



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**Concentración de fluoruro en sales para consumo humano
comercializadas en la ciudad de Piura, 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Cirujano Dentista**

AUTORES:

Loayza Laredo, Franco Esteban (orcid.org/0000-0001-5146-2641)

Loayza Laredo, Ivan Alonso (orcid.org/0000-0002-3552-5179)

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

A mis amados padres, fuente inagotable de apoyo e inspiración, quienes con su amor infinito y sabiduría han guiado cada paso de nuestro camino. A nuestros queridos amigos y seres queridos, por su aliento constante y risas compartidas que iluminaron los días de estudio.

Que este logro sea un testimonio de la dedicación, perseverancia y amor que nos une como familia. Con gratitud eterna, Loayza Laredo Franco Esteban y Loayza Laredo Ivan Alonso.

AGRADECIMIENTO

Este logro no es exclusivamente nuestro, sino que representa el esfuerzo colectivo de todos aquellos que, de alguna forma, colaboraron en este viaje académico. Agradecemos profundamente a nuestros amigos y seres queridos por su apoyo constante y por compartir momentos de alegría con nosotros a lo largo de este proceso.

Agradecemos también a la Universidad César Vallejo por proporcionarnos las herramientas y el entorno académico necesario para el desarrollo de esta investigación.

Nuestro agradecimiento va dirigido al distinguido cuerpo docente, especialmente a la Dra. Salas Huamani Juana Rosmeri, cuya guía y conocimientos fueron esenciales para el éxito de esta investigación. Agradecemos también al Dr. Olivares de la Cruz, Emeterio Marino, por su valioso apoyo y asesoramiento durante todo el proceso.

Queremos expresar nuestra sincera gratitud a la Universidad de Cartagena por brindarnos los recursos necesarios para llevar a cabo nuestra investigación.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al Dr. Farith Damián Gonzáles Martínez y a todos los colaboradores del laboratorio de Cartagena, quienes nos brindaron la oportunidad de ejecutar nuestra tesis con su valioso apoyo.



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 SALES PARA CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE PIURA, 2024", cuyos autores son LOAYZA LAREDO IVAN ALONSO, LOAYZA LAREDO FRANCO ESTEBAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, 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 16:44:50

Código documento Trilce: TRI - 0755998





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, LOAYZA LAREDO IVAN ALONSO, LOAYZA LAREDO FRANCO ESTEBAN estudiantes de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Concentración de fluoruro en sales para consumo humano: revisión integrativa.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
FRANCO ESTEBAN LOAYZA LAREDO DNI: 70672822 ORCID: 0000-0001-5146-2641	Firmado electrónicamente por: FLOAYZALA98 el 18-07-2024 16:04:11
IVAN ALONSO LOAYZA LAREDO DNI: 72146475 ORCID: 0000-0002-3552-5179	Firmado electrónicamente por: ILOAYZALA10 el 18-07-2024 16:09:07

Código documento Trilce: TRI - 0821041



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LA ASESORA	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE 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 y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	14
3.6. Métodos de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSION	24
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	
Anexo 1	
Anexo 2	
Anexo 3	
Anexo 4	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de concentración de fluoruros según marca comercial.....	20
Tabla 2. Niveles de concentración de fluoruros según lote en marcas de sal.....	21
Tabla 3. Niveles de concentración de fluoruros según tipo de sal.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marcas de sal comercializadas en la ciudad de Piura.....	13
Figura 2. Codificación de las sales.....	15
Figura 3. Preparación de los estándares para elaborar la curva de calibración..	15
Figura 4. Pesaje de la sal.....	16
Figura 5. Mezcla del Tisab II con la solución diluida de la sal.....	17
Figura 6. Limpieza del electrodo selectivo de ion fluoruro.....	17
Figura 7. Lectura de las muestras diluidas de sal.....	18
Figura 8. Lectura de las muestras en milivoltios.....	18

RESUMEN

La sal de consumo humano cumple una función primordial en la salud bucal y puede tener efectos tanto positivos como adversos. **Objetivo:** Evaluar los niveles de fluoruro en las sales de consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024. **Metodología:** Fue de tipo cuantitativa, básica, transversal de diseño no experimental y descriptivo. En este estudio se analizaron veintiocho tipos de sal de distintas marcas disponibles en los supermercados de Piura. Las muestras fueron analizadas utilizando el método directo mediante un electrodo selectivo de ion fluoruro. **Resultados:** Indicaron una variabilidad significativa en las concentraciones de fluoruro entre las diferentes marcas y tipos de sal, oscilando entre 0.009 $\mu\text{g/g}$ y 0.471 $\mu\text{g/g}$. Las marcas Tottus, Biosal y Lobos presentaron las concentraciones más altas, mientras que Peruvian, Sal de Maras Rosada y Sal de Maras Gruesa mostraron las concentraciones más bajas. Se observaron diferencias significativas entre lotes en las marcas Sal de Maras Gruesa y Lobos. **Conclusiones:** Las concentraciones de fluoruros varían mucho entre diferentes marcas de sal. "Lobos" tiene las concentraciones más altas, mientras que "Sal de Maras Gruesa" tiene las más bajas. Además, estas dos marcas muestran diferencias importantes entre sus lotes, lo que indica variabilidad en la calidad de la sal en Piura en 2024.

Palabras clave: Fluorización, cloruro de sodio dietético, sal de mesa, fluorosis, fluoruros (DeCs)

ABSTRACT

Table salt for human consumption plays a crucial role in oral health and can have both positive and negative effects. Therefore, the **objective** of this investigation was to measure the fluoride levels in table salts intended for human consumption sold in the city of Piura in 2024. This study was quantitative, basic, cross-sectional, with a non-experimental and descriptive design. **Methodology:** In this study, twenty-eight types of salt from different brands available in supermarkets in Piura were analyzed. The samples were transported to Cartagena de Indias, Colombia, where they were analyzed using the direct method with a fluoride ion-selective electrode. **Results:** The results indicated significant variability in fluoride concentrations among the different brands and types of salt, ranging from 0.009 µg/g to 0.471 µg/g. The brands Tottus, Biosal, and Lobos presented the highest concentrations, while Peruvian, Sal de Maras Rosada, and Sal de Maras Gruesa showed the lowest concentrations. Significant differences were observed between batches in the brands Sal de Maras Gruesa and Lobos. **Conclusions:** Fluoride concentrations vary significantly among different brands of salt. "Lobos" has the highest concentrations, while "Sal de Maras Gruesa" has the lowest. Additionally, these two brands exhibit significant differences between their batches, indicating variability in the quality of salt in Piura in 2024.

Keyword: Fluoridation, sodium chloride dietary, salt, fluorosis, fluorides (MeSH)

I. INTRODUCCIÓN:

El flúor, uno de los elementos más reactivos y electronegativos, constituye aproximadamente entre 0,06 y 0,09 % de la corteza terrestre, clasificándose como la decimotercera sustancia más abundante en la naturaleza. Su presencia en el agua potable es de especial interés para la salud pública, dado que su consumo puede tener efectos beneficiosos o perjudiciales para la salud humana. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que la concentración de flúor en el agua no debe exceder los 1,5 mg/L para el consumo seguro.¹

Naturalmente presente en ambientes como el agua, el suelo y en diversos organismos vivos, el fluoruro muestra variaciones en su concentración en las reservas acuíferas dependiendo de la ubicación geográfica. Este elemento se absorbe principalmente en huesos y dientes, siendo el exceso excretado a través de la orina.² En países tanto desarrollados como en vías de desarrollo, el fluoruro encontrado en las aguas subterráneas es una preocupación creciente, dado que estas fuentes son vitales para el abastecimiento de agua potable. A nivel global, se estima que aproximadamente 200 millones de personas están expuestas a niveles de fluoruro en el agua que superan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud.³

El fluoruro, identificado como un oligoelemento esencial, desempeña un papel fundamental en la prevención de enfermedades metabólicas y degenerativas. Así mismo, la incorporación de fluoruro al suministro de agua representa la estrategia más efectiva para prevenir la aparición de caries, logrando reducir significativamente su incidencia, hasta en un 60%, cuando el agua es ingerida a partir de los 2 o 3 años de edad. Este porcentaje disminuye aproximadamente el 50% cuando el consumo comienza a los 4 años de edad.⁴

La exposición a altas concentraciones de fluoruro está asociada con afecciones dentales y óseas, variando según la concentración y duración de la exposición.⁵ La ingestión excesiva y regular de flúor durante la etapa de formación dental ocasiona una anomalía clínica en el desarrollo del esmalte. Esta condición se distingue por una decoloración y porosidad más pronunciadas en comparación con el esmalte en condiciones normales, y se identifica como fluorosis dental.⁶ Las manifestaciones de la fluorosis dental varían desde manchas blancas o marrones hasta erosiones severas

en los dientes. Aunque su prevalencia ha disminuido, es crucial monitorear constantemente los niveles de fluoruro para gestionar esta condición prevenible.⁷

Es importante reconocer que el flúor actúa principalmente de manera tópica, especialmente después de la erupción dental. Antes de recomendar suplementos de flúor, es esencial evaluar el consumo total de este elemento en niños, considerando fuentes como el agua, alimentos y pastas dentales.⁸ El uso tradicional del fluoruro sistémico como medida preventiva contra las caries ha sido implementado a través de diversas fuentes, como el consumo de agua y sal fluoradas, leche, suplementos dietéticos, así como la presencia de fluoruro en alimentos procesados, jugos y bebidas preparadas con agua fluorada,⁹ lo cual subraya la importancia de analizar el contenido de fluoruro en estos productos para ofrecer información adecuada a los padres de familia.¹⁰

La fluorización de la sal es una estrategia de salud pública ampliamente adoptada para la prevención de caries, especialmente en regiones donde la fluorización del agua no es viable. En Perú, la ley exige que la sal para consumo humano contenga entre 200 y 250 mg de fluoruro por kilogramo. Sin embargo; existe una carencia de evidencia sobre el cumplimiento de esta normativa, lo que resalta la necesidad de investigar los niveles de fluoruro en la sal comercializada en diferentes regiones del país.¹¹

En Piura, una región norteña de Perú, existe un vacío de información respecto a los niveles de fluoruro en la sal disponibles en los supermercados, si es que cumplen con las directrices nacionales. La mayoría de los estudios se han centrado en la sal comercializada en Lima, empleando métodos estandarizados para la evaluación del fluoruro.¹² La necesidad de aplicar técnicas de medición precisas para mantener un alto estándar de calidad en el fluoruro iónico de la sal fortificada es evidente. Los estudios iniciales en Perú sientan las bases para una investigación más profunda sobre los niveles de fluoruro en la sal distribuida en Piura, permitiendo comparar estos datos con las normativas nacionales y los niveles reportados en otras áreas del país.^{13,14}

La importancia del fluoruro en la salud pública se manifiesta claramente en su uso para prevenir la caries dental, una de las afecciones más comunes en la población mundial. El acceso a una sal adecuadamente fluorada es esencial para mantener la

salud dental, especialmente en lugares donde otras fuentes de fluoruro no están disponibles.¹⁵ En Piura, la regulación del contenido de fluoruro en la sal resulta crucial para mantener el bienestar de la población. Dado que las caries dentales son un problema común en la población, resulta primordial garantizar que la sal que se vende al público cumpla con las normativas vigentes¹¹. De esta manera, se ofrece un método eficaz contra esta afección.

