emplearon la técnica del colorímetro de Hanna Checker HI729, por espectrofotometría de la absorción; evaluando de esta manera 25 muestras de aguas embotelladas distribuidas en Veracruz. Como resultados principales, se encontraron que el 68% de aguas embotelladas se encuentran bajo el estándar de la NOM (Norma Oficial Mexicana); al límite permitido un 16% (0.7ppm) y el resto 16 % por debajo del límite. Se concluye, que la mayoría de las marcas de aguas embotelladas cumplen con los valores óptimos permitidos por la NOM.

Respecto a las bases teóricas, se define al flúor como un halógeno de peso ligero con número atómico 9, su símbolo representativo es "F", en la naturaleza es encontrado en el agua (donde es muy soluble) y posee un rango de concentración relativamente pequeño de 1 a 1,50 mg/litro. Las personas están expuestas a varias formas de fluoruro ya sea natural o artificial para la adecuada formación de huesos y dientes⁷, que al ser ingerido es metabolizado de manera rápida, distribuyéndose en el plasma en 10 minutos y alcanza los niveles más altos entre los 30 y 60 minutos, siendo excretado el 45% del fluoruro a través de la orina, pero el resto es absorbido por tejidos calcificados³⁰.

Uno de los efectos secundarios relacionados al consumo de flúor, es la fluorosis dental, causada por una mineralización inadecuada del esmalte como resultado del aumento de la porosidad provocada por fluoruros en cantidades elevadas durante la formación del esmalte antes de la erupción, cuando la matriz orgánica del esmalte se encuentra en su etapa de maduración durante los primeros cinco años de vida, que es en donde este tipo de alteración se da con mayor frecuencia. La concentración plasmática de fluoruro, la fase de actividad de la amelogénesis y la asimilación del huésped son tres factores que determinan su susceptibilidad y prevalencia, cuanto más fluoruro se consuma mientras se desarrollan los dientes, se producirá un caso más grave de fluorosis dental

asociada a la dosis, entre los 6 a 9 años es donde se expresaría mayormente esta condición, y donde ocurre el periodo de formación de los dientes permanentes³¹.

Según estudios, los adultos son los que más consumen aguas embotelladas, por ello que su ingesta con niveles superiores de fluoruro a lo establecido, tanto para varones como para mujeres adultas, provocarían efectos tóxicos; a nivel del sistema nervioso, desencadenando una fluorosis ósea; en el caso de las gestantes produce un bajo coeficiente intelectual en fetos sometidos a este tipo de dosificación; a nivel endocrino provoca hipotiroidismo¹³; dermatológicamente, ocasionaría fluoroderma¹⁵. Por otro lado, cantidades insuficientes de este mineral, no sería beneficioso para la prevención de caries dental³².

En el agua y los alimentos la cantidad de fluoruro por sí sola es insuficiente, por esta razón, ocasionalmente se agregan partículas de fluoruros al agua doméstica, ya que es la principal fuente de ingesta diaria de fluoruro de una persona, además está presente en muchas pastas de dientes y algunos enjuagues bucales³¹. Aunque estos productos no deberían formar parte de la dieta, ya que aumentan ligeramente la ingesta diaria de flúor de una persona, por ello los Institutos Nacionales de Salud, han establecido las dosis idóneas de fluoruro en cada etapa del ser humano puesto que es de importancia porque evita fluorosis y demás patologías ²⁰. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Dosis de flúor en seres humanos según los Institutos Nacionales de Salud

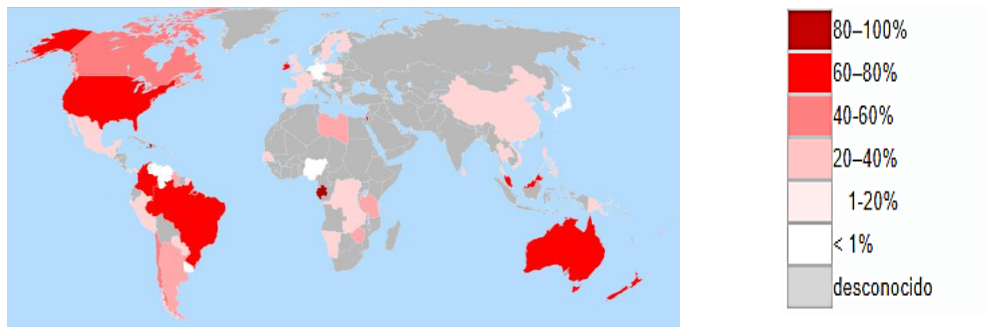
| ETAPA | EDAD | CONCENTRACIÓN |
|-------|-------------------|---------------|
| Bebés | Hasta los 6 meses | 0.01mg |
| | 7- 12 meses | 0.5mg |
| | 1- 3 años | 0.7mg |

| | | |
|---|------------|-----|
| Niños | 4- 8años | 1mg |
| | 9- 13años | 2mg |
| ADOLESCENTES | 14- 18años | 3mg |
| HOMBRES ADULTOS | > 19años | 4mg |
| MUJERES ADULTAS | > 19años | 3mg |
| MUJERES Y/O ADOLESCENTES EMBARAZADAS | | 3mg |
| MUJERES Y/O ADOLESCENTES LACTANTES | | 3mg |

La fluoración del agua comunitaria es una medida de salud pública introducida hace más de 70 años para el control de caries dental; las concentraciones de fluoruro en agua en estos programas de fluoración suelen oscilar entre 0,5 y 1,1 mg L⁻¹ (ppm F). Una revisión reciente estimó que esta medida, redujo la caries dental en niños hasta en un 35% en la dentición decidua y en un 26% en la dentición definitiva, encontrándose también el aumento de niños con dientes primarios sin caries en un 15%, y en un 14% en infantes con dientes permanentes sin caries, en comparación con los niños sin agua fluorada³³. Además, que la Organización Mundial de la Salud, indica que el agua potable debe contener entre 0.5mg/L y 1.5mg/L de fluoruro⁹.

La Sociedad Británica de Fluoración, publicó un mapa en el año 2004; muestra según los colores el porcentaje de la población de cada país que recibe agua fluorada con los niveles adecuado de fluoruro, incluyendo agua fluorada de manera natural y artificial³⁴. (Ver Figura 1)

Figura 1. Mapa de aguas fluoradas en el mundo según la Sociedad Británica de Fluoración



En Murcia-España 2019, determinaron que el 80% de aguas embotelladas no contenían el nivel óptimo de flúor¹⁸. En el Perú, en este 2023, el consumo de agua embotellada incrementó debido a las altas temperaturas climáticas que se está sufriendo, significando que la tendencia a la práctica de vida saludable motiva a las personas a ingerir este tipo de bebidas²².

La cámara de Comercio de Lima informó en base a datos de la SUNAT, que el agua de botella se importó alrededor de más de 1 millón de litros en el año 2020, en comparación con el casi medio millón de litros de agua del año 2018, siendo el agua de botella de mayor aceptación en nuestro país el de la empresa Backus, encargada de distribuir la marca San Mateo, la cual es considerada la más sobresaliente en cuanto a su distribución a nivel nacional; San Luis, de la empresa Coca Cola, es conocida por ser eco amigable y por conservar el medio ecológico. La empresa Ajeper S.A, que distribuye la marca Cielo tiene un control del 90% de negociaciones en territorio peruano³⁵.

Según el proyecto de ley 4067/2014-CR realizado en el año 2016, se propuso exigir el correcto etiquetado de aguas embotelladas que sean para el consumo humano, para ello existen unos requisitos para el rotulado, como por ejemplo colocar el nombre del agua embotellada, fecha de expiración, dirección del fabricante, código del lote, declarar los ingredientes y aditivos que se emplearon para la elaboración del producto, razón social, registro sanitario²³. Sin embargo, no ha sido aprobado por ello no se solicita a los fabricantes colocar las concentraciones de fluoruro en las etiquetas de las aguas embotelladas y tampoco en el agua potable, a pesar de existir un decreto supremo 031-2010 donde establecen que el mayor valor de flúor en el agua es de 1mg F/L, además

de que la OMS, en una convención en Ginebra en el 2002, manifestaron que el nivel de F en el agua potable debe ser de 1.5 mg F/L³⁶.

