

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA



Tesis

Evaluación y Comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados del distrito de Abancay 2023

Asesor:

Mg. Tineo Tueros Mirella Pamela

Autores:

Carire Ccarhuas, Soledad

Ochoa Robles, Noelia Teresa

Para optar el título profesional de

Cirujano Dentista

Abancay - Apurímac - Perú

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN ORIGINAL



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE EXAMEN DE TITULACION N°018-2024-UTEA-EP/EST

Reunido el Jurado Examinador de la Escuela Profesional de Estomatología, conformado por los siguientes miembros:

- ✓ Presidenta : MG. CD. ARTURO CAMACHO SALCEDO
- ✓ Primer Miembro : MG. CD. Kelly MALPARTIDA VALDERRAMA
- ✓ Segundo Miembro : MG. CD. CYNTHIA FIORELLA PORTAL MALLMA

La aspirante: AL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO (A) DENTISTA

Bachiller : CARIRE CCARHUA, Soledad

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento Especifico vigente de Grados y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado con Resolución de Consejo Universitario N° 0943-2024-UTEA-CU de fecha 16 de Abril de 2024, que en su artículo primero resuelve: Aprobar el Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad Tecnológica de los Andes, para la obtención del Título Profesional de Cirujano Dentista por la:

MODALIDAD: SUSTENTACIÓN DE TESIS.

TÍTULO: Evaluación y comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados del distrito de Abancay 2023

HABIENDO APROBADO CON LA NOTA DE:	15 (Quince)
--	--------------------

Se extiende la presente acta, conforme al libro de Actas de Sorteo y Examen por Modalidad de Sustentación de Tesis, de la Escuela Profesional de Estomatología, que corre a folios N° 134, dado a los 11 días del mes de Diciembre del 2024.

Abancay, 16 de Diciembre de 2024.


.....
MG. CD. ARTURO CAMACHO SALCEDO
PRESIDENTA DEL JURADO


.....
MG. CD. Kelly MALPARTIDA VALDERRAMA
PRIMER MIEMBRO


.....
MG. CD. CYNTHIA FIORELLA PORTAL MALLMA
SEGUNDO MIEMBRO (REPLICANTE)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco: Av. Grau 516. Teléfono. (084) 251565
Sub - Sede Andahuaylas: Av. Juan Antonio Trelles 513 Telefono (083) 421752
www.utea.edu.pe



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE EXAMEN DE TITULACION N°018-2024-UTEA-EP/EST.

Reunido el Jurado Examinador de la Escuela Profesional de Estomatología, conformado por los siguientes miembros:

- ✓ Presidenta : MG. CD. ARTURO CAMACHO SALCEDO
- ✓ Primer Miembro : MG. CD. Kelly MALPARTIDA VALDERRAMA
- ✓ Segundo Miembro : MG. CD. CYNTHIA FIORELLA PORTAL MALLMA

La aspirante: AL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO (A) DENTISTA

Bachiller : OCHOA ROBLES, Noelia Teresa

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento Especifico vigente de Grados y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado con Resolución de Consejo Universitario N° 0943-2024-UTEA-CU de fecha 16 de Abril de 2024, que en su artículo primero resuelve: Aprobar el Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Universidad Tecnológica de los Andes, para la obtención del Título Profesional de Cirujano Dentista por la:

MODALIDAD: SUSTENTACIÓN DE TESIS.

TÍTULO: Evaluación y comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados del distrito de Abancay 2023

HABIENDO APROBADO CON LA NOTA DE:


15 (Quince)

Se extiende la presente acta, conforme al libro de Actas de Sorteo y Examen por Modalidad de Sustentación de Tesis, de la Escuela Profesional de Estomatología, que corre a folios N° 134, dado a los 11 días del mes de Diciembre del 2024.

Abancay, 18 de Diciembre de 2024.


MG. CD. ARTURO CAMACHO SALCEDO
PRESIDENTA DEL JURADO


MG. CD. Kelly MALPARTIDA VALDERRAMA
PRIMER MIEMBRO


MG. CD. CYNTHIA FIORELLA PORTAL MALLMA
SEGUNDO MIEMBRO (REPLICANTE)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco: Av. Grau 516. Teléfono. (084) 251565
Sub - Sede Andahuaylas: Av. Juan Antonio Trelles 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

REPORTE DE SIMILITUD

Evaluación y Comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados del distrito de Abancay 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	15%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Metadatos Complementarios

Datos del autor		
Apellidos y Nombres	:	Carire Ccarhuas, Soledad Ochoa Robles, Noelia Teresa
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de identidad	:	DNI: 76470307 DNI: 72282680
URL ORCID	:	No aplica
Datos del Asesor		
Apellidos y Nombres	::	Mg. Tineo Tueros, Mirella Pamela
Numero de Documento de identidad	::	DNI: 43226973
URL ORCID	::	https://0000-0001-6774-976X
Datos de la Investigación		
Facultad	::	Ciencias de la salud
Escuela	::	Estomatología
Línea de Investigación	::	Salud Pública Estomatológica
Rango de años que se realizó la investigación	::	2023-2024
Fuente de financiamiento	::	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	::	15%
URL de OCDE	::	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14

DEDICATORIA

A Dios, por su sabiduría y guía. A mi familia, por su amor y apoyo incondicional. A mis padres Ricardo Carire Quispe, Santa Ccarhuas Ramos por su dedicación y enseñanzas. A mis hermanos, por su aliento y presencia. Y a ti hermana Irene, por tu generosidad y sacrificio. Les dedico este logro, con gratitud y amor. Gracias por ser mi roca y motivación.

Soledad Carire Ccarhuas

A mis padres, Abelardo Ochoa Monzón, Vilma Honorata Robles Aroste. y a mi hija, con amor y gratitud. Su esfuerzo y sacrificio son el fundamento de mi éxito. Gracias por ser mis guías y por enseñarme el valor de la educación. Los amo profundamente.

Noelia Teresa Ochoa Robles

AGRADECIMIENTO

Manifestamos nuestra profunda gratitud al Ser Supremo por guiar y favorecer cada etapa del proceso que nos llevó a completar con éxito esta investigación.

A nuestra Asesora, Mg. **Mirella P. Tineo Tueros**, le agradecemos por orientarnos durante este proceso, valoramos ampliamente su experiencia académica, su disposición para compartir sus conocimientos, y la dedicación con la que nos acompañó a lo largo de la elaboración de nuestra investigación.

A la Ing. **Marilyn Juro Vargas**, responsable del laboratorio de Química de la E.P. de Ingeniería Agroindustrial-UNAMBA, agradecemos la oportunidad de realizar esta investigación bajo su dirección.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a nuestros maestros de la E.P. de Estomatología, por sus enseñanzas, consejos y por su respaldo constante, su valiosa cooperación, su aliento incesante, su afecto sincero y su amistad desinteresada.

RESUMEN

El presente estudio aborda la evaluación y comparación de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos en centros poblados del distrito de Abancay ,2023. El objetivo general es evaluar y comparar in vitro la concentración de fluoruro total, fluoruro soluble y fluoruro iónico en pastas dentales para adultos en los centros poblados, bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Metodología: Se utilizó un diseño experimental prospectivo, seleccionando aleatoriamente muestras de pastas dentales de farmacias, bodegas y boticas en los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta. Las muestras fueron analizadas mediante un potenciómetro para determinar las concentraciones de fluoruro total, soluble e iónico. Los datos se analizaron usando pruebas estadísticas de ANOVA y U de Mann-Whitney. Los resultados mostraron que la pasta dental Dento tiene la concentración promedio más alta de fluoruro total con menor variabilidad, mientras que Kolynos presenta la concentración más baja y mayor variabilidad. Las pruebas de normalidad indicaron que las concentraciones de fluoruro iónico no siguen una distribución normal, por lo cual se aplicaron pruebas no paramétricas para estas variables. Se concluye que las pastas dentales analizadas tienen concentraciones de fluoruro que cumplen con las expectativas para la salud bucal, aunque existen variaciones significativas entre marcas y condiciones de almacenamiento. Estos hallazgos son relevantes para odontólogos y consumidores en la selección adecuada de pastas dentales.

Palabras clave: fluoruro, pastas dentales, salud bucal, concentración.

ABSTRACT

The present study addresses the evaluation and comparison of fluoride concentration in adult toothpaste in rural areas of the Abancay district in 2023. The general objective is to evaluate and compare in vitro the total fluoride, soluble fluoride, and ionic fluoride concentrations in adult toothpaste in the mentioned rural areas under different storage conditions. Methodology: A prospective experimental design was used, randomly selecting toothpaste samples from pharmacies, stores, and drugstores in the rural areas of Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca, and Quisapata alta. The samples were analyzed using a potentiometer to determine the total, soluble, and ionic fluoride concentrations. Data were analyzed using ANOVA and Mann-Whitney statistical tests. Results showed that Dento toothpaste has the highest average total fluoride concentration with less variability, while Kolynos presents the lowest concentration and greater variability. Normality tests indicated that ionic fluoride concentrations do not follow a normal distribution, so non-parametric tests were applied to these variables. It is concluded that the analyzed toothpastes have fluoride concentrations that meet expectations for oral health, although there are significant variations between brands and storage conditions. These findings are relevant for dentists and consumers in selecting appropriate toothpaste.

Keywords: fluoride, toothpaste, oral health, concentration.

Índice

Portada	i
Acta de sustentación original	ii
Reporte de similitud	iv
Metadatos Complementarios	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Índice	x
Índice de tablas	xii
Índice de anexos	xiv
I. Introducción	1
II. Planteamiento del problema	3
2.1. Descripción y formulación del problema.....	3
2.1.1. Problema general	6
2.1.2. Problemas específicos.....	6
2.2. Objetivos.....	7
2.2.1. Objetivo General.....	7
2.2.2. Objetivos específicos	7
2.3 Justificación e importancia	8
2.4. Hipótesis	9
2.5. Variables	10
III. Marco teórico	13
3.1. Antecedentes de investigación	13
A nivel internacional	13
3.2. Bases teóricas	19
3.3. Definición de términos.....	36
IV. Metodología	38
4.1. Tipo y nivel de investigación	38
4.2. Ámbito temporal y espacial	38
4.3. Población y muestra.....	38
4.4. Instrumento	40
4.5. Procedimiento	41

4.6. Análisis de datos	44
4.7. Consideraciones éticas	45
V. Resultado y discusión	46
5.1. Resultados	46
5.2. Contrastación de hipótesis	53
5.3. Discusión de resultados	61
VI. Conclusiones.....	65
VII. Recomendaciones.....	67
VIII. Referencias bibliograficas	68
IX. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Jueces expertos.....	40
Tabla 2	Valoración de fiabilidad.....	41
Tabla 3	Centros poblados.....	41
Tabla 4	Descripción univariada de las marcas de la pasta dental, centros poblados, lapso de tiempo y temperatura, 2023.....	46
Tabla 5	Promedio del peso de las diferentes marcas de pasta dental, 2023.....	47
Tabla 6	Promedio de diferentes fluoruros, 2023.....	48
Tabla 7	Pastas dentales encontradas según centros poblados, 2023.....	49
Tabla 8	Promedio del fluoruro -iónico según diferentes marcas de pastas dentales, 2023.....	50
Tabla 9	Promedio del fluoruro -soluble según diferentes marcas de pastas dentales, 2023.....	50
Tabla 10	Promedio del fluoruro -total según diferentes marcas de pastas dentales, 2023.....	51
Tabla 11	Prueba de normalidad de los fluoruros iónico-soluble-total de las pastas dentales en diferentes centros poblados, 2023.....	52
Tabla 12	Relación entre fluoruro total de las pastas dentales según centros poblados.....	54
Tabla 13	Prueba de annova.....	54
Tabla 14	Relación entre fluoruro total de las pastas dentales según temperatura.....	54
Tabla 15	Prueba de U de Man Whiney (Temperatura).....	55
Tabla 16	Relación entre fluoruro total de las pastas dentales según lapso de tiempo.....	55
Tabla 17	Prueba de U de Man Whiney (Tiempo).....	55

Tabla 18	Relación entre fluoruro soluble de las pastas dentales según centros poblados.....	56
Tabla 19	Prueba de Anova.....	57
Tabla 20	Relación entre fluoruro soluble de las pastas dentales según temperatura.....	57
Tabla 21	Prueba de U de Man Whiney (Temperatura).....	57
Tabla 22	Relación entre fluoruro soluble de las pastas dentales según lapso de tiempo.....	58
Tabla 23	Prueba de U de Man Whiney (Tiempo).....	58
Tabla 24	Relación entre fluoruro iónico de las pastas dentales según centros poblados.....	59
Tabla 25	Prueba de Anova.....	59
Tabla 26	Relación entre fluoruro iónico de las pastas dentales según temperatura	60
Tabla 27	Prueba de U de Man Whiney (Temperatura).....	60
Tabla 28	Relación entre fluoruro iónico de las pastas dentales según lapso de tiempo.....	60
Tabla 29	Prueba de U de Man Whiney (Temperatura).....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Matriz de consistencia	73
Anexo 2.	Ficha de recolección de datos	76
Anexo 3.	Protocolo de dilución para la curva de calibración.....	77
Anexo 4.	Juicio de expertos	78
Anexo 5.	Panel fotográfico.....	81

I. Introducción

El presente trabajo de investigación titulado “Evaluación y Comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados del distrito de Abancay 2023” tiene como tema central el análisis de la concentración de fluoruro en las pastas dentales de uso común en la población adulta de dicho distrito. El interés principal para llevar a cabo esta investigación radica en la importancia del fluoruro como agente preventivo en la salud bucal, especialmente en la prevención de caries, lo cual justifica la necesidad de evaluar si las pastas dentales disponibles en el mercado satisfacen los estándares de concentración de flúor recomendados por organismos de salud internacional. Además, este análisis adquiere relevancia debido a la preocupación creciente por la calidad de los productos de higiene oral en zonas rurales y urbanas, donde el acceso a productos de calidad podría estar limitado.