Esta investigación pretende alinear sus objetivos con los objetivos de desarrollo sostenible, particularmente en la promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria. Por lo tanto, surge la necesidad de preguntarse: ¿Cuál es la concentración de fluoruro de las sales para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura en 2024?

Este estudio se justifica por la necesidad de proporcionar datos actualizados sobre los niveles de fluoruro en la sal que se vende en Piura, asegurando así la conformidad con las normativas exigentes. La disponibilidad de estos datos es crucial para la elaboración de políticas de salud pública y para fomentar el acceso a una sal con fluoración adecuada. Aunque existen estudios previos sobre la sal fluorada en Perú ^{12,13,14}, la investigación específica en Piura es escasa. Al abordar este vacío, el presente trabajo busca no solo contribuir con información valiosa, sino también sentar un precedente para futuras investigaciones en regiones similares.

Por lo expuesto, surge el siguiente objetivo general: Evaluar la concentración de fluoruro en sal para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024, con los siguientes objetivos específicos: Determinar la concentración de fluoruro según lote en sal para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024 y determinar la concentración de fluoruro según tipos en sal para consumo humano comercializadas en la ciudad de Piura, 2024.

II. MARCO TEÓRICO:

El estudio se fundamenta en investigaciones internacionales que proporcionan un respaldo teórico sólido. Autores destacados en el campo, como:

Dall'Onder, et al. (2021)¹⁶; Walsh, et al. (2018)¹⁷; Gómez, et al. (2016)¹⁸ realizaron estudios en Uruguay, Nicaragua y Colombia con el objetivo de analizar concentraciones de fluoruros en sal, en los tres estudios se aplicó una muestra de 14, 33 y 40 respectivamente, los tres estudios utilizaron el electrodo específico de iones fluoruro, el primer estudio realizado, se observó que los valores promedio de fluoruro en las muestras de sal examinadas oscilaron entre 19,22 y 553,42 mgF/Kg. Se constató que la mayoría de los envases de sal presentaban concentraciones de fluoruro por debajo de los 250 mgF/Kg. Entre las marcas analizadas, Celusal y Marina Diamante lograron alcanzar el nivel promedio esperado de concentración de fluoruro, mientras que tres marcas distintas mostraron valores considerablemente elevados (Monte Cudine, Dos Anclas y Dos Estrellas), el segundo estudio, los principales resultados fueron dos marcas de sal fluoradas que estaban en conformidad con la ley nicaragüense, con concentraciones de 209.8 (\pm 48.0) y 211.4 (\pm 26.0) mg de F/kg y las demás marcas se encontraban debajo del rango permitido por Nicaragua, el tercer estudio, los principales resultados en la sal fueron promedio de F 186.71 ppm (mgF/Kg); con diferencias significativas entre los promedios de cada marca. Los tres estudios realizados en Uruguay, Nicaragua y Colombia sobre la fluoración de la sal y el agua revelan problemas de variabilidad en las concentraciones de flúor que podrían estar afectando la eficacia de estas intervenciones de salud pública. En Uruguay, la mayoría de las marcas de sal de mesa fluorada comercialmente disponibles presentan concentraciones inconsistentes con la información proporcionada en las etiquetas, oscilando entre niveles bajos y altos, lo que podría reducir los beneficios esperados debido a la falta de control de calidad. En Nicaragua, se detectaron problemas con la fluoración de la sal, incluyendo la venta de sal no fluorada, etiquetado incorrecto y concentraciones por debajo de lo establecido legalmente. En Colombia, sin embargo, las concentraciones de fluoruro en el agua y la sal de consumo están dentro de los niveles permitidos por las normas nacionales e internacionales, lo que sugiere que estas fuentes no serían, por sí solas, factores importantes en la aparición de fluorosis dental en la región. En conjunto, los estudios indican la necesidad de mejorar la

regulación, supervisión y control de calidad para garantizar una fluoración adecuada y consistente en estos países.

Otras investigaciones internacionales han evidenciado lagunas en la regulación y el monitoreo de los niveles de fluoruro en la sal que se ofrece en el mercado. Los estudios citados a continuación resaltan estas deficiencias. Estos hallazgos resaltan la importancia de fortalecer los mecanismos de control para garantizar que la sal fluorada cumpla con las normativas establecidas, contribuyendo así a la salud pública.

Quintero, et al. (2021)¹⁹, Esquivel, et al. (2016)¹³ y Villagrán, et al. (2015)²⁰ realizaron estudios en Colombia, Guatemala y México con el objetivo del primero y tercer autor determinar las concentraciones de fluoruro en la sal comercializados en su país y el autor Villagrán estudiar las causas de la aparente disminución del contenido de fluoruro en función del tiempo de almacenamiento en muestras de sal de mesa, los tres estudios aplicaron a una muestra de 28, 277 y 20 respectivamente, los dos primeros estudios analizaron con el instrumento del electrodo selectivo de ion fluoruro y el tercer estudio fue analizado con el potenciométrico selectivo de iones. El primer estudio realizado, la concentración media (DE) de F para todas las muestras fue de 133,8 (51,0) ppm F, oscilando entre 4,8 y 225,7 ppm F. La mayoría de las muestras (71%) tuvieron valores inferiores a los recomendados por el programa nacional de fluoración de sales en Colombia, el segundo estudio, los resultados impulsaron el análisis y la optimización adicional del método estándar EUSalt para liberar todo el fluoruro presente en las sales y el tercer estudio de 277 muestras recolectadas, 270 muestras no contenían ningún rastro de flúor y las 7 muestras restantes contenían 175 a 225 mgF/Kg. Los tres estudios concluyeron que investigaciones realizadas en Colombia, Guatemala y México en un conjunto de muestras mediante un electrodo ion selectivo revelan que la mayoría de las sales de mesa no cumplen con las normas de fluoración establecidas. En Colombia, la falta de cumplimiento de la legislación en la mayoría de las marcas y la presencia de sales con bajo contenido de sodio y sales condimentadas resaltan la necesidad de actualizar y monitorear periódicamente el programa nacional de fluoración de la sal para mantener niveles seguros y efectivos de flúor para la prevención de caries, sin aumentar el riesgo de fluorosis dental. En Guatemala, solo el 2,5 % de las 277 muestras de sal recolectadas en el mercado cumplían con la norma de fortificación con flúor. Además, el uso de un electrodo ion

selectivo tiende a arrojar valores más bajos de flúor de lo esperado. En conjunto, estos estudios evidencian la necesidad urgente de mejorar el monitoreo, la regulación y la aplicación de métodos de análisis más precisos para garantizar que las concentraciones de flúor sean consistentes con los niveles óptimos para la salud pública.

Por otro lado, el estudio también se basa en investigaciones nacionales que aportan una base teórica sólida. Investigadores en este campo han producido análisis detallados y datos empíricos que refuerzan las bases conceptuales del presente trabajo.

Evangelista, et al. (2021)¹², Young (2019)¹⁴, Aparecido, et al. (2018)²¹ y Jauregui (2017)²² todos estos autores analizaron la concentración de fluoruro en la sal en distintos departamentos del Perú, con el objetivo de determinar la concentración de fluoruro en marcas de sal para consumo humano que se comercializan en los mercados y supermercados del país, los tres estudios tuvieron una muestra de 10, 13, 7 y 20 respectivamente, En la primera investigación, aunque no se especificó el instrumento utilizado, se recopilaron datos mediante la revisión de registros existentes en una base de datos. En el segundo estudio se empleó un fluorímetro de lectura directa 720 A (Electrodo ISE) para medir la concentración de fluoruro, en el tercer estudio revelaron una variabilidad en las concentraciones de fluoruro, con algunas muestras no cumpliendo con la normativa peruana y el cuarto estudio los resultados específicos para las marcas Marina y Emsal fueron de 240.19 ± 26.16 ppm y 246.57 ± 41.10 ppm, respectivamente. Los cuatro estudios concluyeron que la exposición a sales con niveles de fluoruro óptimos varía entre las diferentes marcas disponibles en Independencia, con algunas cumpliendo las normas técnicas, mientras que otras no proporcionan información clara ni cumplen con los estándares de calidad. Es esencial reforzar la supervisión y fabricación de sal fluorada en Perú para asegurar su uso seguro y efectivo en la prevención de la caries dental.