Originalmente una forma de proporcionar fluoruro sistémico en áreas donde la fluoración del agua no era posible, era a través de los suplementos de fluoruro, esto debido a que los suplementos dietéticos contenían una cantidad de fluoruro generalmente del 0.25 mg, 0.5mg o 1mg; la eficacia de la suplementación posnatal con fluoruro se ha demostrado en niños en edad escolar, y en la ingesta prenatal, durante el desarrollo del esmalte para formar dientes más fuertes, además de iniciar la suplementación con flúor (si es necesario) a los 3 años y nunca utilizar suplementos de flúor como medida preventiva general³³.

Existen diversas normas que rigen el uso de flúor tópico en el Perú, como por ejemplo la norma que menciona que se adicionen fluoruros a elementos que ayuden a la higiene y cuidado dental, esta fue aprobada en el año 2001, donde establece que las pastas dentales infantiles para menores a seis años deben tener niveles de flúor entre 250 y 550 ppm. A diferencia de la norma, que es otra guía donde se aplica la práctica clínica para el manejo de caries dentaria en infantes, publicada en el 2017 por el Ministerio de Salud, que sugiere utilizar dentífricos con niveles de fluoruros desde 1000 a 1500ppm a partir de la erupción del primer diente³⁷.

El método para medir los iones de fluoruro en agua es mediante el electrodo de ion selectivo de fluoruro, esto se da en mg/L en un rango de 0.1 a 1900mg/L dando un tiempo de respuesta de apenas unos segundos, como primer paso, se deberá preparar una solución denominada TISAB (agua tridestilada, cloruro de sodio, citrato de sodio, ácido acético), esta solución se tendrá que disolver 20ml con la solución que se quiere medir el fluoruro, agitándose por 3 minutos se deberá sumergir hasta 2mm de profundidad el electrodo en la solución acuosa, siempre supervisando y manteniendo un ph menor a 8 para que los iones de hidróxido no alteren los resultados³⁸.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación

Investigación básica, su fin fue amplificar conocimientos científicos relativos a las variables de investigación. Tuvo un enfoque cuantitativo, porque describió los hechos como son y explicó las posibles causas del fenómeno a estudiar mediante una recolección de datos de medición de base numérica⁴⁰.

3.1.2. Diseño de investigación

Diseño no experimental, porque se basó en observar fenómenos en su contexto natural que consecuentemente fueron analizados. Fue transversal, ya que su medición se aplicó en un mismo periodo de tiempo⁴¹. Fue descriptivo, porque de la recopilación de información y datos sobresalieron características y propiedades de un objeto, describiendo un fenómeno⁴².

3.2 Variables y operacionalización

La primera variable, fue la **concentración de fluoruro**, la cual es una variable cuantitativa porque la medición fue dada en números⁴⁴.

- **Definición conceptual:** Cantidad de fluoruro que se encuentra dentro de una sustancia líquida u acuosa⁴⁵.
- **Definición operacional:** Cantidad de fluoruro medido en mg/L o ppm por el electrodo selectivo de ion flúor, que es un potenciómetro que sirve para medir las concentraciones de flúor en una sustancia líquida.
- **Dimensiones:** Unidad de medida peso de fluoruro/volumen de muestra.
- **Indicadores:** miligramo por litro F mg/L (1 mg/L=1ppm).
- **Escala de medición:** De razón.

La segunda variable, fueron las **marcas comerciales** de aguas embotelladas, fue una variable cualitativa porque no se basó en la recolección de datos numéricos y se dio un nombre a cada marca por separado.

- **Definición conceptual:** Símbolo asociado a una empresa que representa un servicio⁴⁶.
- **Definición operacional:** Aquellas marcas de aguas embotelladas comercializadas en supermercados de la ciudad de Piura.
- **Dimensiones:** Marcas comerciales de aguas embotelladas.
- **Indicadores:** Cielo, San Luis, San Carlos, San Mateo, Socosani, Pura Vida, Bell's, Loa, Yaqua, Benedictino, Evian.
- **Escala de medición:** Nominal

La tercera variable, fue el **lote** de las aguas embotelladas, fue una variable cualitativa porque no se basó en la recolección de datos numéricos.

- **Definición conceptual:** Productos que tienen características similares como el tiempo de producción y la calidad, originándose en un proceso de partida de producción.
- **Definición operacional:** Códigos de las aguas embotelladas compradas en diferentes supermercados de la ciudad de Piura que se hayan producido en diferente periodo de tiempo.
- **Dimensiones:** Código de lote
- **Indicadores:** lote 1 y lote 2 de cada marca de agua embotellada.
- **Escala de medición:** nominal.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población: Estuvo constituida por las aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura.

- **Criterios de inclusión:** aguas embotelladas examinadas que no hayan pasado el límite de su fecha de caducidad y aguas embotelladas correctamente selladas.
- **Criterios de exclusión:** aguas embotelladas con signos de contaminación, de manipulación, dañadas o con el precinto de seguridad alterado; aguas embotelladas que hayan superado la fecha de vencimiento.

3.3.2 Muestra: Las muestras fueron recolectadas a partir de 2 lotes diferentes de 11 marcas de aguas embotelladas (Tabla 2); de cada lote se hizo un análisis por triplicado, por lo tanto, por cada marca de agua embotellada se obtuvieron 6 muestras, dando un total de 66 muestras analizadas.

Tabla 2. Marcas de aguas embotelladas comercializadas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura

| MARCA DE AGUA EMBOTELLADA | TIPO | PROCEDENCIA | CONTENIDO NETO |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| CIELO | Agua de mesa | Grupo Aje | 625 ml |
| SAN LUIS | Agua de mesa | R. Lindley S.A Corporación José | 625 ml |
| SAN CARLOS | Agua de mesa | CBC Perú | 500 ml |
| SAN MATEO | Agua de manantial | La División de San Mateo | 600 ml |
| SOCOSANI | Agua mineral natural | Envasado en Arequipa | 500 ml |
| PURA VIDA | Agua de mesa | Grupo Gloria | 500 ml |
| BELL´S | Agua de mesa | Intercorp | 380 ml |
| LOA | Agua de mesa ligera | Industrias San Miguel (ISM) | 625 ml |
| YAQUA | Agua de mesa alcalina | Envasado en Perú | 625 ml |
| BENEDICTINO | - | Corporación chilena | 600 ml |
| EVIAN | Mineral natural | Envasado en Francia | 500 ml |

3.3.3 Muestreo: No probabilístico por conveniencia

3.3.4 Unidad de análisis: Agua embotellada para consumo humano comercializada en la ciudad de Piura.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada en la investigación fue observacional, en el que se usó como instrumento el potenciómetro con el electrodo de ion selectivo de fluoruro (Thermo Scientific Orion Dual Star) que mide las concentraciones de fluoruro en soluciones líquidas como el agua. Se utilizó una ficha para recolectar los datos, de elaboración propia, en donde se registraron los niveles de fluoruro de cada una de las muestras de agua embotellada. En la ficha se detalla la marca de agua embotellada, el código de lote y el registro de cada repetición por triplicado. (Anexo 2).

3.5 Procedimientos

Para el análisis de la concentración de fluoruro en las diferentes marcas de aguas embotelladas, se realizó una misión académica en el laboratorio de investigación en salud pública de la Universidad de Cartagena, bajo la guía y asesoría del Dr. Farith Damián Gonzales Martínez.

Se compraron las aguas embotelladas en dos supermercados distintos de la ciudad de Piura, fueron dos lotes diferentes de cada marca de agua embotellada verificando que sean lotes con códigos diferentes, con el fin de poder realizar la diferenciación de la concentración de fluoruro entre los lotes de cada marca. Otro factor que influyó en elegir esa cantidad de lotes, fue debido a que la agencia de viaje sólo permitía que las aguas embotelladas pesen en total como máximo 23 Kg.