La metodología utilizada fue experimental in vitro, la cual permitió recolectar diversas muestras de pastas dentales comercializadas en los centros poblados de Abancay, con el objetivo de someterlas a análisis químicos de laboratorio para determinar la cantidad de fluoruro presente en cada una. Este enfoque permitió obtener datos precisos y confiables sobre la calidad de los productos. La estrategia empleada incluyó la selección de un número representativo de marcas de dentífricos y la comparación de sus concentraciones de fluoruro con los estándares aceptados. El objetivo principal es determinar si las pastas dentales analizadas cumplen con los niveles óptimos de fluoruro necesarios para garantizar una adecuada protección contra las caries en la población adulta, y en base a ello, comparar los resultados entre las diferentes marcas disponibles. Asimismo, se pretende generar una recomendación basada en la evidencia para que la población de los centros poblados de Abancay pueda seleccionar productos que favorezcan su salud bucal.

En cuanto a la estructura del trabajo, el documento está organizado en capítulos que abordan los antecedentes del problema, la importancia del fluoruro en la odontología preventiva, la descripción detallada de la metodología in vitro empleada, los resultados obtenidos a partir del análisis de las muestras, y una discusión de los mismos en comparación con los estándares internacionales. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones dirigidas tanto a la comunidad como a las autoridades de salud pública.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

La OMS, calculando en el principio farmacológico de emplear la dosis mínima efectiva que maximice los beneficios sin provocar efectos adversos, examina la evaluación entre dosis y respuesta de distintas concentraciones de fluoruro en pastas dentales (hasta 2500 ppm). Los hallazgos revelan que niveles más elevados de fluoruro conducen a una mayor disminución en la frecuencia de caries dental. Además, se observará un incremento en la eficacia del 6% por cada aumento de 500 ppm sobre los 1000 ppm de fluoruro. Sin embargo, aún no se ha determinado la efectividad de los dentífricos con menos de 500 ppm de fluoruro. Es relevante mencionar que, en 1977, la Comisión Europea recomendó un tope de 1500 ppm de fluoruro para las pastas dentales de venta libre ⁽¹⁾.

Ciertos estudios europeos señalan que el uso diario de un enjuague bucal con fluoruro de sodio puede reducir hasta en un 50% el riesgo de desarrollar nuevas caries. No obstante, se enfatiza que estos enjuagues no reemplazan la eficacia del cepillado dental. Se destaca que las pastas dentífricas siguen siendo el elemento crucial para mantener una higiene bucal adecuada y preservar la salud bucal ⁽²⁾.

Una investigación brasileña reveló que los dentífricos deben contener al menos 1000 ppm de fluoruro (F) soluble y químicamente activo para ser efectivos contra la caries. El estudio analizó diversas pastas dentales, encontrando que el 96% contenían fluoruro, y en el 84% de los casos, la concentración total coincidía con lo declarado por los fabricantes. Entre las pastas con flúor, el 78% presentaba una concentración de fluoruro soluble total igual o superior a 1000 ppm, oscilando entre 422,3 y 1432,3 ppm F. Estos resultados sugieren que

la mayoría de los dentífricos analizados en Brasil contienen niveles adecuados de fluoruro disponible para combatir eficazmente la caries dental.

El flúor (F) es un miembro del grupo de los halógenos, caracterizado por su bajo peso atómico y alta electronegatividad. Su forma iónica, el fluoruro, es el elemento decimotercer más abundante en la corteza terrestre. Debido a su carga negativa, tiende a combinarse con cationes como el calcio o el sodio, formando compuestos estables. Ejemplos de estos compuestos son el fluoruro de calcio y el fluoruro de sodio, que se encuentran naturalmente en fuentes acuíferas y minerales ⁽³⁾.

En el organismo humano, el fluoruro tiene una marcada afinidad por los tejidos mineralizados, específicamente huesos y dientes, debido a su fuerte atracción por el calcio. La ingesta de fluoruro en niveles adecuados conlleva beneficios significativos para la salud: potencia la mineralización del esmalte dental, incrementa la densidad de los huesos y contribuye a disminuir tanto la incidencia como la prevalencia de caries dental.

Aunque el uso global de pastas dentales con flúor ha crecido en los últimos años, ciertos grupos poblacionales siguen en desventaja. Las personas de escasos recursos, habitantes de zonas rurales, con bajo nivel educativo y acceso limitado a servicios odontológicos, tienden a utilizar dentífricos con niveles insuficientes de flúor (por debajo de 1000 ppm) ⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Esta situación puede atribuirse a diversos factores: la falta de información en la población, la difusión de datos obsoletos por parte de los profesionales de la salud, y las dificultades económicas para adquirir productos con concentraciones adecuadas de flúor. Como consecuencia, estos grupos se encuentran más expuestos al riesgo de desarrollar caries dental ⁽⁶⁾.

La Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) de 2018 en Perú recopiló datos sobre los hábitos de cepillado dental y el uso de pasta dental con flúor. No obstante, esta

valiosa información no se encuentra en el informe anual. Contar con estos datos sería crucial para desarrollar estrategias de promoción dirigidas a distintos sectores, incluyendo la población general, los profesionales de odontología, los fabricantes de productos dentales y las entidades reguladoras.

La Guía de Prácticas Clínicas para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Caries Dental en niñas y niños, elaborada por el MINSA, ofrece recomendaciones clave para el manejo preventivo de la caries dental. Según los datos presentados en esta guía, durante el periodo 2012-2014, la prevalencia de caries dental fue significativa: un 59% en niños con dentición decidua y un 85% en aquellos con dentición mixta. Frente a estas cifras alarmantes, una de las principales medidas preventivas recomendadas es el uso diario de pastas dentales que contengan fluoruro de sodio al 0.05%, especialmente en niños con alto riesgo de desarrollar caries ⁽⁷⁾.

El MINSA está promoviendo activamente el uso de fluoruro mediante la utilización de pastas dentífricas. Con este propósito, se ha implementado la Norma Técnica Sanitaria de Cremas Dentales Cosméticas. Esta normativa busca establecer especificaciones técnicas que aseguren la calidad de estos productos y regule los niveles apropiados de flúor, con el doble objetivo de prevenir las caries y evitar la fluorosis dental. Es importante destacar que actualmente no existe un consenso sobre la eficacia y seguridad biológica del uso de pastas dentales en niños en edad preescolar. Debido a esta falta de acuerdo, algunos expertos sugieren que en este grupo de edad se deberían utilizar pastas dentales con una concentración reducida de flúor ⁽⁸⁾.

Formulación del problema

En los diversos centros poblados de Abancay, se comercializa una amplia variedad de pastas dentales, tanto de origen nacional como importadas. Algunas de estas marcas

especifican en su empaque la concentración de fluoruro, mientras que otras solo mencionan su presencia sin detallar la cantidad. Sin embargo, es notable que la mayoría de estos productos no proporcionan indicaciones sobre la cantidad adecuada que debe usarse en cada cepillado, ya sea para niños o adultos.

Estas iniciativas de comercialización y etiquetado tienen como objetivo principal reforzar una de las medidas más fundamentales para la salud bucal: la higiene bucal. No obstante, la falta de información precisa sobre el uso correcto del producto podría limitar la efectividad de estas acciones preventivas, motivo por el cual nace el interés de llevar a cabo la presente investigación titulada “Evaluación y comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales en centros poblados de la ciudad de Abancay 2023”, por ello la iniciativa de realizar esta investigación.

2.1.1. Problema general

¿Cómo es la evaluación y comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados de la ciudad de Abancay 2023?

2.1.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la concentración de fluoruro total (FT) de las pastas dentales para adultos, Colgate® , Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento de la ciudad de Abancay 2023?
2. ¿Cuál es la concentración de Fluoruro soluble (FST) de las pastas dentales, Colgate® , Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca,

Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento de la ciudad de Abancay 2023?

3. ¿Cuál es la concentración de Fluoruro iónico (FI) de las pastas dentales, Colgate® , Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento de la ciudad de Abancay 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Evaluar y comparar in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos, en centros poblados de la ciudad de Abancay 2023.

2.2.2. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de fluoruro total (FT) de las pastas dentales para adultos, Colgate® , Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento de la ciudad de Abancay 2023.

2. Determinar la concentración de Fluoruro soluble total (FST) de las pastas dentales, Colgate® , Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento de la ciudad de Abancay 2023.

3. Determinar la concentración de Fluoruro iónico (FI) de las pastas dentales, Colgate® , Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral,

Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento de la ciudad de Abancay 2023.

2.3 Justificación e importancia

Relevancia Social: Esta investigación establece la relación directa entre la calidad de los productos de higiene oral y la salud bucal de la población. En los centros poblados del distrito de Abancay, como en muchas otras regiones, el acceso a productos de calidad no siempre está garantizado. Esta situación puede llevar a un uso generalizado de productos que no cumplen con los niveles de fluoruro recomendados, poniendo en riesgo la salud dental de la población y contribuyendo al aumento de caries, problemas periodontales y otras enfermedades bucodentales que impactan directamente en la calidad de vida de las personas.

Relevancia clínica: De este estudio radica en la relación directa entre la concentración de fluoruro en los productos de higiene bucal y la efectividad en la prevención de patologías dentales. Diversas investigaciones han demostrado que el fluoruro ayuda a remineralizar el esmalte dental y a inhibir el proceso de pérdida de minerales que conduce a la formación de caries. En este sentido, el uso de pastas dentales con niveles adecuados de fluoruro es una de las intervenciones preventivas más recomendadas por profesionales de la salud bucal. No obstante, existe una variabilidad significativa en la calidad y la composición de las pastas dentales disponibles en diferentes mercados, lo que hace necesario evaluar si los productos utilizados por la población local cumplen con los grados sugeridos por las entidades de salud.

Relevancia teórica: Este trabajo contribuye al cuerpo teórico existente sobre la importancia del fluoruro en la prevención de enfermedades dentales y plantea una evaluación rigurosa de los productos de higiene bucal en un contexto específico. Los resultados obtenidos permitirán enriquecer el debate académico sobre la calidad de las pastas dentales en zonas rurales, generando información valiosa para la mejora de políticas sanitarias y educativas orientadas a la promoción de una adecuada salud bucal en la población adulta.

Importancia: El fluoruro es un componente esencial en las pastas dentales debido a su eficacia en la protección contra caries. Evaluar la concentración de fluoruro asegura que las pastas dentales disponibles en el mercado contengan niveles adecuados para proteger la salud dental de los adultos.

Estandarización de productos: Este estudio permite verificar si los dentífricos satisfacen con los estándares de concentración de fluoruro normados por las autoridades sanitarias, garantizando que los productos sean seguros y efectivos para el uso diario.

2.4. Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La evaluación y comparación in vitro de la concentración de fluoruros en pastas dentales para adultos es óptimo, en centros poblados de la ciudad de Abancay 2023.

2.4.2. Hipótesis Específica

1. La concentración de fluoruro total (FT) de las pastas dentales son óptimos Colgate®, Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.
2. La concentración de fluoruro soluble total (FST) de las pastas dentales son óptimos Colgate®, Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral,

Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

3. La concentración de fluoruro iónico (FI) de las pastas dentales son óptimos Colgate®, Dento® y Kolynos® de los centros poblados de Atumpata, Moyocorral, Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata, Puca Puca y Quisapata alta de acuerdo al lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

2.5. Variables

Variable 1: Dependiente: Concentración de fluoruros en pastas dentales.

Definición conceptual. Concentración óptima de 100-1500ppm de pastas dentales para adultos recaudados de algunos centros poblados del distrito de Abancay ⁽⁹⁾.

Dimensiones:

Fluoruro total

Cantidad total de flúor presente en una muestra de pasta dental, que incluye tanto el flúor soluble como el insoluble. Este valor se utiliza como una medida para evaluar la concentración de flúor disponible en el producto, lo cual es esencial para la prevención de caries. La cantidad de fluoruro total es importante para asegurar que los productos cumplan con las normativas y expectativas de eficacia ⁽²¹⁾.

Flúor soluble total

Fracción de fluoruro que se disuelve en el agua protege el esmalte dental. El flúor soluble es crucial ya que representa el componente más activo que interactúa directamente con los dientes para prevenir la desmineralización y fomentar la remineralización del esmalte dental ⁽¹¹⁾.

Flúor iónico

El flúor iónico se refiere a la forma ionizada del elemento químico flúor, con símbolo F^- .

Este ión negativo se forma cuando el átomo de flúor gana un electrón, obteniendo así una carga neta negativa. El flúor iónico es muy reactivo debido a su alta electronegatividad, lo que le permite combinarse fácilmente con otros elementos, especialmente con los cationes. Se encuentra comúnmente en compuestos como el fluoruro de sodio (NaF) y el fluoruro de calcio (CaF₂), y se utiliza en aplicaciones como la prevención de caries dentales, la purificación de agua y en procesos industriales. ⁽²¹⁾.