El origen de la fluoración dental se remonta a una observación inicial que, con el tiempo, se transformó en un concepto revolucionario. Esta evolución marcó un hito en la odontología, colocándola a la vanguardia de la medicina preventiva, al revelar que el fluoruro, un mineral hallado en rocas y suelos, tenía un papel crucial. El interés en el fluoruro se inició en 1901, cuando Frederick McKay notó que varios residentes de

Colorado Springs tenían manchas marrones inusuales en sus dientes. En 1909, McKay, en colaboración con el Dr. GV Black, realizó un estudio pionero; aproximadamente 90% de niños nacidos en esa localidad mostraban estas manchas dentales. Durante seis años, Black se dedicó a investigar la fluorosis. De sus investigaciones surgieron dos hallazgos fundamentales: primero, que el esmalte manchado, término usado por Black para describir esta condición, era consecuencia de defectos en el desarrollo dental infantil. Segundo, descubrieron que los dientes con estas manchas marrones, específicas de la región de Colorado, presentaban una resistencia notable y hasta entonces inexplicable a las caries dentales.²³

El flúor es un mineral compuesto que contiene el ión (F) llamado sal del ácido fluorhídrico; se ubica en el planeta con distribución extensa en la naturaleza. A pesar de que se promueve el flúor como un componente beneficioso para prevenir la caries dental, es importante tener en cuenta que su ingesta en cantidades elevadas puede desencadenar una reacción tóxica, manifestándose en síntomas como mareos, náuseas y dolor en el abdomen.²⁴ Por otro lado la ingesta adecuada de fluoruros ha demostrado ser beneficiosa al promover la mineralización dental y la densidad ósea. Además, su consumo en cantidades adecuadas ha mostrado disminuir tanto el riesgo como la prevalencia de caries dental, contribuyendo activamente a la remineralización del esmalte afectado por caries incipientes,²⁵ Aunque el fluoruro no se clasifica como un componente vital para el desarrollo y crecimiento humano, le da una consideración parecida a la de los micronutrientes. Esto se debe a su comprobada eficacia en la prevención de la enfermedad llamada caries, lo cual ha motivado la definición de una cantidad diaria recomendada para su consumo. La exposición de las personas al flúor se produce principalmente a través de lo que comen. En general, los alimentos aportan una cantidad baja de flúor, y la cantidad total que se ingiere cada día depende principalmente de la cantidad presente en el agua que se bebe y se utiliza para la cocción de alimentos.²⁶

Se ha establecido mediante investigaciones que la exposición excesiva a fluoruros ya sea por consumo oral o aplicación directa, puede acarrear problemas de salud, destacando principalmente la fluorosis dental. Las fuentes principales de exposición al flúor asociadas con el desarrollo de esta afección incluyen productos dentales, sal enriquecida, jugos, leche y suplementos dietéticos. Sin embargo, se considera que el

factor más determinante es el agua de consumo, ya sea debido a la adición de flúor artificial o a su presencia natural en las fuentes de agua, infiltración o disolución de rocas que contienen este elemento.²⁷ Por su parte, el fluoruro exhibe propiedades de incoloración, insipidez y falta de olor al disolverse en agua, lo que complica su identificación a través de evaluaciones físicas. La concentración de sus niveles en el agua requiere de procedimientos analíticos químicos.²⁸

El fluoruro es ampliamente reconocido como el principal tratamiento no invasivo para la caries dental, y se ha integrado en programas de salud pública para reducir su incidencia. Su mecanismo de acción primordial, aplicado de manera tópica, facilita la remineralización de lesiones cariosas en etapas iniciales y disminuye el riesgo de desmineralización en el esmalte dental sano.²⁹ En la práctica odontológica, su aplicación es extensa, abarcando tanto la prevención como el tratamiento temprano de la caries dental. Este elemento se ha incorporado en la comunidad a través de la fluoración del agua, sal de mesa, leche y enjuagues bucales con una concentración del 0,2%. A nivel individual, se encuentra en pastas dentales con fluoruro de sodio, en concentraciones que varían entre 1000 y 1500 ppm, y en enjuagues bucales al 0,05%. Además, en el ámbito profesional se utiliza en formas como gel, barniz o espuma. Sin embargo, es importante señalar que el uso sistemático del fluoruro puede conllevar riesgos de toxicidad, ya sea aguda o crónica.³⁰

Actualmente, las técnicas más utilizadas para la cuantificación de fluoruro son el electrodo selectivo de iones de fluoruro (F-ISE) y la cromatografía iónica (IC). El F-ISE, desarrollado por Frant y Ross en 1966, destaca por su sencillez, costo y efectividad, mientras que la IC, aunque más costosa, demanda personal con mayor formación. Antes de proceder a la medición, las muestras se someten a un proceso de descomposición total, transformando todo el flúor presente en fluoruro y convirtiendo la muestra sólida en solución acuosa, se sumerge el electrodo en la muestra y se registra la lectura en un medidor de iones.³¹ En cuanto a la cromatografía iónica, esta técnica se fundamenta en varios mecanismos de separación, incluyendo el intercambio iónico, la exclusión iónica y la cromatografía de pares iónicos. Dependiendo del método de separación seleccionado, se emplean diferentes fases estacionarias. Por ejemplo, en el intercambio iónico se utilizan intercambiadores aniónicos o catiónicos, mientras que para la separación por pares iónicos se prefiere

una fase estacionaria de tipo fase inversa.³² Entre estos dos métodos, el electrodo selectivo de iones de fluoruro es generalmente el más recomendado debido a su facilidad de uso y coste económico, siendo particularmente adecuado para estudiantes. Por otro lado, la cromatografía iónica, debido a su mayor complejidad y costo, requiere personal más calificado.³³

Es importante controlar la ingesta de flúor, porque, la exposición continua podría ocasionar diversas enfermedades, una de ellas es la fluorosis dental la cual clínicamente se presenta como manchas o estrías blancas opacas en el esmalte. Una exposición prolongada al fluoruro, especialmente durante la formación dentaria, puede resultar en hipomineralización. Se ha observado que las regiones con incidencias más altas de fluorosis dental endémica son aquellas en las que el agua de consumo posee una concentración elevada de fluoruro.³⁴

Se ha establecido que la ingesta diaria recomendada de sal para individuos adultos fluctúa, alcanzando umbrales de hasta 15 gramos por día. En lo que respecta a la sal enriquecida con fluoruro, se debe destacar que existe un considerable margen de seguridad relativo a su consumo. La absorción diaria de fluoruro proveniente de esta fuente puede variar entre 0,5 y 0,75 miligramos. Estableciendo parámetros de seguridad, la ingesta máxima admisible de 0,12 mg F/Kg por día. Esto se traduce a un consumo diario de aproximadamente 5 miligramos para niños entre 9 y 14 años, y de 7 miligramos para individuos de 15 años en adelante, incluyendo mujeres embarazadas y en período de lactancia.³⁵

El éxito de la utilización en sal yodada como medida preventiva contra el bocio, iniciado en 1955, marcó el comienzo de una iniciativa similar en Suiza, donde se introdujo la sal enriquecida con flúor para combatir la caries dental.³⁶ Esta estrategia involucra la distribución de sal fluorada a la población por diversos medios, abarcando desde el consumo doméstico hasta su inclusión en alimentos proporcionados por escuelas, las grandes cocinas y el pan. Esta intervención tiene la ventaja de ofrecer beneficios tanto a nivel sistémico como tópico en la prevención de caries.³⁷

Un hallazgo interesante fue que la eficacia de la sal fluorada varía según su concentración. Por ejemplo, la sal que contiene 200 mg de flúor por kilogramo no fue tan efectiva en la reducción de caries como la que posee 250 mg/kg. Sin embargo, la

concentración óptima, según los estudios, parece ser de 350 mg/kg, que mostró los resultados más prometedores. Importante es destacar que, independientemente de la concentración, no se reportaron efectos adversos relevantes ni alteraciones notables en el esmalte dental entre los participantes de los grupos que consumieron sal con 200, 250 o 350 mg/kg, en contraste con un grupo de control sin exposición a sal fluorada.³⁸

En el contexto global, la sal fluorada es un recurso que actualmente beneficia a unos 300 millones de individuos. En América Latina, cerca de 200 millones de personas tienen acceso a esta sal, con la excepción de países como Brasil, Chile y Panamá. En Europa, la cifra fluctúa entre 70 y 80 millones de usuarios.³⁹

En cuanto a la implementación, los costos iniciales relacionados con la infraestructura necesaria para la fluoración de la sal son comparables a los de la fluoración del agua. No obstante, los costos operativos subsecuentes son notablemente inferiores para la sal, siendo de 10 a 100 veces menores en comparación con los sistemas de fluoración del agua. Esta diferencia económica significativa no solo hace que la iniciativa sea altamente rentable, sino que también permite una expansión casi universal, maximizando su impacto preventivo en la salud dental pública.⁴⁰

III. METODOLOGÍA:

3.1 Tipo y diseño de investigación:

1.1.1. Tipo de investigación:

La investigación fue de tipo básica, ya que generó la aplicación de los conocimientos más amplio mediante la comprensión de los hechos observables, se basó en un enfoque cuantitativo haciendo uso de análisis estadísticos y mediciones numéricas para la recolección de datos con el fin de contribuir al progreso en los ámbitos académico, profesional y social.⁴¹

1.1.2. Diseño de investigación:

Diseño no experimental, porque el investigador se limitó a observar y no hubo manipulación de las variables. Esta investigación se caracterizó por ser prospectiva de corte transversal porque fue medido en un solo momento, y enfoque descriptivo porque describió un fenómeno.⁴²

3.2 Variables y operacionalización

Las variables principales: la concentración de fluoruro, la marca comercial de la sal y el lote (ANEXO 1)

La concentración de flúor en la sal: La concentración de flúor fue cuantitativa porque se puede medir en términos numéricos, como partes por millón de sal.

- Definición conceptual: Es la cantidad de flúor medida en mV por el electrodo selectivo de ion flúor.⁴³
- Definición operacional: Fue evaluada cuantitativamente a través del electrodo selectivo de ion de fluoruro (mV).
- Indicadores: Microgramos por gramo ($\mu\text{g/g}$).
- Escala de medición: Razón

La marca comercial de la sal: La marca comercial se refiere al nombre o identificación de la sal proporcionada por su fabricante. Esta característica es descriptiva y categorial, no numérica, lo que la hace cualitativa.

- Definición conceptual: Según el artículo 154 del decreto legislativo 1075, la marca es todo signo de identificación de un producto que se diferencia de su competencia.⁴⁴
- Definición operacional: La marca comercial hace referencia a los diferentes productos de comercialización de sal para consumo humano, que se venden en el departamento de Piura – Perú.
- Indicadores: Emsal, Bell's, Tottus, Onza de maras, Peruvian, Lobos, Biosal.
- Escala de medición: Nominal.

El lote: Se refiere al conjunto específico de bolsas de sal que fue producido de manera uniforme en una fecha determinada.

- Definición conceptual: Un lote es un conjunto de unidades de un producto elaborado en condiciones similares durante un periodo específico de producción.⁴⁶
- Definición operacional: Códigos de las sales compradas en los supermercados que fueron producidos en diferentes periodos de tiempo.
- Indicadores: Número de lote asignado por el investigador.
- Escala de medición: Nominal.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población:

La población estuvo constituida por sal de diferentes marcas de sal comercializadas de los supermercados en la ciudad de Piura-2024.

- **Criterios de inclusión:**

1. Fecha de caducidad fue posterior al trabajo de investigación.
2. Sal que fue debidamente envasada y sellada

- **Criterios de exclusión:**

1. Sal que estaban dañadas.
2. Sal que estaban con fecha de vencimiento pasadas.
3. Sal que estén con número de lotes iguales.