Para este tipo de estudio en el que se trabajó netamente en laboratorio, se hizo el análisis por triplicado de las muestras, que es un protocolo ya establecido teniendo como referencia investigaciones de la misma índole en

donde aplican el triplicado donde las muestras son medidas 3 veces, con el fin que no haya error en las mediciones de las concentraciones de fluoruro y brinde más precisión y confiabilidad en los resultados de estudio.

Fue necesario refrigerar las aguas embotelladas para su transporte a la Universidad de Cartagena desde la ciudad de Piura-Perú; colocándolas en un cooler de plástico de dimensiones de 54cm de largo, 30cm de ancho y 40cm de altura, junto con 14 geles refrigerantes que las muestras no sufran alguna transformación al transportarlas.

Se realizó una capacitación teórica virtual, mediante la realización de un curso que constaba de 12 módulos llamado Buena Práctica Clínica (BPC) diseñado para la preparación del personal en la realización de investigaciones adquiriendo conocimientos necesarios cumpliendo los estándares internacionales de calidad. Este curso ayudó a llevar de manera eficiente los análisis de fluoruro en las muestras de las aguas embotelladas, con el fin de realizar un buen protocolo asegurando la precisión y fiabilidad de los resultados. (Anexo 4)

Se recibió una capacitación teórica brindada por el experto en mediciones de fluoruros, el cual explicó el procedimiento del método directo, que se emplea en muestras donde hay soluciones que contienen fluoruro como el agua, el electrodo es colocado directamente en la muestra para ser leída su concentración.

Se realizaron capacitaciones prácticas en el laboratorio de investigación en salud pública, logrando utilizar los instrumentos como el potenciómetro y el electrodo de ion selectivo de fluoruro, se trabajó con el TISAB II y los estándares de fluoruro. (Figura 2)

Figura 2. Materiales e instrumentos empleados en el método directo.



Para el análisis de las muestras de agua embotellada; se siguió un protocolo riguroso validado por la Universidad de Indiana teniendo pasos como:

Identificación de la muestra: Cada muestra se logró identificar mediante un código asignado o por la concentración de fluoruro con la que se trabajó. Los tubos falcón se codificaron de acuerdo a las concentraciones de fluoruro usadas en este método y la fecha en la que se analizaron. (Figura 3)

Figura 3. Codificación de los tubos falcón para analizar los estándares de fluoruro



Preparación de los estándares: Se utilizaron concentraciones de fluoruro de 0.001, 0.1, 1.0, 10 y 100 ppm, mediante una fórmula se calculó que en la concentración de 100ppm se tuvieron que pipetear 2.56 ml, para las demás concentraciones se pipetearon 5ml. Después se mezclaron con agua

desionizada hasta completar los 50 ml del tubo falcón. Se colocaron en el Vortex por 3-5 segundos para su homogenización. Luego con ayuda de la pipeta en proporción 1:1 se agregó 1ml de TISAB II que es el buffer empleado para el método directo, con 1 ml de solución estándar ya preparada, se pipeteó desde la concentración menor a la mayor. Se volvieron a colocar los tubos falcón en el vortex durante 3-5 segundos para eliminación de burbujas. (Figura 4)

Figura 4. Preparación de los estándares de fluoruro con el uso de las pipetas y micropuntas



Construcción de la curva de calibración: Se esperó 15 minutos para la preparación del electrodo, se lavó con agua desionizada y se secó con una toalla descartable, se repitió al cambiar de muestra. Se colocó el electrodo dentro de cada uno de los tubos falcón de los 5 estándares, por cada concentración leída y registrada se iba formando la curva de calibración, que es esencial para asegurar la precisión de las mediciones de fluoruro, obteniendo un valor $R=0,9999$ que indica el margen de seguridad, garantizando así la exactitud de los resultados subsecuentes de las concentraciones de fluoruro de las muestras de las aguas embotelladas. (Figura 5,6)

Figura 5. Lavado y secado del electrodo de ion selectivo de fluoruro



Figura 6. Lectura y construcción de la curva de calibración por el potenciómetro con el electrodo de ion selectivo de fluoruro



Codificación de las muestras: Las muestras de aguas embotelladas fueron codificadas por lote 1 y lote 2 (Figura 7), los tubos falcón se codificaron por triplicado con letras y números. (Anexo 5)

Figura 7. Codificación de las muestras de aguas embotelladas y tubos falcón.



Análisis de las muestras de agua embotellada: Se colocó el agua embotellada en el vortex de 3-5 segundos para evitar formación de burbujas. Luego, en proporción 1:1 con ayuda de la pipeta y su micropunta se agregó 1 ml de TISAB II a los tubos falcón y 1ml de muestra de agua embotellada, al cambiar de muestra se debe desechar la punta para evitar contaminación cruzada. Se colocaron las muestras en el vortex de 3-5 segundos para su homogenización. (Figura 8)

Figura 8. Homogenización en Vortex y mezcla del TISAB II con la muestra de agua embotellada.



Medición de la concentración de fluoruro: Se posicionaron los viales para que electrodo estuviera completamente sumergido. Luego se activó la función “Measure” en el medidor pH/ISE para obtener la lectura en milivoltios. Una vez que aparece ready en la pantalla del potenciómetro se registraron los valores de la lectura. Se removió el vial y se lavó el electrodo empleando agua desionizada, después se procedió a secar con una toalla delicada descartable. (Figura 9)

Figura 9. Posicionamiento de viales y medición de la concentración de fluoruro por el potenciómetro.



3.6 Método de análisis de datos

Los valores obtenidos fueron registrados en tablas de Excel, luego se empleó el programa estadístico SPSS calculando la media, mediana, intervalo de confianza, rango intercuartílico, valores mínimos y máximo en relación con los niveles de fluoruro, las marcas y lotes de las aguas embotelladas. Para evaluar la concentración de fluoruro en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024; se hizo un análisis descriptivo mostrando la media, el mínimo y el máximo de cada agua embotellada. Para determinar la concentración de fluoruro según lote en aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura, se realizó un análisis inferencial usando pruebas estadísticas para muestras independientes, aplicando Shapiro Wilk, debido a que son muestras pequeñas menores a 30 elementos, se realizó la prueba de normalidad, los datos presentaron una distribución normal, por tanto, se utilizó una prueba paramétrica T de Student. Para determinar la concentración de fluoruro entre marcas de aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura, se utilizaron pruebas estadísticas para varias muestras independientes, se aplicó Shapiro Wilk, cuyos datos no tuvieron una distribución normal, por lo tanto, se usó una prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

3.7 Aspectos éticos

Debido a que la investigación se llevó a cabo netamente en el laboratorio de investigación en salud pública de la Universidad de Cartagena en Colombia; el proyecto fue evaluado estrictamente y aprobado, recibiendo la exoneración correspondiente dada por el Comité de Ética de investigación de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad César Vallejo. Se cumplieron las normas de bioseguridad y se siguió un protocolo riguroso dado por Universidad Indiana y se cumplieron los principios de respeto, honestidad, justicia; plasmando datos verídicos sin manipulación alguna; de manera que los resultados tengan validez y logren contribuir a la investigación científica.

IV. RESULTADOS

En los resultados de la tabla 3, se observó que la media general de fluoruro encontrada en las aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura, fue de 0,1780 mg/L.

Asimismo, dentro de las 11 aguas embotelladas analizadas, la más alta concentración de fluoruro la presentó el agua embotellada Loa con una concentración media de 0,712 mg/L con un valor mínimo de 0,609 mg/L y un valor máximo de 0,814mg/L. El agua embotellada que presentó la menor concentración de fluoruro fue Bell's con una concentración media de 0.005 mg/L con un valor mínimo de 0,002 mg/L y un valor máximo de 0,007 mg/L.