Variable 2: Independiente: Lugar de expendio, tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento.

Lugar de expendio

Se refiere al lugar o establecimiento donde se venden productos específicos, como las pastas dentales. Estos pueden incluir farmacias, supermercados, tiendas de conveniencia o cualquier otro lugar que tenga permiso para vender artículos de higiene personal. La selección de un lugar de expendio adecuado puede afectar la conservación de los productos, asegurándose que cumplan con las normas de calidad y seguridad establecidas ⁽²⁶⁾.

Tiempo de almacenamiento

Es el tiempo que las pastas dentales permanecen guardadas antes de ser vendidas o utilizadas, manteniendo su eficacia. Este tiempo puede variar según las condiciones de almacenamiento, pero los fabricantes indican un tiempo máximo para garantizar que los ingredientes activos, como el fluoruro conserven su eficacia y concentración. ⁽²⁷⁾.

Temperatura de almacenamiento

Las pastas dentales se pueden clasificar en diferentes categorías según su uso o formulación. Entre las opciones disponibles se encuentran pastas dentales con flúor, blanqueadoras, antisarro, para dientes sensibles. Las formulaciones de flúor más comunes en concentraciones de 1000 a 1500 ppm son esenciales para prevenir la aparición de caries ⁽²⁷⁾.

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR
Variable dependiente					
Concentración de fluoruros en pastas dentales Concentración optima de 100-1500ppm de pastas dentales para adultos recabados de algunos centros poblados del distrito de Abancay. ⁽⁹⁾	Fluoruro Total (FT) Es la concentración total del flúor real encontrada en las pastas dentales a medir ⁽²¹⁾ .	Cantidad de fluoruro en ppm determinada por un potenciómetro y que representa: $[FT] = [FST] + [Fins]$	Registro del valor en la pantalla del potenciómetro en milivoltios (mV)	Cuantitativa- de razón	130,0- 199,9 a + milivoltios (Optimo) 86,0-129,9 milivoltios (Regular) 45,3-85,9 milivoltios (poco optimo)
	Flúor Soluble Total (FST) Es la concentración biodisponible de la concentración de Flúor Total en la pasta dental (11).	Cantidad de fluoruro en ppm indicada en el potenciómetro y representa: $[FST] = [FPO32-] + [F-]$ si deriva de MFP. $[FST] = [F-]$ si deriva de NaF.			
	Flúor iónico (FI) Cantidad de fluoruro (ppm) biodisponible con el potencial de remineralizar la superficie del esmalte ⁽²¹⁾ .	Cantidad de fluoruro en ppm indicada en el potenciómetro y representa: $[Fi] = [F-]$ si deriva de NaF o MFP.			
Variable independiente					
Lugar de expendio Sitio de comercio donde se adquiere la pasta dental para adultos ⁽²⁶⁾	Lugar identificado en cada centro poblado	Ficha de recolección	Cualitativa- nominal	Farmacia Bodega Botica Mercado
Tiempo de almacenamiento Lapso de tiempo que presenta el lugar de expendio de la pasta dental ⁽²⁷⁾	Cuestionamiento al vendedor	Ficha de recolección	Cuantitativo de razón	1-2 meses, 3-4 meses. Más de 4 meses
Temperatura de almacenamiento Rango de temperatura del aire de donde se expende las pastas dentales para adultos ⁽²⁷⁾	Grados Celsius	Termómetro ambiental	Cuantitativo de razón	22°C-33°C, 21°C-13°C, Menos de 13°C

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes de investigación

A nivel internacional

Nayanna S.; et al (Brasil -2022) ⁽¹⁰⁾ Realizaron en su investigación titulada “Eficacia de los dentífricos con flúor asociados a diferentes tecnologías para remineralizar el esmalte tras un ciclo de pH: estudio in vitro”, cuyo **objetivo** fue determinar la eficacia de los dentífricos con flúor asociados a diferentes tecnologías para remineralizar el esmalte tras el ciclado del pH. **Métodos:** Los bloques de esmalte se distribuyeron aleatoriamente en cinco grupos (n=12): Pasta dentífrica sin flúor, Colgate Oral Care (NC); Pasta dentífrica con arginina, Colgate Total Daily Repair (PC); Pasta dentífrica con fluoruro a base de silicato: Tecnología REFIX, regenerador+sensible (RDC), Tecnología NR-5, Regéntrate Enamel Science (RES), y tecnología NOVAMIN, Sensodyne Repair and Protect (SRP). Las muestras se sometieron a un modelo de ciclos de PH durante 6 días. La eficacia de los dentífricos se estimó calculando la recuperación de la microdureza superficial (%SMHR) y la recuperación de la fluorescencia (Δ FRE) con fluorescencia cuantitativa inducida por luz. También se evaluó la micromorfología transversal de la superficie del esmalte mediante microscopía electrónica de barrido. Los análisis elementales (% en peso) se determinaron con un espectrómetro de rayos X de energía dispersiva (EDS). Los resultados se compararon con los del control (NC). Los datos se analizaron estadísticamente (5%). **Resultados:** %SMHR podría clasificarse de la siguiente manera: RDC=PC=RES=SRP>NC. Se observaron medidas significativamente más altas de %SMHR y Δ FRE se observaron tras el tratamiento del esmalte con RDC (22,7 y 46,9, respectivamente). El PC (%SMHR=18,8) fue tan eficaz como RDC para recuperar la microdureza superficial con una media significativamente inferior de Δ FRE (19,5). Sólo el RDC fue capaz de promover la formación de una capa mineralizada en la superficie del esmalte enriquecido con silicio en la superficie.

Conclusiones: El dentífrico con fluoruro a base de silicato que contiene la tecnología REFIX demostró una mayor eficacia en la remineralización de la caries artificial que los demás productos.

Al Haddad T.; et al. (Líbano- 2021) ⁽¹¹⁾ Realizaron en su investigación titulada “Comparación del efecto remineralizante del cepillado con Aloe vera frente a la pasta dentífrica fluorada” cuyo **objetivo** del presente estudio in vitro es comparar el efecto de remineralización de tres pastas dentífricas y el gel de Aloe vera (AV). **Materiales y métodos** Se colocaron 40 dientes sanos extraídos en una solución desmineralizante durante 4 días y se asignaron aleatoriamente a cuatro grupos: grupo A: pasta dentífrica fluorada de 1.450 ppm de fluoruro; grupo B: pasta dentífrica AV sin fluoruro; grupo C: AV 1.000 ppm y el grupo D: AV gel. Se realizó un ciclo de pH de 3 minutos dos veces al día para cada grupo durante 12 días. Las muestras se analizaron antes y después mediante microscopio electrónico de barrido-radiografía de dispersión de energía. **Análisis estadístico** Los resultados se analizaron mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov, análisis de varianza con medidas repetidas seguidos de análisis univariantes y comparaciones múltiples de Bonferroni. pruebas de comparaciones múltiples de Bonferroni para comparar la relación calcio-fósforo (Ca:P) con el tiempo entre los grupos de dentífricos. **Resultados:** Tras la remineralización, de la relación Ca:P aumentó en todos los grupos. La diferencia de la relación Ca:P no fue significativa entre los grupos C, D y A. La relación media fue significativamente menor en el grupo B (valor p = 0,026). **Conclusiones** El gel AV demostró una capacidad de remineralización igual a la del gel de pasta dentífrica con 1.450 ppm de flúor. Por el contrario, la pasta dentífrica AV sin flúor mostró una menor eficacia de remineralización. Se requieren más estudios para comprender su mecanismo.

Bohórquez K.; et al (Ecuador - 2022) ⁽¹²⁾ Realizaron una investigación con el **propósito** de evaluar la concentración de flúor en partes por millón (ppm) en dentífricos pediátricos disponibles en el mercado de Quito. La **metodología** siguió un enfoque observacional, analítico y transversal, analizando 8 marcas distintas de pastas dentales para niños, Los **hallazgos** revelan que la marca E presentó el pH promedio más alto (7,38), seguido por las marcas F y H (7,16), mientras que la marca G mostró el valor más bajo (6,31). En cuanto al contenido de flúor, se encontraron concentraciones entre 1.137,28 ppm (máximo) y 461,49 ppm (mínimo), siendo la marca G la de mayor concentración y la marca D la de menor. Notablemente, el 87,50% de las muestras (7 de 8 dentífricos) no cumplieron con la cantidad de flúor declarada en su etiqueta, mostrando una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre el contenido real y el declarado. Solo la marca A (12,50%) cumplió con lo indicado en su etiqueta. En **conclusión**, aunque las pastas dentales pediátricas analizadas cumplen con los estándares de pH y concentración de flúor establecidos por la norma NTE INEN 1602, la mayoría no contiene la cantidad de flúor que declara en su etiqueta, lo cual plantea preocupaciones sobre la precisión del etiquetado. y las implicaciones para la salud dental infantil.

Pérez R.; et al (España-2020) ⁽¹³⁾ Realizaron una investigación con la **finalidad** de analizar la cantidad de fluoruro presente en diversos productos de higiene dental, incluyendo tanto pastas dentales como enjuagues bucales. Este análisis tenía como fin evaluar los posibles riesgos para la salud que podrían surgir si ciertos grupos poblacionales ingirieran accidentalmente cantidades significativas de estos productos, **metodología** el presente estudio fue descriptivo enfoque cuantitativo diseño experimental y cuyo propósito fue comparar los niveles experimentales con los declarados en el etiquetado, Los **hallazgos** revelan que la mayoría de las pastas dentales

examinadas contienen niveles de fluoruro dentro de los rangos considerados adecuados para mantener su eficacia contra las caries, y generalmente cumplen con las cantidades especificadas por los fabricantes. Sin embargo, se observaron algunas discrepancias notables: Aproximadamente el 37,1% de las muestras analizadas presentaron concentraciones de fluoruro superiores a las declaradas en sus etiquetas; Alrededor del 18.6% de las muestras mostraron niveles inferiores a los indicados.

A pesar de estas variaciones, la **conclusión** del estudio sugiere que el riesgo de toxicidad por fluoruro debido al uso de estos productos es relativamente bajo. Para que se produzcan efectos tóxicos, tanto a corto como a largo plazo, será necesaria la ingestión de cantidades excepcionalmente grandes de estos productos dentales.

A nivel nacional

Ravelo M.; et al (Lima - 2022) ⁽¹⁴⁾ realizaron un estudio con el **propósito** de analizar la concentración de fluoruros en los enjuagues bucales más populares en Perú. La indagación se centró en 4 marcas de colutorios destinados a usuarios mayores de 6 años, todos con concentraciones de flúor superiores a 200 ppm. Los **resultados** revelaron discrepancias en todas las marcas entre el fluoruro total (FT) y el fluoruro total disuelto (FTD). Oral B® Complete mostró la mayor diferencia, superando en un 13% la cantidad declarada. Listerine® Anticaries Zero Alcohol y Dento® Zero Alcohol presentaron un 10% más de lo indicado, mientras que Colgate® Plax® superó en un 8% la concentración declarada por el fabricante. En **conclusión**, el estudio encontró que las cuatro marcas evaluadas contenían una concentración de flúor superior a la declarada, con discrepancias que oscilaban entre el 8% y el 13%. Oral B® Complete se destacó por presentar la diferencia más significativa en cuanto al contenido de flúor.

Hernández A.; et al (Lima - 2019) ⁽¹⁵⁾ realizaron un estudio poblacional extenso, abarcando 36,760 viviendas, de las cuales 35,502 fueron efectivamente entrevistadas.

Los **hallazgos** revelaron que un 7.8% de los niños evaluados no practicaban el cepillado dental. El estudio identificó diferencias significativas ($p < 0,001$) en el uso de pasta dental con concentración inadecuada de flúor entre diversos grupos: Edad: diferencia de 12,3%; Uso de servicios odontológicos: 7,7%; Nivel educativo del responsable: 20,4%; Índice de riqueza: 17,8%; Dominio geográfico: 11,3%; Área de residencia: 9,1%. Los resultados se categorizaron según la frecuencia de cepillado y el uso de pasta dental en relación con el nivel de flúor: no cepillado, adecuado, inadecuado, no mostró/no usa pasta, e ilegible. Las **conclusiones** destacan dos problemáticas principales: Un porcentaje significativo de niños peruanos no se cepilla los dientes: Entre los niños que sí se cepillan, un número considerable utiliza pastas dentales con contenidos de flúor insuficientes para proporcionar un efecto preventivo efectivo contra las caries.

Atanacio N.; et al (Chimbote - 2019) ⁽¹⁶⁾ emprendieron un estudio con el **propósito** de examinar los niveles de flúor en las pastas dentales disponibles en el mercado local. Esta investigación, de gran relevancia para la salud bucal de la población, se centra en analizar una variedad de productos dentífricos ampliamente utilizados en la ciudad. Los investigadores recopilaban meticulosamente una muestra de 42 pastas dentales, distribuidas equitativamente entre el concurrido centro comercial Tottus y el popular mercado mayorista La Perla. El estudio abarcó siete marcas distintas, asegurándose de incluir tres lotes diferentes de cada una para obtener resultados más representativos y confiables. Para garantizar la precisión en sus mediciones, el equipo empleó una técnica sofisticada: el método potenciométrico con electrodo ion selectivo (ISE) para fluoruro. Esta metodología permitió una evaluación precisa de los niveles de flúor presentes en cada muestra. Los **hallazgos** del estudio revelaron una sorprendente variabilidad en las concentraciones de flúor entre las distintas marcas analizadas. Los resultados, expresados en partes por millón (ppm), mostraron un amplio espectro de valores: desde

concentraciones tan bajas como 35.83 ppm en la Pasta C, hasta niveles significativamente más altos como 1286.65 ppm en la Pasta E. Esta disparidad en los niveles de flúor plantea importantes cuestiones sobre la estandarización y regulación de estos productos esenciales para la higiene dental. En **conclusión**, utilizando la prueba T de Student, arrojó luz sobre una problemática preocupante: se detectan diferencias estadísticamente significativas entre los valores de flúor medidos en el laboratorio y aquellos declarados en las etiquetas de los productos, con una notable excepción. La Pasta G surgió como la única marca que mostraba coherencia entre su contenido real de flúor y la información proporcionada en su etiqueta comercial.