3.3.2 Muestra:

Las muestras de sal seleccionadas para el estudio provinieron de supermercados en la ciudad de Piura, Perú, se identificaron ocho marcas de sal, de las cuales se describen a continuación: Bell's, con cuatro variedades incluyendo sal de mesa, sal de cocina, sal de parrilla y sal fina de Maras; Emsal, que ofrece sal de mesa, cocina y parrilla; Tottus, con sal de mesa y cocina; Peruvian, que presenta una única variedad gourmet; sal de Maras rosada y sal de Maras gruesa, ambas especializadas para cocina y parrilla, respectivamente; Lobos, con sal de mesa; y Biosal, cuyo empaque no especifica el tipo de sal. En total, se adquirieron catorce tipos distintos de sal, comprando dos lotes de cada una, resultando en 28 bolsas de sal.

Figura 1: Marcas de sal comercializadas en la ciudad de Piura.

Marca	Tipo
Peruvian	Gourmet
Bell's	Mesa, Cocina, Parrilla, Sal de Maras Fina
Tottus	Mesa y Cocina
Sal de Maras Rosada	Cocina
Emsal	Mesa, Cocina y Parrilla
Sal de Maras Gruesa	Parrilla
Biosal	-
Lobos	Mesa

3.3.3 Muestreo:

Fue con el método no probabilístico por conveniencia.⁴⁵

3.3.4 Unidad de análisis:

Estuvo conformado por la sal de consumo humano.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La investigación adoptó un enfoque observacional, utilizando como instrumento un electrodo selectivo de ion fluoruro (Thermo Scientific Orion Dual Star). Este dispositivo permite medir con precisión las concentraciones de fluoruro en soluciones acuosas. Se elaboró una ficha de recolección de datos para registrar los niveles de fluoruro en muestras de sal, especificando el código, marca, tipo de sal, muestra, las tres repeticiones y el lote. (Anexo 2)

3.5 Procedimientos:

Se adquirieron bolsas de sal en los supermercados Plaza Vea y Tottus en la ciudad de Piura, seleccionando dos lotes de cada marca disponible. Además, se compró un cooler especializado para transportar de manera segura las 28 bolsas de sal hasta Cartagena de Indias.

Se llevó a cabo una capacitación virtual de un curso titulado "Buenas Prácticas en el Laboratorio". Este curso abarcó una variedad de temas esenciales para el manejo seguro y eficiente en el laboratorio. El objetivo principal del curso fue asegurar que el participante adquiriera las competencias necesarias para mantener un entorno de trabajo seguro y cumplir con los estándares internacionales de calidad. La realización de este curso fue fundamental para poder llevar a cabo de manera efectiva los análisis de fluoruro en muestras de sal en el laboratorio de Cartagena, asegurando la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Durante nuestra estadía, trabajamos en el laboratorio de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena, donde se analizó muestras de sal. Bajo la guía del Dr. Farith Damián Gonzáles Martínez, recibimos una capacitación exhaustiva en el uso del electrodo selectivo de ion fluoruro mediante el método directo, asegurando una preparación completa para llevar a cabo las mediciones científicas planificadas.

Con el fin de garantizar precisión y consistencia, todas las marcas de sal fueron analizadas por triplicado. El procedimiento de medición siguió un protocolo riguroso que fueron validados por la Universidad de Indiana:

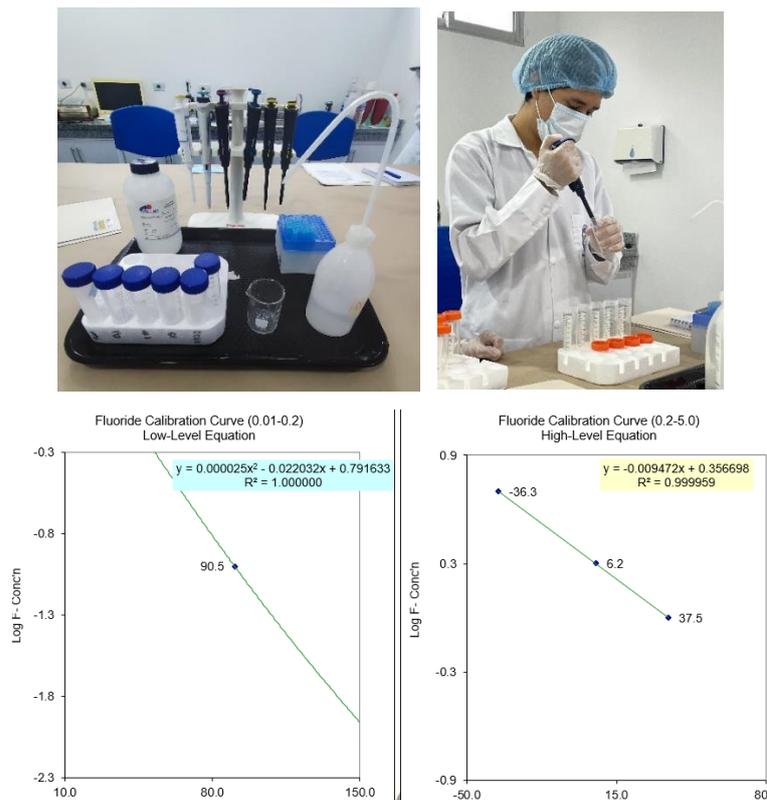
Para preparar las muestras primero se codifico todas las bolsas de sal. (Anexo 2)

Figura 2. Codificación de las sales



Luego se prepararon los estándares de concentración (0.001, 0.1, 1.0, 10, 100 ppm) utilizando una mezcla de agua desionizada y una solución estándar de fluoruro 0.1M. Estos estándares fueron empleados para la construcción de la curva de calibración, la cual es esencial para asegurar la precisión de las mediciones de fluoruro, donde se obtuvo un valor R a 1.000000 y 0.9999959, garantizando así la exactitud y confiabilidad de los resultados obtenidos en los análisis subsecuentes.

Figura 3. Preparación de los estándares para elaborar la curva de calibración.



Pesamos 0.5000 gramos de sal utilizando una balanza analítica de alta precisión. Posteriormente, trasladamos la sal a un vaso de precipitación, al cual añadimos 50 mililitros de agua desionizada. Para asegurar una completa homogenización de la solución, empleamos un agitador magnético de alta potencia. El proceso de agitación se extendió durante 2 minutos, tiempo suficiente para lograr una mezcla uniforme y sin grumos.

Figura 4. Pesaje de la sal





Preparación del Buffer TISAB II: Para el método directo, se utilizó un buffer TISAB II mezclado con la solución diluida de sal en proporciones de 1:1 (v/v), empleando una micropipeta de 1 ml de cada uno y fue incorporado en un tubo falcom. Se colocó en el agitador Vortex durante 3-5 seg para homogenizar.

Figura 5. Mezcla del Tisab II con la solución diluida de la sal



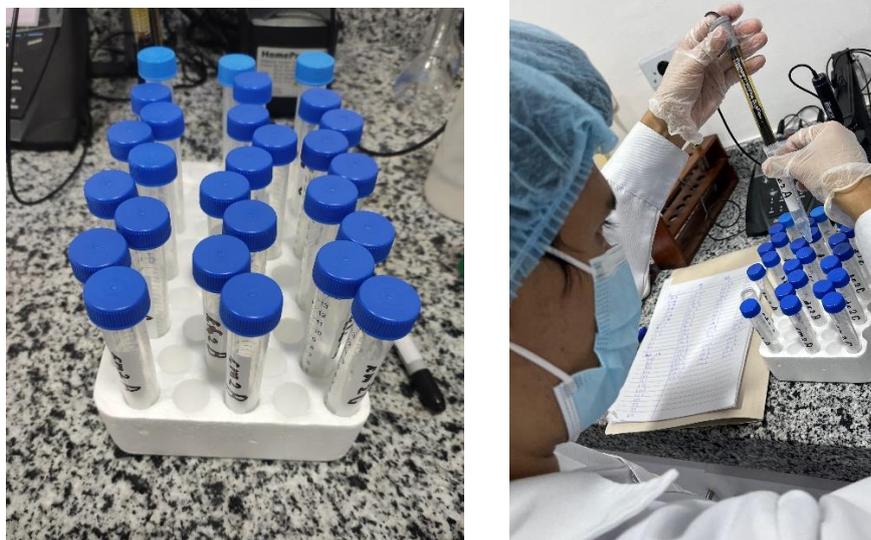
Limpieza del Electrodo: El electrodo, tras ser extraído de su solución de almacenamiento, fue limpiado con agua desionizada y secado con una toalla de un solo uso.

Figura 6. Limpieza del electrodo selectivo de ion fluoruro



Posicionamiento de los Viales: Se posicionaron los viales para que el electrodo estuviera completamente sumergido.

Figura 7. Lectura de las muestras diluidas de sal



Medición de Fluoruro: Se activó la función "Measure" en el medidor pH/ISE para obtener la lectura en milivoltios. Una vez que la lectura se estabilizó en "Ready" en la pantalla del medidor, se registraron las lecturas.

Figura 8. Lectura de las muestras en milivoltios



Limpieza del Electrodo: Después de completar las mediciones, el electrodo fue limpiado y secado nuevamente.



Método de análisis de datos:

Los resultados obtenidos fueron registrados en tablas de Excel, y posteriormente se utilizaron para análisis estadísticos en el programa SPSS versión 26. Se calcularon la media, la mediana, el intervalo de confianza y el rango intercuartílico en relación con los niveles de fluoruro de las marcas y los lotes de sal para consumo humano. Para evaluar la concentración de fluoruro en la sal para consumo humano en la ciudad de Piura en 2024, se realizó un análisis descriptivo mostrando la media, el valor mínimo y el valor máximo de cada muestra de sal. Para determinar la concentración de fluoruro según los lotes de sal se llevó a cabo un análisis inferencial utilizando pruebas estadísticas para muestras independientes. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos, dicha prueba determinó el tipo de pruebas estadísticas subsecuentes a aplicar dependiendo si los datos seguían o no una distribución normal, y dado que los datos presentaban una distribución normal, se utilizó la prueba paramétrica T de Student. En cuanto a la determinación de la concentración de fluoruro según las marcas de sal, se emplearon pruebas estadísticas para varias muestras independientes. Al aplicar la prueba de Shapiro-Wilk, los datos no mostraron una distribución normal, por lo que se optó por utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

3.6 Aspectos éticos:

Para asegurar la calidad del proyecto, este fue rigurosamente evaluado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud, dentro de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad César Vallejo. Dado que el estudio se centró en la evaluación de la concentración de flúor en la sal en un entorno de laboratorio, se cumplieron estrictamente todas las normas de bioseguridad pertinentes. Asimismo, se priorizaron los principios de honestidad, respeto y justicia, registrando datos auténticos sin manipulación o alteración alguna, respetando cuidadosamente todos los protocolos establecidos. Este enfoque ético no solo refuerza la validez de los resultados obtenidos, sino que también refleja un compromiso con las mejores prácticas en investigación científica.