Tabla 3. Niveles de concentración de fluoruros en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024.

| Cód. | n | Marcas comerciales de agua embotellada | Concentración de fluoruro Media (mg/L) | Mínimo | Máximo |
|-------|----|--|---|---------|--------|
| 1 | 2 | San Carlos | 0,499 | 0,453 | 0,545 |
| 2 | 2 | San Mateo | 0,573 | 0,553 | 0,592 |
| 3 | 2 | Socosani | 0,661 | 0,661 | 0,661 |
| 4 | 2 | Evian | 0,178 | 0,163 | 0,193 |
| 5 | 2 | Benedictino | 0,007 | 0,006 | 0,008 |
| 6 | 2 | Cielo | 0,227 | 0,214 | 0,240 |
| 7 | 2 | Yaqua | 0,010 | 0,003 | 0,016 |
| 8 | 2 | San Luis | 0,082 | 0,009 | 0,163 |
| 9 | 2 | Pura vida | 0,031 | 0,020 | 0,040 |
| 10 | 2 | Loa | 0,712 | 0,609 | 0,814 |
| 11 | 2 | Bell's | 0,005 | 0,002 | 0,007 |
| Total | 22 | Media general | 0,1780 | 0,00775 | 0,5628 |

Fuente: Elaboración propia

En los resultados de la tabla 4, se muestra la comparación de medias del lote 1 y lote 2 con la diferencia significativa de cada marca de agua embotellada. Se observa, que el resultado más significativo de la tabla lo presentó el agua embotellada Yaqua con un $p=0,0008$, indicando que si existió diferencias significativas en la concentración de fluoruro de su lote 1 y su lote 2. En las demás marcas de aguas embotelladas no existieron diferencias significativas entre las medias de sus lotes.

Tabla 4. Niveles de concentración de fluoruros según lotes en aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura.

| Cód. | n | Marcas comerciales de agua embotellada | Lote | Concentración de fluoruro Media (mg/L) | DE | EE | Dif. | valor- p^* |
|------|---|--|------|--|-------|--------|---------|--------------|
| 1 | 3 | San Carlos | 1 | 0,545 | 0,135 | 0,078 | 0,091 | 0,36 |
| | 3 | | 2 | 0,453 | 0,009 | 0,005 | | |
| 2 | 3 | San Mateo | 1 | 0,553 | 0,083 | 0,048 | -0,045 | 0,459 |
| | 3 | | 2 | 0,597 | 0,019 | 0,011 | | |
| 3 | 3 | Socosani | 1 | 0,660 | 0,099 | 0,057 | -0,0003 | 0,99 |
| | 3 | | 2 | 0,661 | 0,028 | 0,016 | | |
| 4 | 3 | Evian | 1 | 0,193 | 0,355 | 0,205 | 0,03 | 0,23 |
| | 3 | | 2 | 0,163 | 0,105 | 0,061 | | |
| 5 | 3 | Benedictino | 1 | 0,008 | 0,069 | 0,004 | 0,002 | 0,59 |
| | 3 | | 2 | 0,006 | 0,005 | 0,0003 | | |
| 6 | 3 | Cielo | 1 | 0,214 | 0,032 | 0,019 | -0,026 | 0,33 |
| | 3 | | 2 | 0,240 | 0,027 | 0,015 | | |
| 7 | 3 | Yaqua | 1 | 0,016 | 0,002 | 0,0011 | 0,013 | 0,0008* |
| | 3 | | 2 | 0,027 | 0,015 | 0,0001 | | |
| 8 | 3 | San Luis | 1 | 0,016 | 0,257 | 0,1487 | 0,163 | 0,33 |
| | 3 | | 2 | 0,007 | 0,005 | 0,0003 | | |
| 9 | 3 | Pura vida | 1 | 0,042 | 0,017 | 0,009 | 0,021 | 0,09 |
| | 3 | | 2 | 0,019 | 0,015 | 0,0009 | | |
| 10 | 3 | Loa | 1 | 0,814 | 0,235 | 0,136 | 0,206 | 0,20 |
| | 3 | | 2 | 0,608 | 0,008 | 0,004 | | |
| 11 | 3 | Bell's | 1 | 0,007 | 0,006 | 0,003 | 0,005 | 0,195 |
| | 3 | | 2 | 0,002 | 0,001 | 0,0006 | | |

Nota: DD=Desviación Estándar de la media; EE= Error estándar de la media; Dif. = Diferencias entre las medias; *test de significancia t-student para muestras independientes: diferencias entre los lotes en la marca de agua código 7.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se observa una variabilidad significativa ($p=0,036$) entre las diferentes marcas de aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura, a excepción de las marcas San Mateo y Socosani quienes presentaron concentraciones medianas de 0,573 mg/L y 0,661 mg/L respectivamente. La marca Loa presentó la más alta concentración mediana con 0,712 mg/L y Bell's presentó la menor concentración mediana con 0,005 mg/L.

Tabla 5. Niveles de concentración de fluoruros según marcas comerciales de aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura.

| Cód. | n | Marcas comerciales de agua embotellada | Concentración de fluoruro Mediana (mg/L) | RIC | Sumatoria Rango | Z |
|-------|----|--|--|--------|-----------------|-------|
| 1 | 2 | San Carlos | 0,499 | 0,092 | 15,5 | 0,91 |
| 2 | 2 | San Mateo | 0,573 | 0,039 | 17,5 | 1,37 |
| 3 | 2 | Socosani | 0,661 | 0,000 | 20,5 | 2,06 |
| 4 | 2 | Evian | 0,178 | 0,030 | 11,3 | -0,06 |
| 5 | 2 | Benedictino | 0,007 | 0,002 | 5,0 | -1,48 |
| 6 | 2 | Cielo | 0,227 | 0,026 | 13,5 | 0,46 |
| 7 | 2 | Yaqua | 0,010 | 0,013 | 5,0 | -1,48 |
| 8 | 2 | San Luis | 0,082 | 0,162 | 5,8 | -1,31 |
| 9 | 2 | Pura vida | 0,031 | 0,021 | 8,5 | -0,69 |
| 10 | 2 | Loa | 0,712 | 0,205 | 20,5 | 2,06 |
| 11 | 2 | Bell's | 0,005 | 0,005 | 3,5 | -1,83 |
| Total | 22 | Mediana general | 0,1780 | 0,5550 | 11,5 | |

Nota: RIC= Rango Intercuartilo a partir de la diferencia entre Q3 y Q1; Z=Confianza de la prueba; *test de significancia Kruskal Wallis, $H=19,38$; valor $p=0,036$: diferencias entre los IC 95% con todos los grupos, excepto grupos 2 y 3

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

El flúor es crucial para prevenir la caries dental⁹; para evitar consecuencias negativas como la aparición de fluorosis dental o en situaciones más graves, fluorosis esquelética u otros efectos tóxicos¹⁸, la ingesta de flúor siempre debe mantenerse en un nivel ideal. Por ello, la American Association of Drugless Practitioners recomienda que la concentración de fluoruro en el agua embotellada debe ser de 0.7mg/L de fluoruro²⁰.

En los resultados del presente estudio, las concentraciones de fluoruro de la mayoría de aguas embotelladas analizadas, están por debajo de la concentración ideal que propone la Association of Drugless Practitioners, sólo la marca Loa presentó un nivel ideal de fluoruro respectivamente; el agua embotellada San Carlos presentó una concentración media de 0,499 mg/L, San Mateo (0,573 mg/L), Evian (0,178 mg/L), Benedictino (0,007 mg/L), Socosani (0,661mg/L), Cielo (0,227 mg/L), Yaqua (0,010 mg/L), San Luis (0,082 mg/L); Pura vida (0,031 mg/L), Bell's (0,005 mg/L).