Peralta P.; et al (Lima - 2019)⁽¹⁷⁾ realizaron un estudio con el propósito de examinar in vitro los niveles de Flúor Total (FT) y Flúor Soluble Total (FST) en pastas dentales de uso común. Esta investigación arrojó resultados significativos sobre la composición y etiquetado de estos productos de higiene bucal. El análisis abarcó una variedad de pastas dentales, revelando una distribución diversa de componentes activos: cinco que contenían fluoruro de sodio (NaF), otras cinco utilizaban monofluorofosfato (MFP), y los dos restantes combinaban ambos tipos de sales fluoradas. Los **hallazgos** mostraron que, con una única excepción que registró 968.6 ppm, todas las pastas cumplían con el estándar mínimo de 1000 ppm de flúor total. Sin embargo, surgió un aspecto preocupante al comparar los valores de FST con la información proporcionada por los fabricantes. Solo cuatro de las pastas dentales exhibieron una concordancia entre el FST medido y lo declarado en sus etiquetas. Un descubrimiento particularmente interesante fue la variación en los niveles de flúor iónico (Fins) entre las diferentes formulaciones. Las pastas que contenían MFP mostraron valores de Fins significativamente más altos, oscilando entre un 13% y un 20% superior a las otras formulaciones. La **conclusión** del estudio subraya una problemática importancia: la mayoría de las pastas dentales

evaluadas presentaron una variabilidad considerable en sus concentraciones de FT y FST en comparación con lo declarado por los fabricantes.

A nivel regional y local

No se han identificado estudios que aborden directamente el tema de este estudio.

3.2. Bases teóricas

El flúor

Un elemento de la tabla periódica, identificado con el símbolo F y número atómico 9, es el flúor. Este mineral, presente en diversas formas naturales, juega un papel crucial en la salud bucal. Su capacidad para fortalecer el esmalte dental y aumentar su resistencia a los ácidos bacterianos lo convierte en un aliado contra las caries. Además de sus beneficios odontológicos, el flúor encuentra aplicaciones en la industria, siendo utilizado en la producción de teflón y en procesos relacionados con superficies y catálisis⁽⁹⁾.

Concentración de flúor en los dentífricos

Según la Asociación Dental Americana (ADA), la efectividad de una pasta dental en la prevención de caries depende de la presencia de flúor en una forma activa y biodisponible. El consenso global establece que las pastas dentales deben contener aproximadamente 1000 partes por millón (ppm) de flúor como concentración estándar. En este contexto, se consideran concentraciones elevadas aquellas que oscilan entre 1450 y 1500 ppm, mientras que las formulaciones con 500 ppm se clasifican como de baja concentración de flúor⁽⁹⁾.

Mecanismo de acción del flúor

El fluoruro ejerce su acción principal de manera tópica, siendo más eficaz cuando está presente en la saliva en concentraciones adecuadas. La hidroxiapatita, componente esencial del esmalte dental, está sujeta a ciclos constantes de desmineralización y remineralización durante el desarrollo dental. La presencia de iones específicos en la

saliva puede fortalecer o debilitar el esmalte, mientras que el fluoruro en un entorno ácido reduce la disolución de la hidroxiapatita cálcica.

El fluoruro actúa principalmente inhibiendo la desmineralización del esmalte a través de diversos mecanismos. Las bacterias cariogénicas, especialmente *Streptococcus mutans*, producen ácido láctico al metabolizar azúcares, lo que disminuye el pH salival. Cuando el pH cae por debajo de 5.5, nivel crítico para la hidroxiapatita, comienza la desmineralización del esmalte y la formación de caries. Este proceso es inicialmente reversible si se toman medidas preventivas adecuadas.

La presencia de fluoruro en el fluido de la placa dental reduce la desmineralización al absorberse en la superficie del esmalte, protegiendo parcialmente los cristales de la disolución. Si el pH desciende por debajo de 5.5, las áreas no recubiertas del cristal se disuelven en zonas específicas del diente. Cuando el pH vuelve a subir por encima de este nivel crítico, el aumento de iones fluoruro promueve la remineralización, formando flúor, hidroxiapatita al absorberse en el esmalte ⁽⁹⁾.

Vías de administración del flúor

El fluoruro puede ingresar al organismo de dos maneras diferentes: a través del torrente sanguíneo (administración sistémica) o mediante aplicación directa en la zona deseada (administración tópica). Es interesante notar que estas vías no son completamente independientes: cuando el flúor se administra sistémicamente, también ejerce un efecto local ya que está presente en la saliva. De manera similar, si los productos fluorados aplicados localmente son ingeridos en cantidades suficientes, terminan incorporándose al sistema circulatorio, convirtiendo así la aplicación tópica en sistémica ⁽¹⁸⁾.

Indicaciones del uso de flúor

Para el cuidado dental infantil, en niños que no han cumplido los 6 años, se aconseja utilizar pastas dentales con un contenido de flúor de 550 ppm. Durante el cepillado, es

necesaria la supervisión parental y se debe aplicar una cantidad de pasta dental equivalente a unos 5 milímetros. En cuanto a niños mayores de 6 años y personas adultas, las recomendaciones cambian: se sugiere el uso de dentífricos con una concentración de flúor más elevada, específicamente entre 1,000 y 1,500 ppm⁽¹⁸⁾.

Métodos de aplicación:

Vía sistémica

- **Fluoración del agua de consumo público:** La cantidad óptima de flúor oscila entre 0,1 y 0,2 ppm, aunque este rango puede modificarse según las condiciones del clima. La fluoración del agua potable se considera el fundamento esencial en los programas preventivos contra la caries dental. Esta importancia no solo se debe a que sea un método altamente efectivo, sino que también representa la opción más rentable al comparar su costo con los beneficios que proporciona⁽¹⁹⁾.
- **Aguas de mesa con Flúor:** La cantidad recomendada de acuerdo a la fuente natural⁽¹⁹⁾.
- **Suplementos de los Alimentos con Flúor:** El flúor puede incorporarse a diversos productos alimenticios de consumo regular como sal, lácteos, harinas y productos cereales. La dosificación de estos suplementos alimenticios fluorados suele oscilar entre 200 y 250 mg. Además de estos alimentos fortificados, existen otros métodos para la administración sistémica de flúor, que incluyen presentaciones líquidas en gotas, comprimidos y complejos vitamínicos. Estas formas alternativas pueden servir como sustituto o complemento cuando la ingesta de flúor a través del agua potable no es suficiente o no está disponible⁽¹⁹⁾.

Vía tópica:

El flúor de uso local o tópico está disponible en diversas presentaciones y formatos para su aplicación dental. Estos incluyen productos diferentes como los barnices fluorados, productos en gel, pastas dentales, enjuagues bucales, hilos dentales con contenido de flúor, pastas especiales para limpieza profesional, e incluso gomas de máscara enriquecidas con flúor⁽¹⁹⁾.

Beneficios y efectos del flúor sobre los dientes:

Al aplicar flúor a las estructuras dentales, aumenta la resistencia del esmalte y se activa con el calcio de las estructuras dentales, generando fluoruro de calcio. La hidroxiapatita, un compuesto que aumenta significativamente la resistencia del esmalte del esmalte dentario, es el resultado de la reacción del flúor con los cristales del esmalte dentario.⁽²⁰⁾

El flúor juega un papel crucial en el proceso de remineralización dental al facilitar la integración de iones de calcio y fosfato en la estructura del diente. Este proceso es posible debido a las propiedades electroquímicas del flúor: al tener una carga negativa, actúa como un imán que atrae a los iones de calcio y fosfato, los cuales poseen carga positiva. Además, el flúor demuestra propiedades antimicrobianas, combatiendo a los microorganismos que pueden dañar la estructura dental⁽²⁰⁾.

Intoxicación aguda por el flúor

La fluorosis dental es un trastorno que afecta al desarrollo del esmalte durante su formación. Esta condición surge cuando hay una exposición excesiva al flúor por vía sistémica durante los primeros seis años de vida, período crítico en la formación del esmalte de los dientes permanentes. Como resultado, el esmalte se vuelve más poroso, menos transparente y con mayor contenido proteico. Los signos visibles pueden variar desde sutiles líneas blancas horizontales, hasta manchas más extensas o zonas porosas

que van del amarillo al marrón claro, pudiendo incluso presentar pérdidas en la calidad del esmalte en diferentes niveles.

En cuanto a la toxicidad aguda por flúor, esto puede presentarse cuando se ingieren cantidades elevadas en un corto período. El sistema digestivo, específicamente el estómago, es el primer órgano afectado. La persona puede experimentar inicialmente síntomas como náuseas, dolor en el abdomen, vómitos sanguinolentos y diarrea. Posteriormente, puede desarrollarse un cuadro más grave caracterizado por: Colapso con palidez; Debilidad generalizada; Respiración superficial; Latidos cardíacos débiles; Piel fría y húmeda; Coloración azulada (cianosis); Dilatación pupilar; Alteraciones en los niveles de calcio; En casos severos, muerte en 2-4 hr. Pueden presentarse además otros efectos como parálisis muscular y espasmos en manos, pies y extremidades. Las investigaciones han establecido que la dosis tóxica probable (PTD) es de 5 mg por kg de peso corporal. Para ilustrar esto, un niño de 20 kg podría alcanzar el PTD al ingerir 100 gramos (equivalente a 75 ml) de pasta dental con 1000-1500 ppm de flúor, o al consumir 100 pastillas que contienen entre 0,5-1 mg de flúor ⁽¹⁶⁾.

Fluoruro total

Cantidad total de flúor presente en una muestra de pasta dental, que incluye tanto el flúor soluble como el insoluble. Este valor se usa para medir la concentración del flúor disponible en el producto, lo cual es esencial para la prevención de caries. La cantidad de fluoruro total es importante para asegurar que los productos cumplan con las normativas y expectativas de eficacia ⁽²¹⁾.

Flúoruro soluble total

Fracción de fluoruro que se disuelve en el agua protege el esmalte dental inmediatamente. El fluoruro soluble total es crucial ya que representa el componente

más activo que interactúa directamente con los dientes para prevenir la desmineralización y fomentar la remineralización del esmalte dental⁽¹¹⁾.

Flúoruro iónico

El flúor iónico se refiere a la forma ionizada del elemento químico flúor, con símbolo F^- . Este ión negativo se forma cuando el átomo de flúor gana un electrón, obteniendo así una carga neta negativa. El flúor iónico es muy reactivo debido a su alta electronegatividad, lo que le permite combinarse fácilmente con otros elementos, especialmente con los cationes. Se encuentra comúnmente en compuestos como el flúoruro de sodio (NaF) y el fluoruro de calcio (CaF_2), y se utiliza en aplicaciones como la prevención de caries dentales, la purificación de agua y en procesos industriales.

En el contexto biológico y sanitario, el flúor iónico es relevante por su capacidad para fortalecer el esmalte dental al inhibir la desmineralización y fomentar la remineralización, lo que ayuda a prevenir las caries. Sin embargo, en concentraciones excesivas, puede ser tóxico y causar afecciones como la fluorosis dental o esquelética⁽²¹⁾.

Pastas Dentales

Los dentífricos son productos en forma de crema o gel que se utilizan en conjunto con el cepillo dental para preservar y optimizar la salud bucal y su apariencia. Este producto tiene una larga historia que se remonta hace miles de años, y su composición ha experimentado una notable evolución: desde simples mezclas que contienen cáscaras de huevo molidas o cenizas, hasta convertirse en formulaciones sofisticadas que pueden contener más de veinte componentes diferentes. Estos ingredientes cumplen múltiples funciones, ayudando a combatir diversos problemas bucales como: Caries dental; Enfermedades de las encías; Halitosis; Acumulación de sarro; Desgaste dental; Sensibilidad en la dentina. Los dentífricos modernos también incorporan elementos

abrasivos para la limpieza y blanqueamiento dental, saborizantes para dar frescura al aliento y colorantes para mejorar su aspecto visual. Se ha determinado que la efectividad de una pasta dental está directamente relacionada con qué tan bien sus ingredientes activos pueden ser aprovechados por el organismo, es decir, su biodisponibilidad ⁽²³⁾

Las fórmulas de los dentífricos están en constante evolución gracias a los avances tecnológicos. Estas pastas son reconocidas principalmente por ser la fuente más efectiva de flúor, proporcionando una protección óptima contra la caries tanto en dientes de leche como en permanentes. No obstante, el flúor no es el único componente activo importante en estos productos. Los dentífricos modernos incorporan diversos elementos esenciales como: Agentes abrasivos que facilitan la limpieza dental; Componentes antibacterianos que inhiben el crecimiento de microorganismos en la boca; Ingredientes específicos diseñados para abordar problemas dentales particulares. Esta diversidad de componentes y la extensa variedad de pastas dentales disponibles en el mercado genera dos desafíos significativos: Para los pacientes: Dificultad para seleccionar el dentífrico más apropiado para sus necesidades específicas; Para los profesionales dentales: Complejidad en la elección y recomendación de productos dentales adecuados para cada caso ⁽²⁴⁾ . La OMS indica que el modo de empleo de los dentífricos, particularmente aquellos con flúor, tiene un impacto significativo en su capacidad para combatir la caries. El objetivo principal del cepillado es facilitar el contacto entre el fluoruro y las superficies dentales, incluyendo el esmalte y la dentina radicular expuesta. Se ha comprobado que existe una relación inversa entre la frecuencia de uso de pastas dentales fluoradas y la aparición de caries: a mayor uso, menor incidencia de esta afección bucal ⁽²⁵⁾ .