IV. RESULTADOS:

Tabla 1: Niveles de concentración de fluoruros según marca comercial de sal comercializadas en la ciudad de Piura, Perú, 2024.

Cód.	n	Marcas comerciales de sal	Concentración de fluoruro Mediana (ug/g)	Mínimo	Máximo	Sumatoria Rango	Valor-p
1	2	Peruvian	0,015	0,014	0,015	13	0,006*
2	8	Bell's	0,188	0,008	0,33	91	
3	4	Tottus	0,396	0,307	0,472	97	
4	2	Sal de Maras Rosada	0,015	0,011	0,017	13	
5	6	Emsal	0,262	0,225	0,332	89	
6	2	Sal de Maras Gruesa	0,009	0,008	0,011	7	
7	2	Biosal	0,345	0,344	0,346	47	
8	2	Lobos	0,403	0,335	0,471	49	
Total	28	Mediana general	0,223	0,007	0,472		

Nota: test de significancia Kruskal Wallis. H=19,4; * Diferencias con significancia estadística

Fuente: Elaboración Propia.

En los resultados de la tabla 1 dentro de las 28 muestras de sal, la marca "Lobos" obtuvo una concentración mediana de 0.403 µg/g, indicando esta como la más alta concentración; con un valor mínimo de 0.335 µg/g y un valor máximo de 0.471 µg/g. Además, la marca "Sal de Maras Gruesa" presentó la más baja concentración con una concentración mediana de 0.009 µg/g, con un valor mínimo de 0.008 µg/g y un valor máximo de 0.011 µg/g. Por otro lado, tiene un valor p de 0,006* entre todas las marcas, es decir, si hay diferencias significativas en las concentraciones de las marcas.

Tabla 2: Niveles de concentración de fluoruros según lote en marcas de sal

Cód.	n	Marcas comerciales de sal	Lote	Concentración de fluoruro Media ($\mu\text{g/g}$)	DE	EE	Dif.	valor-p
1	3	Peruvian	1	0,152	0,00012	0,000007	0,0005	0,22
	3		2	0,146	0,0006	0,0003		
2	12	Bell's	1	0,190	0,132	0,039	0,004	0,94
	12		2	0,186	0,109	0,314		
3	6	Tottus	1	0,403	0,041	0,017	0,013	0,75
	6		2	0,389	0,090	0,037		
4	3	Sal de Maras	1	0,017	0,005	0,003	0,007	0,08
	3	Rosada	2	0,011	0,0006	0,0003		
5	9	Emsal	1	0,267	0,050	0,017	0,011	0,63
	9		2	0,256	0,041	0,014		
6	3	Sal de Maras	1	0,009	0,0006	0,0003	-0,002	0,01*
	3	gruesa	2	0,011	0,0006	0,0003		
7	3	Biosal	1	0,344	0,0015	0,0009	0,0007	0,72
	3		2	0,340	0,003	0,0015		
8	3	Lobos	1	0,471	0,002	0,0012	0,1357	0,000*
	3		2	0,335	0,003	0,0019		

Nota: test de significancia t-student para muestras independientes; *diferencias entre los lotes en la marca de sal códigos 6 y 8.

comercializadas en la ciudad de Piura, Perú, 2024.

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 2 se muestra la comparación de medias entre el lote 1 y el lote 2 de cada marca de sal. Se observa que las marcas "Lobos" y "Sal de Maras Gruesa" presentan diferencias significativas en la concentración de fluoruros entre sus dos lotes, con valores - p de 0.000* y 0.01* respectivamente. En las demás marcas de sal para consumo humano, las diferencias entre las concentraciones medias de fluoruros en los lotes no son significativas.

Tabla 3: Niveles de concentración de fluoruros según tipo de sal en marcas comercializadas en la ciudad de Piura, Perú, 2024.

Cód.	n	Marcas comerciales de sal	Tipos	Concentración de fluoruro Mediana (µg/g)	RIC	Promedio Rango	Z	Valor-p
1	2	Peruvian	Gourmet	0,015	0,0008	-	-	-
	6		Mesa	0,244	0,06	13,8	0,53	
	6		Cocina	0,243	0,12	13,7	0,47	
2	6	Bell's	Parrilla	0,129	0,27	10,1	-0,97	0,003*
	6		Sal de maras fina	0,184	0,35	12,4	-0,03	
3	6	Tottus	Mesa	0,32	0,13	-	-	0,25**
	6		Cocina	0,44	0,07	-	-	
4	2	Sal de Maras Rosada	Cocina	0,18	0,04	-	-	
	6		Mesa	0,319	0,03	15,5	3,37	
5	6	Emsal	Cocina	0,231	0,01	5,8	-2,11	0,003*
	6		Parrilla	0,233	0,02	7,3	-1,26	
6	2	Sal de Maras gruesa	Cocina	0,013	0,006	-	-	-
7	2	Biosal	NI	0,345	0,004	-	-	-
8	2	Lobos	Mesa	0,404	0,137	-	-	-

Nota: NI= tipo no identificado; test de significancia Kruskal Wallis; *diferencias entre los IC 95%; **test de diferencias entre medias de dos subgrupos.

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 3 señala variaciones significativas en las concentraciones de fluoruro entre distintos tipos de sal en Piura, 2024. Estadísticamente hablando, la marca “Bell’s” y la marca “Emsal” muestran una diferencia significativa en sus tipos de sal, con un valor de 0.003*, indicando que las variaciones en las concentraciones de fluoruro son reales y no debidas al azar. Por otro lado, “Tottus” no posee una diferencia significativa superando el umbral de 0.05* con un valor de 0.25**. Las concentraciones más altas de fluoruro fueron observadas en la marca de sal “Lobos” con un valor de 0.404 µg/g y las concentraciones mas bajas de fluoruro fueron encontradas en la marca “Sal de Maras gruesa” con un valor de 0.013 µg/g.

V. DISCUSIÓN:

La adición de fluoruro a la sal de consumo humano es una estrategia eficaz y establecida para prevenir la caries dental, especialmente en áreas con acceso limitado a otras fuentes de fluoruro. Respaldada por numerosos estudios.^{12,13,14,22} Los resultados de esta investigación destacan variaciones significativas en las concentraciones de fluoruro entre las distintas marcas de sal evaluadas. Específicamente, la marca Peruvian registró concentraciones que oscilaron entre 0.152 y 0.146 $\mu\text{g/g}$, equivalentes a 152 y 146 partes por millón (ppm), respectivamente, Bell's mostró niveles ligeramente superiores, con valores desde 0.190 hasta 0.186 $\mu\text{g/g}$ (190 a 186 ppm). Tottus, por su parte, presentó las concentraciones más altas, variando de 0.403 a 0.389 $\mu\text{g/g}$ (403 a 389 ppm), Sal de Maras Rosada alcanzó las concentraciones más bajas, con cifras de 0.017 a 0.011 $\mu\text{g/g}$ (17 a 11 ppm). Además, Emsal registró concentraciones de 0.267 a 0.256 $\mu\text{g/g}$ (267 a 256 ppm), mientras que Sal de Maras Gruesa mostró un rango aún más reducido, de 0.009 a 0.011 $\mu\text{g/g}$ (9 a 11 ppm). Por otro lado, Biosal tuvo una concentración de 0.344 a 0.340 $\mu\text{g/g}$ (344 a 340 ppm), y finalmente, Lobos exhibió el rango más amplio, de 0.471 a 0.335 $\mu\text{g/g}$ (471 a 335 ppm). Cabe destacar que ninguna de las ocho marcas y los catorce tipos de sal analizados cumplió con la norma técnica peruana NTP¹¹, con Peruvian y Bell's por debajo del límite permitido. Estos resultados coinciden con Evangelista, et al. (2021)¹² En el estudio se evaluaron tres marcas de sal para determinar su concentración de fluoruro: Lobos, con 237.4 ppm, Bell's, con 227.2 ppm, y Emsal (Sal marina), que presentó la concentración más elevada, 319.4 ppm. Las marcas Lobos y Bell's se encontraron dentro del límite establecido por la NTP¹¹, mientras que Emsal (Sal marina) superó el rango permitido. Este resultado podría atribuirse al método de análisis empleado, porque se basó en datos de 10 paquetes de 9 diferentes marcas de sal para consumo humano analizados en un laboratorio de la UPCH. En el estudio de igual manera coincide, realizado por Young (2019)¹⁴, también se examinaron varias marcas de sal que incluimos en nuestra investigación, como Emsal, Sal de Maras Gruesa, Biosal, Sal de Maras Rosada, Peruvian, Lobos y Bell's. Bastante similar a mis hallazgos, la marca Lobos cumplió con la NTP¹¹. Por otro lado, Bell's, Peruvian, Sal de Maras Rosada y Sal de Maras Gruesa también mostraron concentraciones por debajo de la normativa en ambos estudios. En