Estos resultados, coinciden con lo encontrado en la investigación realizada por Marroquín²⁰ (2021) quien analizó la concentración de fluoruro en 3 reconocidas marcas de aguas embotelladas comercializadas en Lima que también fueron evaluadas en esta investigación respectivamente; el agua embotellada San Luis presentó una media de 0,0126ppmF, San Mateo una media de 0,1840 ppmF y Cielo una media de 0,1268 ppmF; indicando no presentar los niveles ideales de fluoruro de 0,7ppmF según lo recomendado por la American Association of Drugless Practitioners, probablemente debido a que en el Perú no se obliga a los fabricantes a colocar las concentraciones de fluoruro en las etiquetas de los envases y además se prioriza fluorizar la sal doméstica como medida preventiva de salud pública. De igual manera los resultados coinciden con el estudio realizado por Gallego et al¹⁸ (2020), quienes encontraron que el 80% de las aguas embotelladas comercializadas en España evaluadas contenían menos del 0,6 ppmF siendo un bajo nivel de fluoruro, esto podría deberse a la variabilidad en la composición química de las aguas embotelladas. Asimismo logra guardar similitud, con la investigación realizada por Doumit et al²⁶ (2019) quienes encontraron en el Líbano que la concentración de fluoruro más alta de agua embotellada fue de 0,23 mg/L,

significando que las concentraciones están por debajo del nivel ideal recomendado. De igual forma, el estudio realizado por Mohamed et al²⁷ (2023) mencionan que el 96% de las marcas de aguas embotelladas comercializadas en Argelia están por debajo del límite ideal sugerido por la AADDP y que sólo una marca estuvo dentro del límite ideal permisible. Por otro lado, el estudio de Vidhyashankar²⁵ (2023), encontró que el nivel de fluoruro de la mayoría de las marcas de aguas embotelladas vendidas en la India fue de 0,2 ppmF, muy por debajo del valor ideal estimado. Shaiyad, Kumar²⁴ (2020), hallaron concentraciones de fluoruro de 0.4 mg/L en aguas embotelladas comercializadas en Nepal, al igual que la investigación no cumplen con el nivel ideal de 0,7mg/L recomendado. Pérez et al¹⁷ (2021) encontraron que la concentración de fluoruro en las aguas embotelladas comercializadas en España varió de 0.04 a 0.50 ppmF, pero aún su valor está por debajo del nivel ideal establecido.

Sin embargo, Grajales et al²⁴ (2016) encontró valores diferentes a los de este estudio, determinando que el 16% de aguas embotelladas comercializadas en México sobrepasan el límite máximo establecido por la Association of Drugless Practitioners, siendo lo ideal de 0,7ppm, esto debido a que aún no se logra regularizar la fluorización del agua en la República Mexicana. De igual manera, Mohammad et al²⁸ (2021) encontró valores diferentes a los de este estudio, el 70% de las marcas de aguas embotelladas analizadas presentaron concentraciones superiores que no coincidían con los valores colocados en sus etiquetas, siendo su concentración más alta de 2.4 mg/L; dichos valores pueden deberse a que el método aplicado en ese estudio fue mediante la espectrofotometría que es muy diferente al método directo empleado en el estudio de investigación, y por tanto puede influir en que mida diferente las concentraciones de fluoruro.

Respecto a valores mínimo y máximo de la concentración de fluoruro del presente estudio, el agua San Carlos presentó un mínimo de 0,453 mg/L y un máximo de 0,545 mg/L, San Mateo (0,553-0,592 mg/L), Socosani (0,661-0,661 mg/L), Evian (0,163-0,193 mg/L), Benedictino (0,006-0,008 mg/L), Cielo (0,214-0,240 mg/L), Yaqua (0,003-0,016 mg/L), San Luis (0,009-0,163 mg/L), Pura vida (0,020-0,040 mg/L), Loa (0,609-0,814 mg/L) y Bell's (0,002-0,007 mg/L). Asimismo, se obtuvo un mínimo general de 0,00775 mg/L y un máximo de 0,568 mg/L. Dichos resultados

coinciden con los estudios como el de Marroquín²⁰ (2021), en el que encontró que el agua embotellada San Luis presentó un valor mínimo de concentración de 0.099ppm y máximo de 0.0168ppm, San Mateo su valor mínimo fue 0.1610 ppm y el máximo 0.1905 ppm y Cielo su valor mínimo de concentración fue 0.1125 ppm y el máximo 0.1325 ppm respectivamente. Estos valores también muestran similitud con el estudio de Gallego et al¹⁸ (2020), quienes hallaron valores cercanos de niveles de fluoruro teniendo como valor mínimo 0,005ppm y como valor máximo 0,95 ppm, probablemente se debe a que son marcas comercializadas de otros países que de igual manera no se les obliga a colocar las concentraciones de fluoruro en las etiquetas en el envase. Asimismo, el estudio de Mohamed et al²⁷ (2023), encontró como valor mínimo de concentración 0,00 mg/L y máximo de 0,165 mg/L. Sin embargo, estudios como el de Mohammad et al²⁸ (2021) encontraron valores diferentes al estudio, cuyo valor de concentración mínimo fue de 0.014 mg/L y máximo de 2.359 mg/L estas concentraciones podrían deberse por ser marcas comerciales de otro país y a factores como un mal control del mineral en la fábrica o la variación en la temperatura, diferente composición.

En la investigación, también se encontró una concentración media de fluoruro de 0,1780 mg/L para todas las muestras de aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura. Este resultado es inferior a lo encontrado en el estudio de Gallego et al¹⁸ (2020), cuya concentración media de fluoruro para aguas embotelladas de España fue de 0,281ppm. Asimismo, Mohamed et al²⁷(2023), encontró una media de concentración de fluoruro de $0,40 \pm 0,42$ mg/L respectivamente. La discrepancia de estos resultados puede deberse porque son aguas embotelladas comercializadas de otros países, por ende, podrían tener otra composición en donde la concentración de fluoruro puede verse afectada, otros factores como las malas condiciones de almacenamiento, un control inadecuado de aguas embotelladas comercializadas con fluoruros, un mal manejo del fluoruro en la fábrica de envasado o la temperatura.

Respecto a la concentración de fluoruro entre los lotes de las aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura; se determinó que el agua embotellada San

Carlos en su lote 1 presentó una media de $0.545 \pm 0.135 \text{mg/L}$ y su lote 2 de $0.453 \pm 0.009 \text{mg/L}$, teniendo una diferencia entre medias de 0.091mg/L y presentaron un $p=0,36$ por ende no hay diferencias significativas entre las medias de sus lotes; para el agua San Mateo el lote 1 tuvo una media de $0.553 \pm 0.083 \text{mg/L}$ y su lote 2 una media de $0.597 \pm 0.019 \text{mg/L}$, teniendo una diferencia entre medias de -0.045mg/L y presentó un $p=0,459$ indicando que no hay diferencias significativas entre lotes; para el agua Socosani el lote 1 presentó una media de $0.660 \pm 0.099 \text{mg/L}$ y el lote 2 de $0.661 \pm 0.028 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un -0.0003mg/L con un $p=0,99$ por ende no hay diferencias significativas entre sus lotes; asimismo el agua Evian en el lote 1 presentó una media de $0.193 \pm 0.355 \text{mg/L}$ y su lote 2 de $0.163 \pm 0.105 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un 0.03mg/L con un $p=0,23$ indicando que no hay diferencia entre las medias de los lotes; el agua Benedictino, en el lote 1 la media fue de $0.008 \pm 0.0069 \text{mg/L}$ y para el lote 2 fue de $0.006 \pm 0.005 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un 0.002mg/L con un $p=0,59$ entonces no presentó diferencias significativas entre lotes; para el agua Cielo, su lote 1 presentó una media de $0.214 \pm 0.032 \text{mg/L}$ y su lote 2 de $0.240 \pm 0.027 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un -0.026mg/L con un $p=0,33$ por tanto no hay diferencias significativas; el agua Yaqua, en el lote 1 la media fue de $0.016 \pm 0.002 \text{mg/L}$ y el lote 2 fue de $0.0027 \pm 0.0015 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un 0.013mg/L con un $p=0,0008$ siendo el resultado más significativo ya que existieron diferencias significativas entre sus lotes; para el agua San Luis, en el lote 1 la media fue de $0.16 \pm 0.257 \text{mg/L}$ y para el lote 2 fue de $0.0007 \pm 0.0005 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un 0.163mg/L con un $p=0,33$ indicando que no hay diferencias significativas; el agua Pura Vida, en el lote 1 la media fue de $0.042 \pm 0.017 \text{mg/L}$ y para el lote 2 fue de $0.019 \pm 0.0015 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un 0.021mg/L con un $p=0,09$ donde no hay diferencias significativas; en el agua Loa, el lote 1 presentó una media de $0.814 \pm 0.235 \text{mg/L}$, y su lote 2 de $0.0608 \pm 0.008 \text{mg/L}$, teniendo en cuenta que la diferencia entre medias alcanzó un 0.206mg/L con un $p=0,20$ por ende no hay diferencias significativas; por último el agua Bell's, presentó en su lote 1 una media de $0.007 \pm 0.006 \text{mg/L}$, y su lote 2 de $0.002 \pm 0.001 \text{mg/L}$, su diferencia entre medias alcanzó un 0.005mg/L con un $p=0,195$ indicando que no hay diferencias significativas. No se encontraron estudios que comparen las