Lugar de expendio

Se refiere al lugar o establecimiento donde se venden productos específicos, como las pastas dentales. Estos pueden incluir farmacias, supermercados, tiendas de conveniencia o cualquier otro espacio autorizado para la venta de productos de higiene personal. La selección de un lugar de expendio adecuado puede influir en la conservación de los productos, asegurando que cumplan con las normativas de calidad y seguridad establecida⁽²⁶⁾.

Tiempo de almacenamiento

Es el tiempo que las pastas dentales permanecen guardadas antes de ser vendidas o utilizadas, manteniendo su efectividad. Este tiempo puede variar según las condiciones de almacenamiento, pero los fabricantes indican un tiempo máximo de almacenamiento para garantizar que los ingredientes activos, como el fluoruro, conserven su concentración y eficacia⁽²⁷⁾.

Temperatura de almacenamiento

Las pastas dentales se pueden clasificar en diferentes categorías según su uso o formulación. Existen pastas dentales con flúor, blanqueadoras, antisarro, para dientes sensibles, entre otras. La adición de flúor en estas pastas es fundamental para la prevención de caries, siendo las formulaciones de flúor más comunes en concentraciones de 1000 a 1500 ppm⁽²⁷⁾.

Clasificación de las pastas dentales

Los dentífricos se categorizan según las propiedades específicas de sus componentes activos. Entre estas categorías se encuentran:

1: Dentífricos para combatir y prevenir la caries: Los dentífricos que incorporan flúor como ingrediente principal son los más eficaces para frenar el avance de la caries y favorecer la remineralización del esmalte. Es importante notar que las etapas iniciales

de la desmineralización del esmalte son difíciles de identificar mediante métodos clínicos convencionales. La inspección visual y el uso de exploradores dentales son técnicas subjetivas que dependen en gran medida de la experiencia del profesional ⁽³⁹⁾, Por otro lado, para que la desmineralización sea detectable en radiografías, debe haber alcanzado un 30% de progreso. Sin embargo, a nivel químico, la caries comienza en el momento en que se altera el equilibrio mineral normal del diente, lo que en muchos casos da inicio a procesos de desmineralización, mucho antes de que sea clínicamente evidente ⁽²⁸⁾.

2: Dentífricos para el manejo y prevención de afecciones periodontales: Las enfermedades como la gingivitis y la periodontitis tienen su origen en la acumulación de bacterias en la placa dental. Para combatir estas condiciones, se siguen dos estrategias principales: Remoción periódica de la placa: Esta práctica impide la proliferación bacteriana en la biopelícula dental; Inhibición del crecimiento bacteriano: Se logra mediante la prevención de la formación de placa y sarro, lo que a su vez dificulta la colonización y multiplicación de las bacterias en la superficie dental ⁽²⁹⁾.

3: Dentífricos para aliviar la sensibilidad dental: Los dentífricos que contienen sales de potasio son efectivos para tratar la hipersensibilidad dental. Su mecanismo de acción se basa en mantener una alta concentración extracelular de potasio, lo cual impide la repolarización de las membranas de las células nerviosas. Esto resulta en una inhibición de la transmisión de impulsos nerviosos sin causar alteraciones en el tejido pulpar. La eficacia de estos productos es notable, observándose una mejora en aproximadamente el 85% de los casos tratados. Específicamente, las pastas dentales que contienen nitrato de potasio en concentraciones del 5% al 10% han demostrado ser capaces de reducir la sensibilidad dental por un período de hasta cuatro semanas ⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾.

4: Blanqueadores dentales. El propósito principal de estos dentífricos es eliminar la placa dental, ya sea por medios mecánicos o químicos. Sin embargo, algunos de estos productos incorporan agentes químicos adicionales que proporcionan un efecto blanqueador. Basándose en su mecanismo de acción, estos dentífricos se dividen en dos subcategorías: Dentífricos que eliminan la placa pigmentada: Estos productos actúan removiendo las manchas superficiales, lo que permite que los dientes recuperen su tono natural; Dentífricos con agentes químicos blanqueadores: Estos contienen sustancias como el peróxido de hidrógeno o el peróxido de calcio. Cuando estos compuestos entran en contacto con la superficie dental, penetran en el tejido y descomponen las moléculas responsables de las manchas. Este proceso resulta en un efecto blanqueador más profundo ⁽³²⁾.

5: Dentífricos para propósitos específicos. Esta categoría abarca pastas dentales diseñadas para abordar condiciones particulares, que no se encuadran en las clasificaciones anteriores. Por ejemplo: Dentífricos para estimular la salivación: Contienen ingredientes como aceite de oliva, betaína y xilitol, que pueden aumentar la secreción salival en reposo, incrementando así la tasa basal de producción de saliva; Dentífricos para xerostomía (boca seca): Dado que en esta condición la mucosa bucal es más sensible y vulnerable, se recomienda evitar pastas con ingredientes irritantes como aceites esenciales fuertes o agentes espumantes. En su lugar, se aconsejan productos con antioxidantes y enzimas como lactoperoxidasa, lisozima y lactoferrina, que ayudan a mantener la función salival; Dentífricos para afecciones bucales específicas: Incluyen pastas formuladas para aliviar afecciones como estomatitis, gingivitis y periodontitis ^{(33) (34)}.

Composición básica de las pastas dentales

La composición de los dentífricos incluye diversos componentes, cada uno con una función específica que contribuye tanto a la prevención de caries como a las propiedades cosméticas del producto. Entre estos componentes se destacan:

- **Abrasivos:** Constituyen entre el 20% y el 50% de la composición de las pastas dentales. Su función es proporcionar una limpieza dental efectiva y controlar la pigmentación extrínseca de los dientes. Los abrasivos más utilizados incluyen: Hidróxido de aluminio; Fosfato de Hidrógeno de Calcio; Carbonato de calcio; Sílice; Hidroxiapatita ⁽³⁵⁾ ⁽³⁶⁾.
- **Humectantes:** Representan entre el 20% y el 40% de la composición de los dentífricos. Su principal función es evitar que la pasta dental se endurezca al entrar en contacto con el aire y reducir la pérdida de líquidos del producto. Los humectantes más frecuentes son: Glicerol; Xilitol; Sorbitol; Polietilenglicol; Propilenglicol ⁽³⁵⁾ ⁽³⁶⁾.
- **Espesantes y Aglutinantes:** Presentados en concentraciones del 1% al 2%, estos componentes previenen la separación de las fases sólidas y líquidas en las pastas dentales, mejorando su consistencia. Los más comunes incluyen gomas naturales, carboximetilcelulosa y carragenina ⁽³⁵⁾ ⁽³⁶⁾.
- **Detergente:** Con una concentración máxima del 3%, reduce la tensión superficial, facilitando la emulsión o suspensión de residuos durante la limpieza dental y generando espuma. El principal detergente utilizado es el lauril sulfato de sodio (SLS) ⁽³⁵⁾ ⁽³⁶⁾.
- **Saborizante y colorante:** Representan del 1% al 2% de la composición. Los saborizantes, como menta, eucalipto, anís, mentol, cítricos y canela, mejoran la aceptación del producto por parte de los usuarios. Los colorantes más utilizados

son el dióxido de titanio y colorantes de grado alimenticio^{(35) (36)}.

- **Agua:** Es el componente principal, constituyendo el 100% de la base líquida del dentífrico^{(35) (36)}.
- **Agentes terapéuticos:** El flúor es uno de los principales agentes terapéuticos, utilizado para combatir la caries dental. La mayoría de los dentífricos contienen menos del 1% de fluoruro, parcialmente alrededor del 0,1% (equivalente a 1.000 ppm F-), generalmente en forma de monofluorofosfato de sodio ^{(35) (36)}.

Caries Dental y Flúor

La concepción actual de la caries dental la define como un proceso dinámico y multifactorial, en el que el azúcar y el biofilm juegan un papel crucial. Este proceso se caracteriza por ciclos repetitivos de desmineralización y remineralización que ocurren a lo largo del día en los tejidos duros del diente, ⁽³⁷⁾ Esencialmente, la caries surge de un desequilibrio fisiológico en las fluctuaciones del pH entre el biofilm y el mineral del tejido dentario^{(37) (38)}.

El biofilm se conceptualiza como una comunidad organizada de bacterias endógenas individuales que habitan en la interfaz entre medios sólidos y líquidos. Este incluye la microflora presente tanto en la película dental como en la placa. ^{(39) (40)} Los microorganismos que componen el biofilm producen diversos ácidos orgánicos como resultado de su metabolismo. Entre estos, el ácido láctico se destaca como el producto final predominante del metabolismo del azúcar y se considera el principal agente en la formación de caries ⁽⁴⁰⁾.

En las etapas iniciales, la caries dental no presenta síntomas visibles. Sin embargo, si el pH bucal se mantiene bajo durante un tiempo prolongado, la pérdida de minerales se vuelve evidente, manifestándose como una mancha blanca en el diente. Esta desmineralización aumenta la porosidad del esmalte, ampliando los espacios entre sus

cristales y ablandando su superficie. Como resultado, los ácidos pueden penetrar más profundamente en el diente, provocando una mayor desmineralización interna y eventualmente formando una cavidad visible⁽⁴⁰⁾.

El esmalte dental, que normalmente es la capa exterior expuesta al ambiente bucal, está compuesto principalmente por hidroxiapatita. Este mineral contiene calcio, fosfato y grupos hidroxilo en una proporción específica de 10:6:2. Los iones que forman la hidroxiapatita están unidos por fuerzas iónicas, creando una estructura altamente organizada y estable⁽⁴¹⁾.

Los dientes están frecuentemente expuestos a ambientes ácidos, ya sea por la presencia de biofilm o por los ácidos presentes en la dieta. Por esta razón, la capacidad de remineralización del esmalte es crucial para mantener su integridad estructural. La saliva juega un papel fundamental como agente remineralizante natural. Es la principal fuente de los minerales necesarios para este proceso, especialmente gracias a su contenido de iones fosfato (PO_4^{3-}). En condiciones normales, la saliva mantiene eficazmente el equilibrio mineral del esmalte. Sin embargo, cuando las condiciones se vuelven desfavorables, como cuando el pH disminuye debido a una limpieza inadecuada del biofilm o al consumo frecuente de azúcares, la saliva trabaja para contrarrestar el proceso de desmineralización⁽⁴²⁾.

La utilización del flúor como estrategia preventiva contra la caries dental se inició a principios del siglo XX. Sin embargo, en años recientes, una comprensión más profunda de su mecanismo de acción ha llevado a modificar su aplicación, enfatizando la importancia de su efecto tópico. Actualmente, se reconoce que el principal beneficio anticaries del fluoruro radica en su interacción en la interfaz entre los dientes y el biofilm. En este punto, el flúor promueve la remineralización de las lesiones cariosas incipientes y disminuye la susceptibilidad del esmalte dental a la disolución⁽³⁷⁾.

La administración de fluoruro se realiza mediante dos enfoques principales: métodos comunitarios e individuales. Los métodos comunitarios incluyen la fluoración del agua potable, la leche y la sal, así como la distribución de suplementos fluorados en forma de comprimidos, gotas y pastillas. Por otro lado, los métodos individuales abarcan el uso de productos de higiene bucal como pastas dentales y enjuagues bucales, además de aplicaciones profesionales como geles, espumas, barnices y cementos fluorados⁽⁴²⁾.

En la última década, los países que han logrado reducir significativamente la incidencia de caries dental han incorporado, de una forma u otra, el uso del flúor en sus estrategias de salud bucal. Esta tendencia subraya la importancia crucial que los compuestos fluorados han tenido y siguen teniendo en el control de la alta prevalencia de caries que se ha observado históricamente⁽⁴³⁾.

Pastas dentales fluoradas

Entre los métodos individuales de aplicación de flúor, el uso de pasta dental fluorada se considera el factor principal en la disminución global de la caries desde la década de 1980 en países industrializados y desde 1990 en países en desarrollo. Este método se destaca como el más eficaz, ya que combina la acción anticaries del flúor con la eliminación mecánica del biofilm dental durante el cepillado⁽⁴⁴⁾ ⁽⁴⁵⁾.