cuanto a la marca Emsal, el estudio del autor Young, reportó una concentración de 227,43 ppm, inferior a la concentración de 262 ppm que registró en nuestro análisis. Estas diferencias en las concentraciones de fluoruro podrían explicarse por el uso de un fluorímetro de lectura directa 720 A. Para el estudio difiere, Jauregui (2017)²², se analizaron las concentraciones de fluoruro en las marcas Marina y Emsal. En nuestra investigación, también examinamos la marca Emsal, obteniendo un resultado de 262 ppm, mientras que Jáuregui reportó una concentración de 246.57 ppm, dentro del límite establecido por la NTP.¹¹ Estas diferencias notables podrían deberse a las distintas maneras utilizadas para la construcción de la curva de calibración. Mientras que el autor empleó concentraciones de 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 8 ppm y 16 ppm, en nuestro estudio se utilizaron concentraciones de 0.001, 0.1, 1.0, 10 y 100 ppm para preparar las soluciones estándar. Ambas mediciones se realizaron con el mismo instrumento y mediante el mismo método directo. En la investigación de Aparecido, et al. (2018)²¹, se evaluó la concentración de fluoruro en marcas peruanas, incluyendo Emsal, en tipos de sal de cocina y mesa, similar a los analizados en nuestro estudio. Registré una concentración elevada de fluoruro, 262 ppm, que excede el rango permitido por la NTP.¹¹ En comparación, el estudio de Aparecido reportó un valor de $237,2 \pm 52,0$ mg F/kg. Las diferencias significativas en los resultados pueden atribuirse a los métodos de dilución utilizados; el autor empleó NaCl para la homogeneización, mientras que en nuestro estudio se utilizó agua desionizada y se homogeneizó durante 2 minutos. Por otro lado, en la investigación internacional de Esquivel, et al. (2016)¹³, se analizaron las concentraciones de fluoruro en sal proporcionadas por la industria de la sal (AMISAC), registrando concentraciones que variaron desde 42.5 mg F/Kg, la más baja, hasta 260.0 mg F/Kg, la más alta. Aunque no especificaron la marca, sí mencionaron que una de las marcas era de origen peruano. En nuestro estudio, la concentración más baja fue de 9 ppm para la marca Sal de Maras Gruesa, y la más alta fue de 403 ppm para la marca Lobos. Las variaciones en las concentraciones de fluoruro podrían deberse a las diferencias en los métodos de preparación de las muestras. En el estudio de Esquivel, secaron las muestras en una estufa (Lab-Line Instruments 3516M) durante 2 horas a 120 °C y posteriormente las homogeneizaron utilizando un molino de policarbonato. En el estudio de Quintero, et al. (2021)¹⁹, analizaron las concentraciones de fluoruro en

marcas peruanas de sal en Colombia, aunque no especifican qué marcas. Las concentraciones de fluoruro reportadas oscilaron entre 180 y 220 ppm. En comparación a nuestra investigación, las concentraciones fluctuaron entre 9 y 403 ppm. A pesar de que ambos estudios analizaron sal peruana en Colombia utilizando el mismo instrumento y método directo, las diferencias en las concentraciones de fluoruro podrían haberse producido debido al proceso de pesaje. En nuestra investigación, se pesaron 0.5000 g de muestra, mientras que en el estudio de Quintero se pesaron 2 g y posteriormente se molió en un mortero.

Asimismo, en la investigación de Dall'Onder, et al. (2021)¹⁶, se analizaron marcas de sal en Uruguay, incluyendo Monte Cudine, Sal Sek, Urusal, Dos Anclas, Celusal, Cololo, Dos Estrellas y Marina Diamante. El estudio destacó que existía una amplia variabilidad en los lotes, con un valor medio de $115,56 \pm 109,09$ mg F/kg y una concentración de flúor de $242,33 \pm 128,35$ mg F/kg. En nuestro estudio, también observamos variabilidad similar en las concentraciones de fluoruro entre los lotes de diferentes marcas. En las marcas Peruvian, Bell's, Tottus, Sal de Maras Rosada, Emsal, y Biosal, los valores de desviación estándar fueron respectivamente $0,00012 \pm 0,0006$, $0,109 \pm 0,132$, $0,041 \pm 0,090$, $0,005 \pm 0,090$, $0,041 \pm 0,050$ y $0,003 \pm 0,0015$. Específicamente, en Sal de Maras Gruesa, el lote 2 presentó una mayor concentración de fluoruro de $0,011$ µg/g. En el caso de la marca Lobos, la concentración fue significativamente menor en el lote 2 ($0,335$ µg/g) en comparación con el lote 1 ($0,471$ µg/g). En el Estudio de Walsh, et al. (2018)¹⁷, se encontraron que dos marcas, Atlántida Fina y Sol, con desviaciones estándar de $209,8 \pm 48,0$ mg F/kg y $211,4 \pm 26,0$ mg F/kg respectivamente, cumplían con la norma técnica nicaragüense. Sin embargo, otras cinco marcas, Atlántida Gruesa, Atlántida Refinada, Sabemas, Suli y Solar, presentaron desviaciones estándar de $131,0 \pm 26,0$ mg F/kg, $34,3$ mg F/kg, $180,6 \pm 12,3$ mg F/kg, $184,6 \pm 34,8$ mg F/kg, $190 \pm 47,2$ mg F/kg y $199,0 \pm 18,9$ mg F/kg, respectivamente. Es importante señalar que, de estas marcas, solo Suli no incluyó las concentraciones de fluoruro en su etiqueta. En nuestro estudio, de las ocho marcas analizadas, la mayor desviación estándar observada fue de $0,132$ µg/g la menor fue de $0,002$ µg/g. De todas nuestras marcas, la única que no declaró su contenido fue la sal Bell's del tipo Parrilla, con una concentración de fluoruro de 129 ppm.

La investigación de Aparecido, et al. (2018)²¹, se evaluaron las marcas de sal Emsal Yodada de tipo Cocina y Mesa, encontrando que la marca Emsal de tipo Mesa alcanzó la concentración de fluoruro más alta con un valor de $237,2 \pm 52,0$ mg F/kg, mientras que la de tipo Cocina obtuvo $221,8 \pm 14,3$ mg F/kg. En nuestro estudio, también se examinó ambos tipos de esta marca, obteniendo concentraciones de $319 \pm 0,050$ mg F/kg para el tipo Mesa y $231 \pm 0,041$ mg F/kg para el tipo Cocina. Los resultados pueden atribuirse a variaciones en los métodos de análisis, la falta de homogeneidad en las muestras de sal, y posibles diferencias en los procesos de producción.

VI. CONCLUSIONES:

1. La marca Emsal se aproximó más a la norma técnica peruana. Por otro lado, la marca Sal de Maras Gruesa registró niveles significativamente inferiores a dicha norma, y la marca lobos excedió ampliamente a los estándares establecidos por la norma técnica peruana.
2. La mayoría de las marcas no muestran diferencias significativas en las concentraciones de fluoruro entre lotes. Sin embargo, en Sal de Maras Gruesa y Lobos se detectaron variaciones: el lote 2 de Sal de Maras Gruesa tuvo más fluoruro que el lote 1, mientras que en Lobos fue al revés.
3. El análisis mostró diferencias significativas en las concentraciones de fluoruro entre tipos de sal. La marca "Bell's" y la marca "Emsal" muestran una diferencia significativa en sus tipos de sal indicando que las variaciones en las concentraciones de fluoruro son reales y no debidas al azar. Por otro lado, "Tottus" no posee una diferencia significativa entre sus tipos.

VII. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que los fabricantes de sal para consumo humano implementen controles de calidad más rigurosos en el proceso de fortificación con fluoruro. Esto asegurará la consistencia de las concentraciones de fluoruro entre diferentes lotes y marcas, evitando variaciones significativas que podrían comprometer la salud pública.
- Se sugiere llevar a cabo investigaciones similares en otras regiones del Perú para comparar los niveles de fluoruro en la sal comercializada y determinar si existen diferencias significativas a nivel nacional. Estos estudios pueden proporcionar una visión más completa del cumplimiento de las normativas y ayudar a identificar áreas que requieren especial atención.

REFERENCIAS

1. Huyen D, Phat L, Tien D, Thu D, Thoai D. Bone-char from various food-waste: Synthesis, characterization, and removal of fluoride in groundwater. *Environ Technol Innov.* [Internet] 2023 [citado 18 noviembre 2023]; 32:103342. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186423003383?pe=s=vor#b29>
Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103342>
2. Nanayakkara S, Senevirathna S, Harada K, Chandrajith R, Nanayakkara N, Koizumi A. The Influence of fluoride on chronic kidney disease of uncertain aetiology (CKDu) in Sri Lanka. *Chemosphere* [Internet]. 2020 [Citado 28 septiembre 2023]; 127186. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520313795?via%3Dihub>
Doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127186>
3. Organización Mundial de la Salud. Poner fin a la caries dental en la infancia: manual de aplicación de la OMS. Organización Mundial de la Salud 2021. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/340445/9789240016415-spa.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
4. Mercado S, Mamani L, Mercado J. La concentración de fluoruro en agua potable y la fluorosis dental en niños. *Salud y Ciencia* [Internet]. 2022 [Citado 04 Septiembre 2023]; 167-172. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/siic/v25n3/1667-8990-siic-25-03-167.pdf>
Doi: <http://www.dx.doi.org/10.21840/siic/172410>
5. Brindha, K.; Taie Semiromi, M.; Boumaiza, L.; Mukherjee, S. Comparing Deterministic and Stochastic Methods in Geospatial Analysis of Groundwater Fluoride Concentration. *Water* [Internet] 2023 [citado 18 noviembre 2023], 15(9):1707. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/9/1707>

Doi: <https://doi.org/10.3390/w15091707>

6. González F, Gómez R, Bibiana O, Bermúdez P, Castro P, Cerezo M, Martínez C, Tirado L, Salas A, Saldarriaga A, Sánchez M, Armando L. Enamel fluorosis related with fluoride-containing water ingestion and urinary excretion in schoolchildren. J Clin Exp Dent [Internet] 2024 [citado 13 febrero 2024], 16(1):e51-61. Disponible en: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/aop/61052.pdf>

Doi: <https://doi.org/10.4317/jced.61052>

7. Chandio, N, Rufus J, Floyd S, Gibson E, Wong D, Levy S, Heilman J, Arora A. Fluoride Content of Ready-to-Eat Infant Foods and Drinks in Australia. Int. J. Environ. Res. Public Health [Internet] 2022 [citado 18 noviembre 2023], 19(21):14087. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/21/14087>

Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph192114087>

8. Gallego S, Martínez Y, Serna C, Pérez A, Aparecido J, Ortiz J. Concentración de flúor y metales pesados en aguas embotelladas: medidas barreras frente a caries dental y fluorosis. Rev Esp Salud Pública [Internet]. 2019 [Citado 28 septiembre 2023]; Vol. 93: 17 de diciembre e201912110. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v93/1135-5727-resp-93-e201912110.pdf>

Doi: <http://doi.org/10.1590/S0034-89102011005000046>.