concentraciones de fluoruro según lotes, sin embargo, esto es importante ya que de esa manera el consumidor puede tomar la decisión de compra en base a una información verídica, al conocer las concentraciones de fluoruro de cada lote de marca de agua embotellada es por ello que las empresas deberían colocar las concentraciones de fluoruro en las etiquetas del envase de acuerdo al lote. Lo ideal sería que todos los lotes de una misma marca presenten la misma concentración de fluoruro, es de importancia mencionar la vigilancia epidemiológica, dirigida a prevenir o controlar los riesgos y daños en la salud, se menciona puesto que el consumo de agua embotellada en la ciudad de Piura está en incremento y además debería existir un seguimiento a las empresas que producen aguas embotelladas, ya que el agua constituye una fuente adicional de fluoruro que, si bien en niveles adecuados previenen caries dental, en dosis máximas resultan perjudiciales para salud oral por el desarrollo de la fluorosis dental u otros efectos tóxicos, por lo que su prevalencia constituye un problema de salud pública.

Respecto a la concentración de fluoruros entre todas las marcas analizadas de aguas embotelladas comercializadas en la ciudad de Piura, se encontró una variabilidad estadísticamente significativa entre las marcas analizadas a excepción de la marca San Mateo y Socosani. Se compararon las demás concentraciones respecto al valor mayor que lo presenta la marca Loa con una concentración mediana de 0,712 mg/L, por consiguiente, las marcas San Mateo (0.573 mg/L) y Socosani (0.661 mg/L) presentaron concentraciones altas entre todas las marcas analizadas. Esto indica que estas marcas tienen un contenido de fluoruro ligeramente superior en comparación con otras marcas evaluadas. Por el contrario, marcas como Bell's y Yaqua mostraron bajas concentraciones con 0,005 mg/L y 0,010 mg/L respectivamente, siendo opciones preferentes para consumidores que buscan reducir su exposición al fluoruro. La existencia de estas diferencias, confirmadas estadísticamente significativas a través del test de Kruskal Wallis ($H=19,38$; valor $p=0,036$), resalta la importancia de la elección consciente de la marca de agua embotellada en función del contenido de fluoruro, ya que concentraciones superiores de fluoruro tienen consecuencias que afectan la salud oral. Estos resultados guardan similitud con el estudio realizado por Marroquín²⁰

(2021), quien también evidenció que existieron diferencias significativas entre marcas, es así que la marca San Luis y Cielo presentaron un $p=0.016$, la marca San Luis y San Mateo con un $p=0.000$, las marcas Cielo y San Mateo con un $p=0.016$, significando de esta manera que la mayor concentración de fluoruro la presentó la marca San Mateo y la menor concentración la marca San Luis. Quizás guardan similitud entre resultados, por ser las aguas embotelladas comercializadas del mismo país.

VI. CONCLUSIONES

1. Los niveles de concentración de fluoruro en las aguas embotelladas San Carlos, San Mateo, Socosani, Evian, Benedictino, Cielo, Yaqua, San Luis, Pura vida y Bell's, estuvieron por debajo del nivel ideal de concentración de fluoruro (0,7 ppm) sugerido por la American Association of Drugless Practitioners; a excepción de la marca Loa quien presentó una concentración ideal.
2. La concentración de fluoruros entre los lotes del agua embotellada Yaqua varía de manera estadísticamente significativa, en comparación de las demás aguas embotelladas que no presentan diferencias significativas entre sus lotes.
3. La concentración de fluoruros entre todas las marcas de aguas embotelladas varía de manera estadísticamente significativa, a excepción de las marcas San Mateo y Socosani. La marca Loa presenta la mayor concentración de fluoruro dentro de las marcas analizadas y la marca Bell's la menor concentración de fluoruro.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios en otras aguas comercializadas en diferentes partes del país, para así obtener más datos actuales y conocer la concentración de fluoruros en las aguas embotelladas.
- De acuerdo con la disparidad de algunos valores obtenidos, se sugiere que las empresas pongan énfasis en el etiquetado de los componentes en su producto, especialmente en la concentración de fluoruro.
- Realizar estudios del tipo longitudinal y/o multicéntrico para encontrar efectos tanto adversos como beneficiosos de acuerdo con la ingesta de fluoruros que tienen las personas.
- Realizar investigaciones para conocer además de las concentraciones de fluoruro, la frecuencia con la que los peruanos consumen aguas embotelladas.

REFERENCIAS

1. Hossain M, Pulak P. Hydrogeochemical characterisation and health hazards of fluoride enriched groundwater in diverse aquifer types. Environmental Pollution [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 9]; 258. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31796320/>
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113646>
2. Mercado S, Cahuata, Mamani L, Mercado J. La concentración de fluoruro en agua potable y la fluorosis dental en niños. Salud & Ciencia [Internet]. 2022 [citado 2023 Sep 12]; 25(3): 167-72. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-89902022000300167&lng=es.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21840/siic/172410>
3. Johnston N, Strobel S. Principles of fluoride toxicity and the cellular response: a review. Archives of Toxicology [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 10];94(4):1051–69. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32152649/#:~:text=The%20mechanism%20of%20fluoride%20toxicity,altered%20pH%2C%20and%20electrolyte%20imbalance>
DOI: <http://dx.doi.org/10.21840/siic/172410>
4. Whelton H, Spencer A, Hacer L, Rugg-Gunn A. Fluoride Revolution and Dental Caries: Evolution of Policies for Global Use. Journal of Dental Research [Internet]. 2019 [citado 2023 Sep 11];98(8):837–46. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31282846/>
DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034519843495>
5. Aoun A, Darwiche F, Sibelle A, Doumit J. The Fluoride Debate: The Pros and Cons of Fluoridation. Journal of Food Science and Nutrition [Internet]. 2018 [citado 2023 Sep 11];23(3):171–80. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6195894/>
DOI: <https://doi.org/10.3746%2Fpnf.2018.23.3.171>
6. Pérez G, Bustillos W, Silva K. y Retamal B. Sal fluorada cómo estrategia de prevención de caries en países de Sudamérica: una revisión narrativa de la literatura. recima [Internet]. 2023 [citado 16 de setiembre de 2023];4(8): 483-843. Disponible en:

- <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3843>
DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i8.3843>
7. Martínez N, Machaca Y, Cervantes L, Mamani E, Laura A, Chambillo M. Flúor y fluorosis dental. Revista Odontológica Basadrina [Internet]. 2021 [citado 9 de septiembre de 2023];5(1):75-83. Disponible en: <http://www.revistas.unjbg.edu.pe/index.php/rob/article/view/1090>
DOI: <https://doi.org/10.33326/26644649.2021.5.1.1090>
 8. Vladimir Sánchez-Chávez-Arroyo, Robles O, Sánchez-Chávez-Arroyo E, Sánchez-Vaca D. Ingesta de flúor en alimentos e indicadores de salud bucodental en estudiantes de dos áreas rurales del Perú. Conocimiento para el desarrollo [Internet]. 2019 [citado 2024 Feb 14];10(1):75–80. Disponible en: <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/361>
DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/CpD.2019.01.11>
 9. Velez-León E, Pacheco-Quito E-M, Díaz-Dosque M, Tobar-Almache D. Worldwide Variations in Fluoride Content in Beverages for Infants. Children (Basel) [Internet]. 2022 [citado 14 febrero 2024];10(12):1896. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38136098/#:~:text=The%20review's%20findings%20reveal%20that,ranging%20from%200.13%2D1.11%20ppm>.
DOI: <https://doi.org/10.3390/children10121896>
 10. Chaulagain R, Chhatkuli A, Raj A, Karki B, Pandey S. Mean Fluoride Concentration in Drinking Water Sources of a Municipality: A Descriptive Cross-sectional Study. Journal of Nepal Medical Association [Internet]. 2022 [citado 2023 Sep 10]; 60(255): 947–51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9795107/>
DOI: <https://doi.org/10.31729%2Fjnma.7898>
 11. Zhang L, Zhao L, Zeng Q, Fu G, Feng B, Lin X, et al. Spatial distribution of fluoride in drinking water and health risk assessment of children in typical fluorosis areas in north China. Chemosphere [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 10];239. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653519320508>
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124811>
 12. Lima-Arsati Y, Ferreira A, Andrade H, Arsati F, Campos M, Souza V. Exposição a fluoreto por crianças na faixa etária crítica para fluorose