Las pastas dentales con flúor generan una alta concentración de este elemento en la boca (tanto en saliva como en biofilm) poco después del cepillado.⁽⁴²⁾ La saliva alcanza niveles de saturación de flúor en 1-2 horas, mientras que el biofilm mantiene niveles elevados hasta por 10 horas con un uso regular⁽⁴⁴⁾. Desde su introducción, la formulación de las pastas dentales ha evolucionado significativamente. Actualmente, se presentan como preparados de consistencia pastosa o coloidal⁽⁴⁵⁾. Sus ingredientes básicos incluyen abrasivos para la limpieza mecánica, detergentes, agua, edulcorantes,

humectantes y saborizantes. Además, pueden contener aditivos como vitaminas, agentes terapéuticos y compuestos antisépticos o antibióticos ⁽⁴²⁾.

Para lograr una acción anticaries efectiva, la pasta dental debe estar formulada para maximizar la biodisponibilidad de sus componentes activos. Es crucial que proporción de flúor soluble total (FST), ya sea en forma de ion fluoruro o como monofluorofosfato (MFP). Esta disponibilidad de flúor es fundamental para interrumpir el proceso de caries, ya que reduce la desmineralización y potencia la remineralización del esmalte dental ⁽⁴⁵⁾.

La eficacia de una pasta dental fluorada está directamente relacionada con su concentración de flúor. Para obtener el máximo beneficio anticaries, se requiere una concentración mínima de 1000 ppm de flúor (mg F / kg), y este flúor debe estar en forma soluble para ser efectivo. Los dentífricos convencionales que contienen entre 1000 y 1500 ppm de flúor son apropiados para todas las edades. Sin embargo, es importante ajustar la cantidad utilizada en niños pequeños. Para este grupo de edad, se recomienda usar una proporción de 0.1 a 0.3 de la cantidad normal, con el fin de prevenir una ingesta excesiva de flúor mientras se mantienen los beneficios preventivos ⁽⁴⁶⁾.

El flúor soluble (FS) es el componente activo responsable del efecto anticaries en las pastas dentales. Su disponibilidad química es crucial para la eficacia del producto. La falta de solubilidad, que puede deberse a una formulación inadecuada o a la pérdida de estabilidad química del flúor soluble total (FST), compromete este potencial anticaries ⁽⁴⁶⁾.

El FST puede presentarse como iones libres (por ejemplo, en NaF) o en forma ionizable (como en FPO_3^{2-} y NaFPO₃ o MFP). En cambio, el flúor insoluble (F ins) no tiene efecto anticaries. Esto se forma cuando los abrasivos con calcio reaccionan con el flúor en el tubo, produciendo fluoruro de calcio (CaF₂) y reduciendo el FST disponible.

Para evitar estas reacciones indeseadas, las pastas con NaF deben formularse con abrasivos inertes como los basados en sílice. Las que contienen abrasivos de calcio deben usar MFP como fuente de flúor, ya que forma un enlace covalente que previene la reacción inmediata entre flúor y calcio.

Aunque la combinación de Ca^{++} y MFP en una pasta dental debería ser estable, el MFP puede hidrolizarse durante el almacenamiento, liberando iones de flúor que formarán CaF_2 inactivo. Por esto, es necesario monitorear constantemente el contenido de flúor en las pastas dentales comerciales para garantizar su actividad anticaries. La elección del abrasivo y su compatibilidad con el agente fluorado son factores críticos en la formulación de pastas dentales efectivas. Este seguimiento es esencial para asegurar que los productos mantengan su eficacia preventiva contra la caries a lo largo del tiempo ⁽⁴⁶⁾

Evaluación para medir flúor en las pastas dentales

La medición de la concentración de flúor en pastas dentales ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Inicialmente, se empleaban técnicas simples como el análisis colorimétrico, que proporcionaba resultados imprecisos y era susceptible a interferencias de otros iones presentes en las muestras. Con el avance de la tecnología, se han desarrollado métodos más preferidos y precisos. Entre ellos se incluyen la espectrometría de masas, cromatografía de gases, cromatografía iónica, técnicas electroanalíticas, métodos catalítico-enzimáticos y radioanalíticos. En la actualidad, las técnicas más utilizadas para analizar el contenido de flúor en pastas dentales son: Cromatografía de gases; Cromatografía iónica; Electrodo selectivo del ion F (Método Potenciométrico). De estos, el método potenciométrico con electrodo selectivo del ion F ha demostrado ser el más eficaz para detectar y cuantificar los niveles de flúor en pastas dentales. Esta técnica ofrece una combinación óptima de precisión,

sensibilidad y facilidad de uso, lo que la convierte en la opción preferida para este tipo de análisis en la industria y la investigación dental ^{(47) (48)} .

La cromatografía, una técnica que analiza el flúor en su forma aniónica (fluoruro) a nivel de trazas, permitiendo la detección simultánea de otros iones, se utiliza con menor frecuencia en la actualidad. Esto se debe principalmente a tres factores: El alto costo de los equipos necesarios; El mayor tiempo requerido para el análisis de cada muestra; La necesidad de contar con personal altamente especializado para su operación ⁽⁴⁹⁾ .

Por otro lado, la potenciometría con electrodo selectivo de ion flúor se ha convertido en el método más popular para medir el contenido de flúor. Su popularidad se debe a varias ventajas: Facilidad de uso; Alta precisión y sensibilidad; Accesibilidad y bajo costo. Sin embargo, es importante señalar que esta técnica solo detecta los iones fluoruro libres en la solución. El electrodo utilizado en este método está compuesto por un cristal de fluoruro de lantano (LaF₃) y un electrodo de referencia, ambos integrados en un único sensor. Esta configuración permite una medición precisa y específica del ion fluoruro en diversas muestras, incluyendo pastas dentales ⁽⁴⁹⁾ .

La determinación se efectúa introduciendo el sensor en una disolución que contiene iones de flúor, los cuales se desplazan hacia el cristal que actúa como membrana ⁽⁵⁰⁾ La conductividad en el cristal se produce mediante un proceso de defecto en la cristalina roja, donde los iones de flúor móviles se desplazan hacia las posiciones vacías. En el cristal de LaF₃ – Eu (II), los iones de flúor son los más apropiados para ocupar estos espacios vacíos, lo que confiere selectividad al electrodo. Al sumergir este electrodo junto con un electrodo de referencia de calomelanos en una solución de fluoruro, se genera una diferencia de potencial (E) que es directamente proporcional al logaritmo de la actividad de los iones fluoruro en la solución ⁽⁵¹⁾ .

$$E = 0.058 \log [F^-] + \text{constante}$$

A continuación, se elabora una curva de calibración representando los potenciales medidos en función de la concentración de fluoruro. Después, se mide el potencial de la muestra acuosa y se deduce la concentración de flúor a partir de la curva de calibración⁽⁵¹⁾.

El electrodo selectivo de fluoruros solo detecta F hidratado, no HF ni FeF_6 . Las lecturas serán inexactas si el pH supera 9. Además, el potencial medido es proporcional a la actividad del ion, no a su concentración. Por ello, es necesario ajustar las muestras y los patrones a una fuerza iónica constante para lograr una respuesta reproducible del electrodo. Para obtener resultados consistentes, se emplea una solución tampón llamada TISAB (Tampón de Ajuste de Fuerza Iónica Total). Esta solución no solo mantiene un pH constante, sino que también regula la fuerza iónica tanto de las muestras como de las soluciones estándar ⁽⁵²⁾ ⁽⁵¹⁾.

3.3. Definición de términos

Caries Dental: Es una afección localizada de origen múltiple que se inicia tras la aparición de los dientes. Causa el ablandamiento del tejido duro dental y evoluciona hasta formar una cavidad ⁽³¹⁾.

Salud Bucal. - Abarca diversas condiciones que afectan la capacidad de una persona para morder, masticar, sonreír y hablar. Estos incluyen dolor orofacial, cáncer oral o faríngeo, infecciones y úlceras bucales, enfermedades de las encías, caries, pérdida de dientes y otros trastornos bucales ⁽²⁵⁾.

Infecciones Orales. - Se manifiestan como lesiones rojas o blancas en la boca, planas o ligeramente elevadas. Son frecuentes en personas mayores que usan prótesis dentales o tienen problemas inmunológicos ⁽²⁹⁾.

Flúoruro. - Es un compuesto utilizado para prevenir la caries dental. Al ser absorbido por los dientes, los fortalece y aumenta su resistencia al ácido, además de inhibir la

acción de las bacterias causantes de caries. Generalmente se recomienda para niños y adultos que no tengan acceso a agua fluorada en sus hogares⁽⁵³⁾.

In vitro. - En comparación con la producción in vivo, realizado en el laboratorio por métodos experimentales⁽⁵⁴⁾.

Evaluación. - Es un juicio cuyo propósito es determinar el valor, la importancia o el significado de algo tomando en cuenta un conjunto de criterios o normas⁽⁵⁵⁾.

Biofilm. - Son acumulaciones de microorganismos difíciles de detectar que se adhieren a diversas superficies. Estos forman resistencias y representan un riesgo para la higiene y seguridad en varios entornos.⁽⁵⁶⁾

Esmalte dental. - Es la capa externa visible de los dientes. Un esmalte sano puede variar en color desde un amarillo claro hasta un tono gris o blanco azulado⁽⁵⁷⁾.

Periodontitis. - Es una condición que se desarrolla cuando la inflamación o infección de las encías (gingivitis) no recibe tratamiento. En esta afección, la infección y la inflamación se extienden desde las encías hacia los ligamentos y el hueso que dan soporte a los dientes⁽⁵⁸⁾.

Dentífricos. - Es una palabra que a menudo se menciona de distintas formas. Una de las más habituales es dentífrica, aunque también se usa dentífrico⁽⁵⁹⁾.

Desmineralización. - Es el proceso de reducción o pérdida anormal de componentes minerales en el cuerpo, tales como potasio y calcio, entre otros. Este fenómeno implica una disminución en la concentración de estos elementos esenciales en los tejidos afectados⁽⁶⁰⁾.

Colutorios. - Enjuagatorio bucal medicinal⁽⁶¹⁾.

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

Este trabajo de investigación se clasifica como investigación aplicada, ya que tiene como objetivo generar conocimiento práctico y útil para resolver problemas concretos. El nivel de investigación es de tipo explicativa que se encarga de buscar el porqué de los hechos a través del establecimiento de relaciones causa- efecto.

4.2. Ámbito temporal y espacial

Ámbito Temporal

Para la elaboración de este trabajo investigación se realizó en los meses de octubre a diciembre del 2023 para la aplicación de la investigación esperando llegar y cumplir con los objetivos planteados en la investigación

Ámbito Espacial

El estudio está contemplado a realizarse en los centros poblados alrededor de la ciudad de Abancay, capital del Departamento de Apurímac,

4.3. Población y muestra

Universo

El universo del presente trabajo de investigación estuvo conformado por pastas dentales para adultos que contengan una concentración de 1000-1500ppm de flúor, que se encuentran en el mercado a disposición del distrito de Abancay y sus anexos durante el año 2023, tales como: Colgate®, Dento®, Kolynos®

Muestra:

Para determinar el mínimo tamaño muestral se utilizó la siguiente fórmula para identificar el número exacto.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \cdot 2 S^2}{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}$$

$Z_{\alpha/2} = 1.96$; que es un coeficiente de confianza del 95%

$Z_{\beta} = 0.845$; que es un coeficiente en la distribución normal para una potencia de prueba del 80%

$E = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$ Muestra Piloto

$S^2 = 1.1^2$

$n = 4.30 = 5$

En otras palabras, se requirieron alrededor de 5 muestras para cada variedad de pasta dental. Estas fueron elegidas al azar, respetando los criterios de inclusión previamente definidos, y se obtuvieron de los centros poblados mencionados:

- Atumpata
- Moyocorral
- Pachachaca
- Marcahuasi
- Molinopata
- Puca-Puca
- Quisapata alta

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Dentífricos cuyo envase esté en óptimas condiciones y que no hayan caducado.
- Los productos de higiene dental que especifiquen en su envase contienen una concentración de flúor igual o superior a 1000 partes por millón (ppm).

Criterios de exclusión

- Pastas dentales con fecha de elaboración vencida en el distrito de Abancay.
- Pastas dentales nuevos que presenten envase deteriorado o expuesto a temperaturas altas.

- Pastas dentales que sufran algún deterioro durante el procedimiento del análisis.
- Pastas dentales cuyo envase no esté sellado.

4.4. Instrumento

Se elaboró un formulario exclusivo para la investigación, en el cual se anotaron todas las mediciones proporcionadas por el dispositivo (Anexo1).

Validación

En esta indagación se identificó como variable principal “Evaluación y Comparación in vitro de la concentración de fluoruro en pastas dentales para adultos” para dicho trabajo se validó la ficha de recaudación de data en tal sentido se utilizó una ficha de validación del instrumento de recolección de datos, se encargó a tres profesionales con grado de magister y expertos en el área, para garantizar la importancia del presente estudio. En tal sentido los profesionales son los siguientes:

Tabla 1 Jueces expertos

Apellidos y nombres	Profesión	Grado académico
Malpartida Valderrama, Kelly	Cirujana dentista	Magister en Ciencias Estomatológicas
Soria Serrano, Soria Margot	Cirujana dentista	Magister en gestión de servicios de la salud
Carrión Herrera, Uriel	Cirujana dentista	Magister en ciencias Estomatológicas

Fuente: Autoría Propia

Dentro de los apartados o intervalos para el coeficiente de alfa de Cronbach se tuvo que respetar los siguientes valores:

Tabla 2 Valoración de fiabilidad

Valoración de la fiabilidad de los ítems analizados	
[0:0.5]	Inaceptable
[0,5:0.6]	Pobre
[0,6: 0,7]	Débil
[0,7:0,8]	Aceptable
[0,8:0,9]	Bueno
[0,9:1]	Excelente

Fuente: Autoría Propia

Por lo tanto, al momento de la validación de la ficha de recolección se obtuvo un 0,89, siendo bueno.