9. Velez E, Mauricio E, Díaz M, Tobar D. Worldwide Variations in Fluoride Content in Beverages for Infants. Children [Internet], 2023 [citado 13 febrero 2024], 10, 1896. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9067/10/12/1896>

Doi: <https://doi.org/10.3390/children10121896>

10. Chumpitaz V, Pardavé M, Chávez L, Erazo C, Pérez V. Fluorosis dental en adolescentes de Instituciones Educativas de Lima. Revista Odontología Vital [Internet] 2023 [Citado 18 noviembre 2023]; No. 38, Vol 1, 34-44 ISSN:2215-5740. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/odov/n38/1659-0775-odov-38-34.pdf>
11. Reglamento técnico para la fortificación de la sal para consumo humano con yodo y flúor. Disponible en: <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/PEOTCP11008.PDF#:~:text=30%20a%2040%20ppm%20,SA>
12. Evangelista D, Tanaka A. Concentración de fluoruro en sal para consumo humano disponible en una muestra de mercados y supermercados del distrito de independencia [Tesis]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/10069/Concentracion_EvangelistaCarpio_Daniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. Esquivel V, Munguía N, Rodríguez E, Aguilar J, Gyves J. On the control of interferences in the potentiometric fluoride analysis of table salt simples. ScienceDirect [Internet] 2016 [citado el 23 de octubre 2023]; 47 (60-68). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157516300023>
Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.01.003>
14. Young L. Concentración del fluoruro en marcas de sal de consumo humano en el distrito de Trujillo [Tesis]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego; 2019. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5847/1/RE_ESTO_LESSLIE.MONZON_CONCENTRACION.FLUORURO_DATOS.pdf
15. Zohoori F, Buzalaf M. Fluoruro. Avances en Nutrición [Internet]. 2022 [Citado 07 Mayo 2024]; Vol 13 (6) 2679 – 2680. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831323000960?via%3Dihub>
Doi: <https://doi.org/10.1093/advances/nmac050>

16. Dall'Onder A, Fabruccini A, Alvarez L, Naomi L. Concentración de fluoruro en sal doméstica comercializada en Montevideo, Uruguay. *Odontología* [Internet]. 2021 [Citado 22 de octubre 2023]; 23(38): e213. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v23n38/1688-9339-ode-23-38-e213.pdf>
Doi: [1688-9339-ode-23-38-e213](https://doi.org/10.1688-9339-ode-23-38-e213)
17. Walsh K, Cury J. Fluoride concentrations in salt marketed in Managua, Nicaragua. *Braz. Oral Res* [Internet] 2018 [Citado 24 de octubre 2023]; 32:e45. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/dhxzJVKf3x9cY4c5qr9dHtJ/?format=pdf&lang=en>
Doi: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0045>
18. Gómez R, Calderón E, Eduardo J, Aguilera C, Martínez C, Yepes Y. Concentración de fluoruros en sal de cocina y agua que ingieren los habitantes de Villavicencio – Colombia. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología* [Internet] 2016 [Citado 25 de octubre 2023]; 7 (19). Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Angela-Gomez-15/publication/323708782_Concentracion_de_fluoruros_en_sal_de_cocina_y_agua_que_ingieren_los_habitantes_de_Villavicencio-Colombia/links/5b89cbc292851c1e123f95a2/Concentracion-de-fluoruros-en-sal-de-cocina-y-agua-que-ingieren-los-habitantes-de-Villavicencio-Colombia.pdf?sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail
Doi: [10.25063/21457735.233](https://doi.org/10.25063/21457735.233)
19. Quintero L, Delbem A, Montoya J, Nagata M, Pessan J. Fluoride concentrations in table salts sold in supermarkets of bogota, colombia. *Fluoride* [Internet] 2021 [Citado 18 noviembre 2023]; 54(1):37-42. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2530525071/fulltextPDF/67BE061F8DDA4C42PQ/1?accountid=37408>
Doi: <http://dx.doi.org/10.20396/bjos.v17i0.8652655>

20. Villagrán V, Sánchez E, Castañeda M, Guerrero J, Berthet E, Búcaro J, Cohen S, Roca C, Vanegas L, Saénz W, Marroquín I, Martínez C. Concentración de fluór y yodo en sal de consumo humano disponible en mercados de la República de Guatemala 2014 – 2015. Organización Panamericana de la Salud [Internet] 2015 [citado 25 octubre 2023]. Disponible en: <https://bvssan.incap.int/local/D/DCE-193.pdf>
21. Aparecido J, Walsh K, Vieira W, Ricaldi J. Fluoride concentration in Peruvian salts and the standardization of analysis with specific electrode by the direct method. Brazilian Journal of Oral Sciences [Internet] 2018 [citado 25 octubre 2023]; Volumen 17-e18486. Disponible en: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/bjos/article/view/8652655/18433>
Doi: <http://dx.doi.org/10.20396/bjos.v17i0.8652655>
22. Jauregui J. Evaluación de la concentración de fluoruros en sal de mesa de mayor consumo en supermercados de Lima-Perú [Tesis]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3714/Evaluacion_JaureguiUlloa_Jaccare.pdf?sequence=1
23. Unde M, Patil R, Dastoor P. The untold story of fluoridation: Revisiting the changing perspectives. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine [Internet] 2018 [Citado 18 noviembre 2023]; 22(3):121-127. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2157780030/fulltextPDF/9044D8B90ED54DCBPQ/1?accountid=37408>
Doi: [10.4103/ijjem.IJOEM_124_18](https://doi.org/10.4103/ijjem.IJOEM_124_18)
24. Viera K, Mora M, Reinoso M. El fluór y sus beneficios como agente esencial para prevenir las caries. Kiru [Internet]. 2022 [citado 19 septiembre 2023]; 19(4):156-162. Disponible en: <https://docplayer.es/235298522-El-fluor-y-sus-beneficios-como-agente-esencial-para-prevenir-las-caries.html>

Doi: <https://doi.org/10.24265/kiru.2022.v19n4.02>

25. Valenzuela M, Alvarado J, Chacaltana R, Canales G, Lara C. Eficacia de los fluoruros para la prevención de caries dental: Una revisión narrativa. *Hatun Yachay Wasi* [Internet], 2024 [citado 13 febrero 2024], 3(1), 57-67. Disponible en: <http://revistas.utea.edu.pe/index.php/hyw/article/view/57/56>

Doi: <https://doi.org/10.57107/hyw.v3i1.57>

26. Jiménez A, Santa L, Otazua M, Ayerdi M, Galarza A, Gallastegi M, Ulibarrena E, Molinuevo A, Anabitarte A, Ibarluzea J. Fluoride intake through consumption of water from municipal network in the INMA-Gipuzkoa cohort. *Gaceta Sanitaria* [Internet] 2018 [Citado 18 noviembre 2023]; 32(5):418–24. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911117301000?via%3Dihub>

Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.02.008>

27. Andrade A, Ochoa A, Astudillo D, Parra J, Torres F, Guzman E, Pineda J, Soto G, Andrade S. Concentración de flúor en agua en parroquias rurales del cantón Cuenca – Ecuador. *Cienc AIServ Salud Nutr.* [Internet] 2022 [Citado 18 noviembre 2023]; Vol 13 N° 2. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/773/770>

28. Sunkari E, Adams S, Okyere M, Bhattacharya P. Groundwater fluoridecontamination in Ghana and the associated human health risks: Anysustainable mitigation measures to curtail the long term hazards? *Grounwater for sustainable development* [Internet] 2022 [Citado 18 noviembre 2023]; 16:100715. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352801X21001727?via%3Dihub>

Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100715>

29. Mariño R, Zaror C. Economic evaluations in water-fluoridation: a scoping review. BMC Oral Health [Internet] 2020 [Citado 18 noviembre 2023]; 20:1-12. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2391544838?accountid=37408&pq-origsite=primo>
Doi: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01100-y>
30. Pérez S, Henao M, Montes J, Palacio C, Herrera F. Fluorosis dental en la primera infancia: estado del arte. Salud Uninorte [Internet] 2023 [Citado 18 noviembre 2023]; 39(1):228–40. Disponible en: <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/view/14121/214421446646>
Doi: <https://dx.doi.org/10.14482/sun.39.01.612.863>
31. Stepec D, Tavcar G, Ponikvar-Svet M. Measurement uncertainty evaluation and traceability assurance for total fluorine determination in vegetation by fluoride ion selective electrode. Journal of fluorine chemistry [Internet] 2019 [Citado 18 noviembre 2023]; 217:22–8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022113918302288>
Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfluchem.2018.08.010>
32. Muntean E. Análisis de alimentos: mediante cromatografía iónica. Berlín, Alemania; De Gruyter; 2022. Disponible en: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpFAUIC00L/toc?cid=toc>
33. Ma Cristine Concepcion DI, Curtzwiler GW, Early MR, Updegraff KM, Vorst KL. Ion Selective Electrode (ISE) Method for Determination of Total Fluorine and Total Organic Fluorine in Packaging Substrates. Methods and Protocols [Internet] 2023 [Citado 18 noviembre 2023]; 6(1):10. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2779613829/fulltextPDF/303DF3955583411FPQ/1?accountid=37408>
Doi: <https://doi.org/10.3390/mps6010010>
34. Brahmhatt S, Rawat A, Sharma A, Urooge A, Pathak S, Bardhan D. Enamel Hypoplasia and Dental Fluorosis in Children With Special Healthcare Needs:

- An Epidemiological Study. *Cureus* 2023 [Citado 18 noviembre 2023]; 15(3):e36440–e36440. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2807829448/fulltextPDF/11BF6A55066D4D52PQ/1?accountid=37408>
Doi: [10.7759/cureus.36440](https://doi.org/10.7759/cureus.36440)
35. Pérez G, Bustillos W, Silva K, Retamal B. Sal fluorada como estrategia de prevención de caries en país de Sudamérica: Una revisión narrativa de la literatura. *Recima21* [Internet] 2023 [citado 26 octubre 2023]; v.4, n.8. disponible en: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3843/2787>
Doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i8.3843>
36. Aoun A, Darwiche F, Al Hayek S, Doumit J. The Fluoride Debate: The Pros and Cons of Fluoridation. *Prev Nutr Food Sci* [Internet] 2018 [citado 26 octubre 2023]; 23(3):171-180. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6195894/pdf/pnfs-23-171.pdf>
Doi: <https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.3.171>
37. O'Mullane M, Baez J, Jones S, Lennon A, Petersen E, Rugg-Gunn J, Whelton H, Whitford M. Fluoride and Oral Health. *Community Dent Health* [Internet] 2016 [citado 26 octubre 2023]; 33(2):69-99. Disponible en: <https://fluoridealert.org/wp-content/uploads/who.fluoride-oral-health.2016.pdf>
Doi: [doi:10.1922/CDH_3707O'Mullane31](https://doi.org/10.1922/CDH_3707O'Mullane31)
38. Madléna M, Lipták L. Prevention of dental caries with fluorides in Hungary. *Paediatrics Today* [Internet] 2014 [citado 26 octubre 2023]; 10(2):84-94. Disponible en: https://repo.lib.semmelweis.hu/bitstream/handle/123456789/1153/paed_84_94_u_090137.32644.pdf?sequence=1
Doi: [10.5457/p2005-114.94](https://doi.org/10.5457/p2005-114.94)