- dentária, residentes no semiárido brasileiro. Ciênc saúde coletiva [Internet]. 2018.(4):1045–54. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/csc/a/HSn6G6KSWSTX6k8V8bHxXDt/>
DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018234.07952016>
13. Romero V, Norris J, Ríos A, Cortés I, González A, Gaete L, et al. The impact of tap water fluoridation on human health. Rev. méd. Chile [Internet]. 2017 [citado 2023 Nov 14]; 145 (2): 240-9. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872017000200012&lng=es.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872017000200012>
14. Norris F, Águila V. Exposición al flúor y dermatosis. Dermatología Revista mexicana [Internet]. Dermatología Revista Mexicana. 2017 [citado 2023 Nov 14]. Disponible en: <https://dermatologiarevistamexicana.org.mx/article/exposicion-al-fluor-y-dermatosis/>
15. Casaglia A, Cassini M, Condò R, Iaculli F, Cerroni L. Dietary Fluoride Intake by Children: When to Use a Fluoride Toothpaste? International Journal of Environmental Research and Public Health [Internet]. 2021 [citado 2023 Sep 9]; 18(11):57-91. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8198230/>
DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph18115791>
16. Chandio N, John J, Floyd S, Levy S, Heilman J, Arora A. Fluoride Content of Ready-to-Eat Infant Foods and Drinks in Australia. International Journal of Environmental Research and Public Health [Internet]. 2022 [citado 2023 Sep 9];19(21). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9655222/#:~:text=Our%20results%20showed%20an%20overall,mL%20of%20liquid%20food%20samples>
DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph192114087>
17. Pérez A, Aparecido J, Serna C, Cabello I, Martínez Y, Ortiz A. La concentración de fluoruro en las aguas consumidas en la Región de Murcia no es suficiente para prevenir la caries dental. Enferm. glob. [Internet]. 2021 [citado 2023 Sep 11] 20(61): 122-138. Disponible en:

- http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412021000100005&lng=es
- DOI: <https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.432151>
18. Gallego S, Martínez Y, Serna C, Pérez A, Aparecido J, Ortiz J. Concentración de flúor y metales pesados en aguas embotelladas: medidas de barrera frente a caries dental y fluorosis. *Revista Española de Salud Pública* [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 11]. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/resp/2019.v93/e201912110/#>
 19. Cerdán S. Determinación de fluoruros en bebidas infantiles. Evaluación del riesgo tóxico. [Trabajo de fin de grado]. Repositorio de la Universidad de La Laguna [Internet]. 2022 [citado 2023 Sep 21]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/27136>
 20. Marroquin E. Evaluación de la concentración de fluoruro en aguas de mesa comercializadas en Lima – Perú 2021. [Tesis para optar por el título de Cirujano Dentista]. Universidad Norbert Wiener [Internet]. 2021 [citado 2023 Oct 23]; Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/5687>
URI: <https://hdl.handle.net/20.500.13053/5687>
 21. Milla A. Agua embotellada: ¿Cuánto se consume en Perú y qué se espera para los próximos años? [Internet]. *Gestión*. *Gestión*; 2023 [citado 2023 Nov 19]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/empresas/agua-embotellada-cuanto-se-consume-en-peru-y-que-se-espera-para-los-proximos-anos-noticia/?ref=gesr>
 22. Inga C. Consumo de agua embotellada y bebidas crece en esta ola de calor. ¿cuánto aumentó y cómo avanzará este mes? [Internet]. *El Comercio Perú*. *El Comercio Perú*; 2023 [citado 2023 Nov 19]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/consumo-de-agua-embotellada-y-bebidas-crece-en-esta-ola-de-calor-cuanto-ha-crecido-y-como-avanzara-este-mes-calor-aguas-aguas-embotelladas-consumo-lluvias-inundaciones-verano-altas-temperaturas-noticia/?ref=ecr>
 23. Documento de Dictamen [Internet]. Congreso.gob.pe. 2014 [cited 2023 Nov 19]. Disponible en: <https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/dict>

[amenes/D8D61D9D56A62C6505257F9C005DDB75](https://doi.org/10.4236/jasmi.2020.104007)

24. Shaiyad K, Kumar V. Determination of Fluoride in Various Samples Using a Fluoride Selective Electrode. *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation* [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 21]; Disponible en: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=106044>
DOI: [10.4236/jasmi.2020.104007](https://doi.org/10.4236/jasmi.2020.104007)
25. Vidhyashankar M, Shanmugam N. Estimation of Fluoride Content in Various Drinking Water Sources Available in Coimbatore District, Tamil Nadu, South India. *Indian J Occup Environ Med* [Internet]. 2023 [citado 2023 Oct 24];27(1):89–93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37304001/>
DOI: https://doi.org/10.4103/ijoem.ijoem_142_22
26. Doumit M, Lamia A, Mouhamad M. Fluoride concentration of bottled water and public water in Lebanon. *Indian Journal of Dental Research* [Internet]. 2019 [citado 2023 Oct 26]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31397411/>
DOI: https://doi.org/10.4103/ijdr.ijdr_604_18
27. Mohamed A, Hocine B, Oum E, Sabah M, Zineb B, Hakim B. Fluoride concentration in bottled drinking water from a fluoride endemic area: A market-based survey. *Clinical Nutrition ESPEN* [Internet]. 2021 [citado 2023 Oct 27]; 46:147–51. Disponible en: https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S2405457721011049.pdf?locale=es_ES&searchIndex=
28. Mohammad G, Safa K, Faezeh A, Abbas Z, Amir H. Health risk assessment of nitrate and fluoride in bottled water: a case study of Iran. *Environmental Science and Pollution Research* [Internet]. 2021 [citado 2023 Oct 26];28(35). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33928508/>
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14027-w>
29. Grajales A, Mata C, Roesch L, Martinez R, Amaya L. Concentración del ion flúor en agua potable y embotellada en Mpio. Veracruz y sus implicaciones en la salud Oral. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud* [Internet]. 2016 [citado 2023 Oct 26]; 4 (2): 54-57. Disponible en: <https://revmedforense.uv.mx/index.php/RevINMEFO/article/view/2693/4608>
30. Idowu O, Duckworth R, Valentine R, Fatemeh Z. Biomarkers for the

- Assessment of Fluoride Exposure in Children. Caries Research [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 9];54(2):134–143. Disponible en: <https://karger.com/cre/article-abstract/54/2/134/97287/Biomarkers-for-the-Assessment-of-Fluoride-Exposure?redirectedFrom=fulltext>
DOI: <https://doi.org/10.1159/000504166>
31. Suárez C, Sevilla M. Patología oral y sistémica de la fluorosis [Trabajo fin de grado] Universidad de Sevilla [Internet]. 2016. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/61346/TFG%20TERESA%20BERNAB%C3%89.pdf?sequence=1>
32. Fluoride. National Institutes of health [Internet] [citado 2023 Oct 23]. Disponible en: <https://bfsweb.org/extent/>
33. Koberová R, Radochová V, Kováčsová F, Merglová V. Exogenous Intake of Fluorides in Caries Prevention: Benefits and Risks. Acta Medica [Internet]. 2021 [citado 2023 Sep 19];64(2):71–76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34331425/>
DOI: <https://doi.org/10.14712/18059694.2021.13>
34. British Fluoridation Society. Extent of Water Fluoridation [Internet]. The Faculty of Public Health 2004 [citado 2023 Oct 23]. Disponible en: <https://bfsweb.org/extent/>
35. Moscoso L, Matos R. Factores de promoción de agua embotellada que influyen en la decisión de compra en supermercados de Lima Metropolitana en la actualidad [Tesis para optar por grado de licenciado en Administración]. 2018. [citado 2023 Sep 11]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626091/MoscosoS_L.pdf?sequence=3&isAllowed=y
DOI: [10.19083/tesis/626091](https://doi.org/10.19083/tesis/626091)
36. Boischio A. Flúor en el agua de consumo. PAHO [Internet] 2013. [citado 2023 Sep 11]. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193:2013-fluor-agua-consumo&Itemid=39798&lang=en#gsc.tab=0
37. Hernández A, Azañedo D. Cepillado dental y niveles de flúor en pastas dentales usadas por niños peruanos menores de 12 años. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2019 [citado 2023 Sep 11];36(4):646-652.

- Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342019000400012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
DOI: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2019.364.4900>
38. Raquel R, Rubio C, Gutiérrez A, Paz S, Hardisson A. Niveles de fluoruro en dentífricos y colutorios. JONNPR [Internet]. 2020 [citado 2023 Sep 21]; 5(5): 491-503. Disponible en:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2529-850X2020000500004&lng=es.
DOI: <https://dx.doi.org/10.19230/jonnpr.3326>
39. Jiménez L, Hernandez J, Cordova R, Sandoval S, Alegría J, Costilla R, et al. Dosis de exposición a fluoruros por el consumo de diferentes tipos de leche en residentes de una zona con hidrofluorosis endémica en México. Anales De Pediatría [Internet]. 2019 [citado 2023 Sep 21];90(6):342–348. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403318303710>
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.10.005>
40. Rodríguez M, Mendivelso F. Diseño de investigación de Corte Transversal [Internet]. ResearchGate. unknown; 2018 [citado 2023 Oct 3]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329051321_Diseño_de_investigación_de_Corte_Transversal
DOI: <http://dx.doi.org/10.26852/01234250.20>
41. Rodríguez D. Investigación básica: características, definición, ejemplos [Internet]. Lifeder. 2020 [citado 2023 Oct 2]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>
42. Ochoa J, Yunkor Y. El estudio descriptivo en la investigación científica. AJP [Internet]. 2021 [citado 3oct.2023];2(2). Disponible en: <http://201.234.119.250/index.php/AJP/article/view/224>
43. Ramos C. Editorial: Diseños de investigación experimental. CienciAmérica [Internet]. 2021 Feb. 24 [citado 2023 Oct. 3];10(1):1-7. Disponible en: <https://www.cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>
44. Baena G. Metodología de la investigación serie integral por competencia [Internet]. 2014. [citado el 3 de octubre de 2023]. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_d

e_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

45. Martínez N, Machaca Y, Cervantes L, Mamani E. Flúor y fluorosis dental [Internet]. Revista Odontológica Basadrina. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2021 [citado 2023 Sep 19]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/352485546_Fluor_y_fluorosis_dental
46. ¿QUÉ PROTEJO? Indecopi [Internet]. Indecopi.gob.pe. 2023 [citado 2023 Oct 27]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/marcas-que-puedo-proteger#:~:text=NOMBRE%20COMERCIAL,nombre%20de%20un%20establecimiento%20comercial>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Operacionalización de variables.

| Variables de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensión | Indicadores | Escala de medición |
|---------------------------|--|--|--|--|--------------------|
| Concentración de fluoruro | Es la cantidad de fluoruro que se encuentra dentro de una sustancia líquida u acuosa. ⁴⁶ | Es la cantidad de flúor medida en mg/L por el electrodo selectivo de ion flúor (método directo), que es un potenciómetro que sirve para medir las concentraciones de flúor en una sustancia líquida. (1 mg/L=1ppm) | Unidad de medida peso del fluoruro/volumen de la muestra | Mg/L ppm | De razón |
| Marca comercial | Símbolo asociado a una empresa que representa un servicio ⁴⁶ | Son aquellas marcas de aguas embotelladas comercializadas en supermercados de la ciudad de Piura. | Marcas comerciales | Cielo, Socosani, San Mateo, Pura vida, Evián, Cielo, San Carlos, Benedictino, Yaqua, Loa, Bell's | Nominal |
| Lote | Son productos que tienen características similares como el tiempo de producción, la calidad originándose en un proceso de partida de producción. | Son los códigos de las aguas embotelladas compradas en diferentes supermercados de la ciudad de Piura que se hayan producido en diferente periodo de tiempo. | Códigos de los lotes | Lote 1 Lote 2 | Nominal |

Anexo 2. Ficha de recolección de datos

De acuerdo con las marcas comerciales se codificaron con letras minúsculas, el lote se dividió en lote 1 o lote 2, se registró el código de lote y las repeticiones por triplicado con letras mayúsculas donde se colocaron las concentraciones de fluoruro dadas por el electrodo de ion selectivo de fluoruro en milivoltios.

| MARCAS COMERCIALES | CODIFICACIÓN DE LA MARCA | LOTE | CÓDIGO DE LOTE | REPETICIONES (mV) | | |
|--------------------|--------------------------|------|----------------|-------------------|-----|-----|
| | | | | a1A | a1B | a1C |
| SAN CARLOS | a | | | a1A | a1B | a1C |
| | | | | | | |
| SAN MATEO | b | | | b1A | b1B | b1C |
| | | | | | | |
| SOCOSANI | c | | | c1A | c1B | c1C |
| | | | | | | |
| EVIAN | d | | | d1A | d1B | d1C |
| | | | | | | |
| BENEDICTINO | e | | | e1A | e1B | e1C |
| | | | | | | |
| CIELO | f | | | f1A | f1B | f1C |
| | | | | | | |
| YAQUA | g | | | g1A | g1B | g1C |
| | | | | | | |
| SAN LUIS | h | | | h1A | h1B | h1C |
| | | | | | | |
| PURA VIDA | i | | | i1A | i1B | i1C |
| | | | | | | |
| LOA | j | | | j1A | j1B | j1C |
| | | | | | | |
| BELL'S | k | | | k1A | k1B | k1C |
| | | | | | | |

Anexo 4. Certificado de capacitación virtual “Buena práctica clínica”



Anexo 5. Códigos de lotes de las aguas embotelladas para consumo humano comercializadas en Piura.

| MARCA | LOTE | CÓDIGO DE LOTE |
|--------------------|-------------|-----------------------|
| San Carlos | 1 | 4 SU22:30 |
| | 2 | 4SU18:24 |
| San Mateo | 1 | 040137 |
| | 2 | 042055 |
| Socosani | 1 | 2A604020207 |
| | 2 | 1A621010429 |
| Evian | 1 | 6 |
| | 2 | 8 |
| Benedictino | 1 | 0734052357 |
| | 2 | 1A621010429 |
| Cielo | 1 | H7143 |
| | 2 | G8112 |
| Yaqua | 1 | 001-0177 |
| | 2 | 088-7612 |
| San Luis | 1 | 25P |
| | 2 | 21E |
| Pura vida | 1 | 15240731 |
| | 2 | 03484942 |
| Loa | 1 | 17162702C6 |
| | 2 | 12947590A3 |
| Bell's | 1 | 053-2608 |
| | 2 | 045-3421 |

Anexo 6. Otras evidencias

Fotografía N°1: Ejecución del proyecto de tesis en el laboratorio de investigación en salud pública-Universidad de Cartagena.



Fotografía N°2: Calibración a cargo del Dr. Farith Damián Gonzales Martínez en el laboratorio de investigación en salud pública, explicando el método directo.



Fotografía N°3: Análisis de la muestras de aguas embotelladas por método directo



Fotografía N°4: Lectura de la concentración de fluoruro por el potenciómetro.