4.5. Procedimiento

Fase 1: Determinación de los dentífricos más populares. Se llevó a cabo una investigación sobre los estudios de mercado recientes para identificar las pastas de dientes más utilizadas en el distrito de Abancay, con el propósito de incluirlas en la evaluación. La selección de la muestra de dentífricos se basó en datos recopilados mediante encuestas, buscando asegurar que el estudio fuera representativo.

Fase 2: Selección de las muestras: Se obtuvo de manera directa de los lugares de expendio identificados en la operacionalización de variables, pastas dentales accesible a cualquier persona natural. La cantidad de muestra fue establecida de la siguiente manera:

Tabla 3 Centros poblados

Centros Poblados	Colgate®	Dento®	Kolynos®	Total
Atumpata	5	5	5	15
Moyocorral	5	5	5	15
Pachachaca	5	5	5	15
Marchahuasi	5	5	5	15
Molinopata	5	5	5	15
Puca-Puca	5	5	5	15
Quisapata alta	5	5	5	15
Total				105

Fuente: Autoría Propia

Se indico que el número de muestras es 5 unidades de cada marca de pasta dental, para cada centro poblado. La selección de las pastas dentales fue de manera aleatoria utilizando los criterios de selección antes mencionado.

Fase 3: Calibración del potenciómetro

La prueba piloto facilitó la familiarización con el equipamiento esencial para diversas técnicas: la medición del peso de muestras de dentífrico en tubos de ensayo plásticos mediante una balanza analítica, la elaboración de una curva de calibración para lecturas precisas, y el manejo eficaz del potenciómetro con electrodo selectivo para ion fluoruro.

Se practicó la preparación de diluciones para crear una curva de calibración con concentraciones que oscilaban entre 0,5 y 32 ppm. La calibración del potenciómetro se llevó a cabo bajo la guía del personal del Laboratorio de Investigación de la UNAMBA.

En la prueba piloto y en el análisis de las muestras se aplicó un protocolo de dilución específico. Se extrajeron 2 ml de cada dilución preparada con una micropipeta, transfiriéndolos a tubos de ensayo plásticos previamente etiquetados. Además, se preparó una solución en blanco y otra con cloruro de potasio 4 molar para proteger el electrodo.

Para la elaboración de la curva de calibración se utiliza Excel, introduciendo los datos para comparar las concentraciones teóricas y experimentales. La discrepancia entre estas no debía exceder el 10%, y era necesario que existiera una relación lineal entre el voltaje medido y el logaritmo de la concentración de fluoruro.

El procedimiento se realizó a una temperatura constante de aproximadamente 25°C. Se emplearon agitadores magnéticos en cada tubo de ensayo, y el electrodo de fluoruro se introdujo sobre una barra agitadora magnética.

Fase 4: Preparación de las muestras

Determinación del Fluoruro Total (FT)

Medición del Fluoruro Soluble Total (FST)

Cuantificación del Fluoruro Iónico (Fi).

Determinación del fluoruro total (FT) en pasta dental

1. Se pesaron tubos de ensayo plásticos en una balanza analítica. Sin retirarlos, se añadieron 100 ± 10 mg de pasta dental, descartando la primera porción. Los pesos se registraron en una tabla.
2. Se agregaron 10ml de agua desionizada a cada muestra, medidos con una fiola calibrada.
3. La mezcla se homogeneizó usando un mezclador vortex.
4. Se extrajeron 0,25 ml de la suspensión con una micropipeta, trasladándolos a un nuevo tubo rotulado. Se añadieron 0,25 ml de ácido clorhídrico 2M y se sellaron con parafilm para evitar la contaminación.
5. Las muestras se incubaron en baño maría a 45°C durante una hora.
6. Tras la incubación, se destaparon los tubos y se añadieron 0,50 ml de hidróxido de sodio 1M para neutralizar la acidez.
7. Se tomó 1 ml de esta mezcla y se le añadió un agitador magnético pequeño.
8. Se introdujo el electrodo de ion selectivo de fluoruro en cada tubo para el análisis. Se registraron tres lecturas por muestra, con dos muestras por pasta dental. Entre lecturas, el electrodo se lavó con agua desionizada, se secó con papel tisú y se almacenó en un tubo con 2ml de cloruro de potasio 4M cuando no estaba en uso.

Determinación del fluoruro soluble total (FST) en pasta dental

1. Se centrifugaron los tubos de ensayo con la suspensión inicial a 3000 rpm durante 10 minutos, separando así el sobrenadante del precipitado.
2. Se extrajeron 0,25 ml del sobrenadante con una micropipeta, transfiriéndolos a un nuevo tubo de ensayo. A esta muestra se le añadieron 0.25ml de ácido clorhídrico 2M.

3. Los tubos, sellados con parafilm, se sumergieron en un baño maría a temperatura constante de 45°C por una hora.
4. Tras retirar las muestras del baño maría, se añadieron 0.50ml de hidróxido de sodio 1M a cada una.
5. Se agregó 1ml adicional a cada muestra.
6. Finalmente, se procedió a realizar las lecturas de las muestras preparadas.

Determinación del fluoruro iónico (FI) en pasta dental

1. Se utiliza el sobrenadante restante de las muestras centrifugadas previamente usadas para el cálculo del Fluoruro Soluble Total (FST).
2. Se extrajo una nueva alícuota de 0.25ml del sobrenadante y se transfirió a un tubo de ensayo correctamente etiquetado.
3. A esta muestra se le agregó 1ml de una solución no especificada en el texto original.
4. Utilizando una micropipeta, se agregaron 0,50 ml de hidróxido de sodio (NaOH) 1 molar.
5. Se preparó todo lo necesario para realizar una lectura inmediata antes de añadir el último reactivo.
6. Finalmente, se agregaron 0.25ml de ácido clorhídrico (HCl) 2 Molar, y se procedió a realizar la lectura lo más rápidamente posible tras esta adición.

4.6. Análisis de datos

1. Se utilizó una plantilla de Excel para ingresar los datos y calcular la ecuación de la curva de calibración.
2. Se determinarán las concentraciones de fluoruros para cada pasta dental, obteniendo una medida con su respectiva desviación estándar.
3. Para verificar la normalidad y homogeneidad de los datos, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, lo que permitió determinar si era apropiado usar pruebas paramétricas.
4. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con un nivel de confianza

del 95% para comparar las medias entre los grupos.

5. Posteriormente, se aplicaron pruebas post hoc (específicamente, la prueba de Bonferroni) para un análisis más detallado de las diferencias entre grupos.
6. Todo el análisis estadístico se llevó a cabo utilizando un software especializado, aunque no se especifica cuál.

4.7. Consideraciones éticas

El estudio se adhirió a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM). Estos principios enfatizan:

1. La responsabilidad del investigador de proteger la vida, la salud, la privacidad y la dignidad humana.
2. La justificación de la investigación basada en el potencial beneficio razonable para la población estudiada.

Es importante destacar que este estudio no involucró directamente a seres humanos como sujetos de investigación. Sin embargo, se mantuvo el compromiso ético de realizar una investigación que pudiera proporcionar información útil y beneficiosa para la salud dental de la población.

La adherencia a estos principios éticos asegura que, aunque no se utilicen participantes humanos directamente, la investigación se realizó con un propósito de protección y respetando los estándares éticos internacionales en investigación médica.

V. Resultado y discusión

5.1. Resultados

Descripción univariada.

Tabla 4 Descripción univariada de las marcas de la pasta dental, centros poblados, lapso de tiempo y temperatura, 2023.

MARCA-PASTA DENTAL	n	%
Pasta dental Colgate	30	35.3
Pasta dental Dento	25	29.4
Pasta dental Kolynos	30	35.3
Total	85	100.0
CENTROS POBLADOS	n	%
C.P. Atumpata	10	11.8
C.P. Moyocorral	5	5.9
C.P. Pachachaca	15	17.6
C.P. Marcahuasi	15	17.6
C.P. Molinopata	15	17.6
C.P. PucaPuca	10	11.8
C.P. Quisapata Alta	15	17.6
Total	85	100.0
LAPSO DE TIEMPO	n	%
De 1-2 meses	55	64.7
De 3-4 meses	30	35.3
Total	85	100.0
TEMPERATURA	n	%
De 22°C-33°C	45	52.9
21°C-13°C	40	47.1
Total	85	100.0

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se plasma la elección de 85 observaciones según varias categorías: Marca de Pasta Dental: La muestra está equilibrada entre las marcas Colgate y Kolynos, cada una con un 35.3% de la muestra total, mientras que la marca Dento representa el 29.4%. Centros Poblados: La mayoría de las observaciones provienen de los centros poblados de Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata y Quisapata Alta, cada uno con un 17.6% de la muestra. Atumpata y PucaPuca representan el 11.8% cada uno, y Moyocorral tiene la menor representación con un 5.9%. Lapso de Tiempo: La mayoría de las observaciones sé

realizaron en un lapso de 1-2 meses (64.7%), mientras que el resto se llevó a cabo en 3-4 meses (35.3%). Temperatura: Las observaciones se distribuyen casi uniformemente entre los dos rangos de temperatura, con un leve predominio del rango de 22°C-33°C (52.9%) sobre el rango de 21°C-13°C (47.1%).

Tabla 5 Promedio del peso de las diferentes marcas de pasta dental, 2023.

PESO	PESO GENERAL DE LAS PASTAS DENTALES				
	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
Pasta Dental Colgate	30	0.086	0.005	0.07	0.09
Pasta Dental Dento	25	0.087	0.003	0.08	0.09
Pasta Dental Kolynos	30	0.085	0.003	0.07	0.09
Peso General De Las Pastas Dentales	85	0.086	0.004	0.07	0.09

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se contempla que la Pasta Dental Colgate: Tiene una media de 0.086 con una D.E. de 0.005, y los valores oscilan entre 0.07 y 0.09. Pasta Dental Dento: Tiene una media ligeramente superior de 0.087 con una D.E. menor de 0.003, y los valores también oscilan entre 0.08 y 0.09. Pasta Dental Kolynos: Tiene una media ligeramente inferior de 0.085 con una D.E. de 0.003, y los valores oscilan entre 0.07 y 0.09. Peso General de las Pastas Dentales: La media general es de 0.086 con una D.E. de 0.004, abarcando un rango de valores entre 0.07 y 0.09. Las tres marcas de pasta dental tienen pesos muy similares, con diferencias mínimas en sus medias y desviaciones estándar. La Pasta Dental Dento tiene la media más alta y la menor desviación estándar, lo que indica que sus pesos son más consistentes. En general, los pesos de las pastas dentales están en un rango estrecho, lo que sugiere una alta consistencia en el peso de las muestras analizadas.

Tabla 6 Promedio de diferentes fluoruros, 2023.

TIPOS DE FLUORUROS	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
Fluoruro Iónico	85	2.31	0.223	1.79	2.78
Fluoruro Soluble	85	2.47	0.278	1.80	3.09
Fluoruro Total	85	14.23	0.952	11.81	15.91

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se contempla que el Fluoruro Iónico: La media es 2.3194 con una D.E. de 0.22358, con valores que oscilan entre 1.79 y 2.78. Fluoruro Soluble: La media es 2.4764 con una D.E. de 0.27843, con valores que oscilan entre 1.80 y 3.09. Fluoruro Total: La media es 14.2351 con una D.E. de 0.95227, con valores que oscilan entre 11.81 y 15.91. Estos datos muestran las concentraciones promedio y la variabilidad de los diferentes tipos de fluoruro en las muestras analizadas. Las medias indican que el fluoruro total es significativamente mayor en comparación con los valores de fluoruro iónico y soluble. Las desviaciones estándar sugieren que el fluoruro total tiene una mayor variabilidad en comparación con los otros dos tipos de fluoruro.

Tabla 7 Pastas dentales encontradas según centros poblados, 2023.

Pastas dentales	CENTROS POBLADOS														Total	
	C.P. Atumpata		C.P. Moyocorral		C.P. Pachachaca		C.P. Marcahuasi		C.P. Molinopata		C.P. PucaPuca		C.P. Quisapata Alta			
	n	%	N	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P.D Colgate	0	0	5	5.9	5	5.9	5	5.9	5	5.9	5	5.9	5	5.9	30	35.3
P.D Dento	5	5.9	0	0	5	5.9	5	5.9	5	5.9	0	0	5	5.9	25	29.4
P.D Kolynos	5	5.9	0	0	5	5.9	5	5.9	5	5.9	5	5.9	5	5.9	30	35.3
Total	10	11.8	5	5.9	15	17.6	15	17.6	15	17.6	10	11.8	15	17.6	85	100

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se contempla que la: Pasta Dental Colgate: Se distribuye equitativamente entre todos los centros poblados, excepto en Atumpata, donde no se encuentra. Pasta Dental Dento: Tiene una distribución similar, pero no está presente en Moyocorral ni en PucaPuca. Pasta Dental Kolynos: Al igual que Colgate, está presente en todos los centros poblados excepto en Moyocorral. Distribución Total por Centro Poblado: La mayoría de los centros poblados tienen un número igual de muestras (17.6%) excepto Atumpata y PucaPuca con 11.8% y Moyocorral con 5.9%. La distribución de las pastas dentales por centros poblados muestra una dispersión equitativa para las marcas Colgate y Kolynos en la mayoría de los centros, mientras que la marca Dento tiene algunas ausencias. Moyocorral tiene la menor representación general, mientras que otros centros como Pachachaca, Marcahuasi, Molinopata y Quisapata Alta tienen la mayor representación.