39. Barker J, Guerra C, Gonzales M, Hoefft K. Acceptability of Salt Fluoridation in a Rural Latino Community in the United States: An Ethnographic Study. PLOS ONE [Internet] 2016 [citado 26 octubre 2023]; 11(7): e0158540. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0158540&type=printable>
DOI: [10.1371/journal.pone.0158540](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158540)
40. Pollick H. Salt fluoridation: A review. CDA Journal [Internet] 2013 [citado 26 octubre 2023]; Vol 41, N°6. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/19424396.2013.12222316?needAccess=true>
41. Rodríguez M, Mendivelso F. Diseño de investigación de corte Transversal. Rev Medica Sanitas [Internet] 2018 [Citado 25 octubre 2023]; 21 (3): 141-146. Disponible en: <https://revistas.unisanitas.edu.co/index.php/rms/article/view/368/289>
Doi: <https://doi.org/10.26852/01234250.20>
42. Pérez R, Lagos L, Mardones R, Sáez F. Taxonomía de diseños y muestreo en investigación cualitativa. Un intento de síntesis entre las aproximaciones teórica y emergente. Revista Internacional de Comunicación 39 [Internet] 2017 [citado 25 octubre 2023]. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/68886/11.%20institucional.us.es-Taxonom%c3%ada%20de%20dise%c3%b1os%20y%20muestreo%20en%20investigaci%c3%b3n%20cualitativa%20Un%20intento%20de%20s%c3%adntesis%20entre%20las%20aproxim.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
43. Ricomini A, Chávez B, Giacaman R, Frazão P, Cury J. Community interventions and strategies for caries control in Latin American and Caribbean countries. Braz oral res [Internet]. 2021 [citado 04 de noviembre

- de 2023]; 35:e054. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0054>
44. Indecopi. Registro de marca DL 1075 [Internet]. Lima: Indecopi; [n.d.]. [citado 05 de noviembre 2023]; Disponible en: [https://repositorio.indecopi.gob.pe/bitstream/handle/11724/4513/1331_DSD_Registro de marca DL 1075.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.indecopi.gob.pe/bitstream/handle/11724/4513/1331_DSD_Registro_de_marca_DL_1075.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
45. Reales L, Robalino G, Peñafiel A, Cárdenas J, Cantuña P. El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud. Universidad y Sociedad [Internet]. 2022 [citado 8 noviembre 2023];14(S5):681-9. Available from: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3338/3278>
46. Real Academia Española. Lote. Diccionario de la lengua Española [Internet]. [citado 15 mayo 2024]. Disponible en: <https://dle.rae.es/lote>

Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Concentración de flúor	Es la cantidad de flúor medida en mV por el electrodo selectivo de ion flúor. ⁴⁰	Fue evaluada cuantitativamente a través del electrodo selectivo (mV).	µg/g	Razón
Marca comercial	Según el artículo 154 del decreto legislativo 1075, la marca es todo signo de identificación de un producto que se diferencia de su competencia. ⁴¹	La marca comercial hace referencia a los diferentes productos de comercialización de sal para consumo humano, que se venden en el departamento de Piura – Perú.	Emsal Bell's Tottus Onza de maras Peruvian Lobos Biosal	Nominal
Lote	Un lote es un conjunto de unidades de un producto elaborado en condiciones similares durante un periodo específico de producción. ⁴⁶	Códigos de las sales compradas en los supermercados que fueron producidos en diferentes periodos de tiempo.	Número de lote asignado por el investigador	Nominal

Anexo 2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En la ficha subsecuente se consignó las distintas marcas de sal destinadas al consumo humano, su tipo, su peso y en los compartimientos denominados A, B y C, se anotó las concentraciones de fluoruros halladas, expresadas en ppm o mgF/Kg.

				LOTE1			LOTE 2		
CÓDIGO	MARCA	TIPO DE SAL	MUESTRA	REPETICIÓN A	REPETICIÓN B	REPETICIÓN C	REPETICIÓN A	REPETICIÓN B	REPETICIÓN C
a	PERUVIAN	SAL GOURMET	a	a1A	a1B	a1C	a2A	a2B	a2C
b	BELL'S	SAL DE MESA	bm	bm1A	bm1B	bm1C	bm2A	bm2B	bm2C
b	BELL'S	SAL DE COCINA	bc	bc1A	bc1B	bc1C	bc2A	bc2B	bc2C
b	BELL'S	SAL DE PARRILLA	bp	bp1A	bp1B	bp1C	bp2A	bp2B	bp2C
b	BELL'S	SAL DE MARAS FINA	bf	bf1A	bf1B	bf1C	bf2A	bf2B	bf2C
c	TOTTUS	SAL DE MESA	cm	cm1A	cm1B	cm1C	cm2A	cm2B	cm2C

c	TOTTUS	SAL DE COCINA	cc	cc1A	cc1B	cc1C	cc2A	cc2B	cc2C
d	SAL DE MARAS ROSADA	SAL DE COCINA	dc	dc1A	dc1B	dc1C	dc2A	dc2B	dc2C
e	EMSAL	SAL DE MESA	em	em1A	em1B	em1C	em2A	em2B	em2C
e	EMSAL	SAL DE COCINA	ec	ec1A	ec1B	ec1c	ec2A	ec2B	ec2C
e	EMSAL	SAL DE PARRILLA	ep	ep1A	ep1B	ep1C	ep2A	ep2B	ep2C
f	SAL DE MARAS GRUESA	SAL PARA PARRILLA	f	f1A	f1B	f1C	f2A	f2B	f2C
g	BIOSAL	NO ESPECÍFICA	g	g1A	g1B	g1C	g2A	g2B	g2C
h	LOBOS	SAL DE MESA	h	h1A	h1B	h1C	h2A	h2B	h2C

Anexo 3: Reporte de similitud en software turnitin:

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?ro=1035&a=1&u=1089032488&lang=es&o=2404180186

feedback studio IVAN ALONSO LOAYZA LAREDO CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN SALES PARA CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE PIURA, 2024 /100 2 de 32

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

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

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA

AUTORES:
Loayza Laredo, Franco Esteban (ORCID: 0000-0001-5148-2641)
Loayza Laredo, Ivan Alonso (ORCID: 0000-0002-3552-5179)

ASESORES:
Mg. Olivares de la Cruz, Emeterio Marino (ORCID: 0000-0002-1402-0091)
PhD. Salas Huamani, Juana Rosmeri (ORCID: 0000-0002-1226-2070)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Salud Integral Humana

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

PIURA - PERÚ
2024

Resumen de coincidencias
12 %
Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés

Coincidencias

Número	Fuente	Porcentaje
1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	5 %
2	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	www.amisac.org.mx Fuente de Internet	<1 %
7	www.avantel.net Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	elcierredigital.com Fuente de Internet	<1 %
10	periodicos.unifesp.br Fuente de Internet	<1 %
11	Leidy Indira Hinestroza - Publicación	<1 %

Página: 1 de 30 Número de palabras: 8158 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 16°C Mayorm. nubla... 09:48 a.m. 17/06/2024

Anexo 4: Otras Evidencias:

Codificación del lote 1 y lote 2



Preparación de las muestras





Lectura de las muestras con el electrodo selectivo ion flúor





Certificado de la Universidad de Indiana



NIDA Clinical Trials Network
Certificate of Completion

is hereby granted to
Franco Esteban Loayza Laredo
to certify your completion of the six-hour required course on:

GOOD CLINICAL PRACTICE

MODULE:	STATUS:
Introduction	N/A
Institutional Review Boards	Passed
Informed Consent	Passed
Confidentiality & Privacy	Passed
Participant Safety & Adverse Events	Passed
Quality Assurance	Passed
The Research Protocol	Passed
Documentation & Record-Keeping	Passed
Research Misconduct	Passed
Roles & Responsibilities	Passed
Recruitment & Retention	Passed
Investigational New Drugs	Passed

Course Completion Date: 22 April 2024
CTN Expiration Date: 22 April 2027

Eve Jelstrom
Eve Jelstrom, Principal Investigator
NDAT CTN Clinical Coordinating Center
Good Clinical Practice, Version 5, effective 03-Mar-2017

This training has been funded in whole or in part with Federal funds from the National Institute on Drug Abuse, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, under Contract No. HHSN2720120100024C.



NIDA Clinical Trials Network
Certificate of Completion

is hereby granted to
Ivan Alonso Loayza Laredo
to certify your completion of the six-hour required course on:

GOOD CLINICAL PRACTICE

MODULE:	STATUS:
Introduction	N/A
Institutional Review Boards	Passed
Informed Consent	Passed
Confidentiality & Privacy	Passed
Participant Safety & Adverse Events	Passed
Quality Assurance	Passed
The Research Protocol	Passed
Documentation & Record-Keeping	Passed
Research Misconduct	Passed
Roles & Responsibilities	Passed
Recruitment & Retention	Passed
Investigational New Drugs	Passed

Course Completion Date: 22 April 2024
CTN Expiration Date: 22 April 2027

Eve Jelstrom
Eve Jelstrom, Principal Investigator
NDAT CTN Clinical Coordinating Center
Good Clinical Practice, Version 5, effective 03-Mar-2017

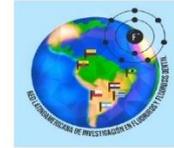
This training has been funded in whole or in part with Federal funds from the National Institute on Drug Abuse, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, under Contract No. HHSN2720120100024C.

Certificado de la Universidad de Cartagena, Facultad de Odontología



Universidad
de Cartagena
Fundada en 1827

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA



CERTIFICA QUE:

FRANCO LOAYZA LAREDO

Participó en una estancia internacional en el Laboratorio de Investigación en Salud Pública de la Universidad de Cartagena, para entrenamiento en análisis de fluoruros basado en electrodo de ion selectivo

Estancia organizada por el grupo de Salud Pública de la Universidad de Cartagena-GISPOUC, dentro del marco de las actividades de cooperación internacional de la Red Latinoamericana de Investigación en Fluoruros y Fluorosis dental-Relifyf

Realizado en la ciudad de Cartagena-Colombia, los días 22 al 30 de abril de 2024
con una intensidad de setenta (70) horas

Adel Martínez Martínez
Decano Facultad de Odontología

Farith González Martínez-PhD
Director GISPOUC y red Relifyf