Tabla 8 Promedio del fluoruro -iónico según diferentes marcas de pastas dentales, 2023.

FLUORURO IÓNICO	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
PASTA DENTAL KOLYNOS	30	2.290	0.156	2.04	2.50
PASTA DENTAL DENTO	25	2.316	0.313	1.79	2.78
PASTA DENTAL COLGATE	30	2.351	0.193	2.13	2.70

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se contempla que la: Pasta Dental Kolynos: Tiene una media de 2.29 con una desviación estándar de 0.156, y los valores oscilan entre 2.04 y 2.50. Pasta Dental Dento: Tiene una media de 2.316 con una desviación estándar de 0.313, y los valores oscilan entre 1.79 y 2.78. Esta marca muestra una mayor variabilidad en comparación con las otras dos. Pasta Dental Colgate: Tiene la media más alta de 2.351 con una desviación estándar de 0.193, y los valores oscilan entre 2.13 y 2.70. Por lo tanto; la Pasta Dental Colgate tiene la concentración promedio más alta de fluoruro iónico. La Pasta Dental Dento muestra la mayor variabilidad en sus concentraciones de fluoruro iónico. La Pasta Dental Kolynos tiene la concentración promedio más baja de fluoruro iónico y también una menor variabilidad comparada con Dento. Estos resultados pueden ser útiles para comparar la efectividad y la consistencia de las diferentes marcas de pasta dental en términos de su contenido de fluoruro iónico.

Tabla 9 Promedio del fluoruro - soluble según diferentes marcas de pastas dentales, 2023

FLUORURO SOLUBLE	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
PASTA DENTAL KOLYNOS	30	2.3723	.13977	2.11	2.54
PASTA DENTAL DENTO	25	2.4796	.37194	1.80	2.98
PASTA DENTAL COLGATE	30	2.5778	.26208	2.29	3.09

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se contempla que la: Pasta Dental Kolynos: Tiene una media de 2.37 con una desviación estándar de 0.139, y los valores oscilan entre 2.11 y 2.54. Pasta Dental Dento: Tiene una media de 2.4796 con una desviación estándar de 0.37194, y los valores oscilan entre 1.80 y 2.98. Esta marca muestra una mayor variabilidad en comparación con las otras dos.

Pasta Dental Colgate: Tiene la media más alta de 2.5778 con una desviación estándar de 0.26208, y los valores oscilan entre 2.29 y 3.09. Por lo tanto, la Pasta Dental Colgate tiene la concentración promedio más alta de fluoruro soluble. La Pasta Dental Dento muestra la mayor variabilidad en sus concentraciones de fluoruro soluble. La Pasta Dental Kolynos tiene la concentración promedio más baja de fluoruro soluble y también una menor variabilidad comparada con Dento.

Estos resultados pueden ser útiles para comparar la efectividad y la consistencia de las diferentes marcas de pasta dental en términos de su contenido de fluoruro soluble.

Tabla 10 Promedio del fluoruro -total según diferentes marcas de pastas dentales, 2023

FLUORURO TOTAL	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
PASTA DENTAL KOLYNOS	30	13.6200	1.07730	11.81	14.79
PASTA DENTAL DENTO	25	14.7003	.32920	13.10	15.91
PASTA DENTAL COLGATE	30	14.4627	.86307	13.10	15.91

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: Se contempla que la Pasta Dental Kolynos: Tiene una media de 13.62 con una desviación estándar de 1.07, y los valores oscilan entre 11.81 y 14.79.

Pasta Dental Dento: Tiene una media de 14.70 con una desviación estándar de 0.32, y los valores oscilan entre 13.10 y 15.91. Esta marca muestra una menor variabilidad en comparación con las otras dos. Pasta Dental Colgate: Tiene una media de 14.46 con una desviación estándar de 0.863, y los valores oscilan entre 13.10 y 15.91. Por lo tanto, la Pasta

Dental Dento tiene la concentración promedio más alta de fluoruro total y también muestra la menor variabilidad, lo que indica consistencia en su contenido de fluoruro total.

La Pasta Dental Colgate tiene una concentración promedio ligeramente inferior a la de Dento, pero mayor que la de Kolynos, con una variabilidad intermedia. La Pasta Dental Kolynos tiene la concentración promedio más baja de fluoruro total y la mayor variabilidad, lo que sugiere menos consistencia en su contenido de fluoruro total.

Resultados de análisis inferencial

Prueba de hipótesis de Normalidad

H0= Los datos tienen una distribución normal

H1= Los datos no tiene una distribución normal

Criterio de Decisión

- Si $p < 0.05$ rechazamos la H0 y aceptamos la H1
- Si $p \geq 0.05$ aceptamos la H0 y rechazamos la H1

Tabla 11 Prueba de normalidad de los fluoruros iónico-soluble-total de las pastas dentales en diferentes centros poblados, 2023.

FLUORUROS	Kolmogórov-Smirnov ^v		
	Estadístico	Gl	Sig.
FLUORURO IÓNICO	0.234	30	0.000
FLUORURO SOLUBLE	0.200	30	0.004
FLUORURO TOTAL	0.152	30	0.076

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

En la tabla 11 se puede apreciar que al aplicar la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov, se obtuvo lo siguiente:

Para la variable Fluoruro iónico: Presenta un valor de significancia de $p = 0.00$. lo que significa que es menor a 0.05 lo cual hace rechazamos la H0 (los datos tienen una distribución normal) y aceptemos la H1 (los datos no tienen una distribución normal) y por

lo tanto se utilizara pruebas no paramétricas.

Para la variable Fluoruro soluble total: Presenta un valor de significancia de $p= 0.004$. lo que significa que es menor a 0.05 lo cual hace aceptamos la H_0 (los datos tienen una distribución normal) y rechazamos la H_1 (los datos no tienen una distribución normal) y por lo tanto se utilizara pruebas no paramétricas.

Para la variable Fluoruro Total: Presenta un valor de significancia de $p= 0.076$. lo que significa que es mayor a 0.05 lo cual hace aceptamos la H_0 (los datos tienen una distribución normal) y rechazamos la H_1 (los datos no tienen una distribución normal) y por lo tanto se utilizara pruebas paramétricas.

1.2. Contrastación de hipótesis

Resultados inferenciales de la contrastación de hipótesis

Hipótesis específica 1

H_1 = Existe relación significativa entre la concentración de fluoruro total de las pastas dentales: Colgate, Dento y Kolynos según centro poblado, lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

H_0 = No Existe relación significativa entre la concentración de fluoruro total de las pastas dentales: Colgate, Dento y Kolynos según centro poblado, lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

Criterio de Decisión

- Si $p < 0.05$ rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1
- Si $p \geq 0.05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1

Tabla 12 Relación entre fluoruro total de las pastas dentales según centros poblados

FLUORURO TOTAL	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
C.P. Moyocorral	5	13.1200	.01581	13.10	13.14
C.P. Pachachaca	5	14.8000	.04183	14.76	14.87
C.P. Marcahuasi	5	14.7180	.02588	14.69	14.75
C.P. Molinopata	5	15.8900	.01179	15.88	15.91
C.P. PucaPuca	5	14.1600	.01581	14.14	14.18
C.P. Quisapata Alta	5	14.0880	.28917	13.87	14.47
Total	30	14.4627	.86307	13.10	15.91

Fuente: Autoría Propia

Tabla 13 Prueba de annova

ANNOVA	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
(Combinado)	21.26	5	4.25	294.26	.000
Término Contraste	1.20	1	1.20	82.79	.000
lineal Desviación	20.06	4	5.01	347.13	.000
Dentro de grupos	0.35	24	0.01		
Total	21.60	29			

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: En la tabla 13 el análisis de varianza (ANOVA) muestra que hay diferencias significativas en los niveles de fluoruro total entre las diferentes comunidades (C.P.). El valor de F para el contraste combinado es 294.26 con una significación de 0.000, de esta manera se rechaza la hipótesis H0 y se acepta la H1; indicando que las diferencias observadas son altamente significativas. Los términos lineales y de desviación también son significativos, lo que sugiere que tanto las diferencias lineales como las no lineales entre los grupos son significativas.

Tabla 14 Relación entre fluoruro total de las pastas dentales según temperatura

	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
FLUORURO TOTAL	30	14.4627	.86307	13.10	15.91
TEMPERATURA	30	1.50	.509	1	2

Fuente: Autoría Propia

Tabla 15 Prueba de U de Man Whitney (Temperatura)

U de Mann-Whitney	FLUORURO TOTAL
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	120.000
Z	-4.666
Sig. asintótica (bilateral)	.000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: En la tabla 14 estos son los valores de la prueba U de Mann-Whitney y el estadístico de Wilcoxon, respectivamente. Un valor de U de 0.000 indica que hay una diferencia significativa en los niveles de fluoruro total entre los grupos comparados. El valor de Z es -4.666, lo cual es un valor muy extremo. Esto refuerza la idea de que hay una diferencia significativa entre los grupos. El valor de significación bilateral es 0.000, lo que indica que la diferencia entre los grupos es altamente significativa ($p < 0.05$). Los resultados son estadísticamente significativos, indicando que las diferencias observadas no son debidas al azar.

Tabla 16 Relación entre fluoruro total de las pastas dentales según lapso de tiempo.

	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
FLUORURO TOTAL	85	14.2351	.95227	11.81	15.91
LAPSO DE TIEMPO	85	1.35	.481	1	2

Fuente: Autoría Propia

Tabla 17 Prueba de U de Man Whiney (Tiempo)

U de Mann-Whitney	FLUORURO TOTAL
U de Mann-Whitney	510.500
W de Wilcoxon	975.500
Z	-2.893
Sig. asintótica (bilateral)	.004

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: En Tabla 17 estos valores indican la magnitud de la diferencia entre los grupos comparados. Un valor de U de 510.500 sugiere una diferencia significativa en los niveles de fluoruro total entre los lugares de almacenamiento. El valor de Z es -2.893, indicando una diferencia notable entre los grupos. Este valor Z es negativo lo cual es común en la prueba U de Mann-Whitney cuando el grupo con menor rango medio es el primer grupo especificado. El valor de significación bilateral es 0.004, lo que indica que la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Hipótesis específica 2

H1= Existe relación significativa entre la concentración de fluoruro soluble de las pastas dentales: Colgate, Dento y Kolynos según centro poblado, lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

Ho= No Existe relación significativa entre la concentración de fluoruro soluble de las pastas dentales: Colgate, Dento y Kolynos según centro poblado, lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

Criterio de Decisión

- Si $p < 0.05$ rechazamos la H0 y aceptamos la H1
- Si $p \geq 0.05$ aceptamos la H0 y rechazamos la H1

Tabla 18 Relación entre fluoruro soluble de las pastas dentales según centros poblados

FLUORURO SOLUBLE	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
C.P. Atumpata	10	2.4550	.04972	2.39	2.52
C.P. Moyocorral	5	2.3320	.03347	2.29	2.37
C.P. Pachachaca	15	2.4993	.10694	2.38	2.68
C.P. Marcahuasi	15	2.5193	.02865	2.48	2.57
C.P. Molinopata	15	2.7789	.36036	2.29	3.09
C.P. PucaPuca	10	2.3530	.23580	2.11	2.60
C.P. Quisapata Alta	15	2.2527	.33544	1.80	2.75
Total	85	2.4764	.27843	1.80	3.09

Fuente: Autoría Propia

Tabla 19 Prueba de Anova

ANNOVA		Suma de cuadrados	Gl	F	Sig.
Entre grupos (Combinado)		2.420	6	7.688	.000
Término lineal	No ponderados	.029	1	.548	.461
	Ponderados	.127	1	2.425	.123
	Desviación	2.293	5	8.741	.000
Dentro de grupos		4.092	78		
Total		6.512	84		

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: La tabla 19 el análisis ANOVA muestra que hay diferencias significativas entre los grupos en términos del fluoruro total. La significación de 0.000 para el análisis combinado indica que las diferencias observadas no son debidas al azar. Sin embargo, no todas las componentes del término lineal son significativas, sugiriendo que las diferencias observadas pueden estar más relacionadas con variaciones específicas entre grupos en lugar de un patrón lineal simple.

Tabla 20 Relación entre fluoruro soluble de las pastas dentales según temperatura

	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
FLUORURO SOLUBLE	85	2.4764	.27843	1.80	3.09
TEMPERATURA	85	1.47	.502	1	2

Fuente: Autoría Propia

Tabla 21 Prueba de U de Man Whiney (Temperatura)

U de Mann-Whitney	FLUORURO SOLUBLE
U de Mann-Whitney	447.000
W de Wilcoxon	1267.000
Z	-3.990
Sig. asintótica (bilateral)	.000

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: La prueba U de Mann-Whitney muestra que hay una diferencia significativa en los niveles de fluoruro soluble entre los grupos comparados. Los resultados son

estadísticamente significativos, indicando que las diferencias observadas no son debidas al azar.

Tabla 22 Relación entre fluoruro soluble de las pastas dentales según lapso de tiempo.

	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
FLUORURO SOLUBLE	85	2.4764	.27843	1.80	3.09
LAPSO DE TIEMPO	85	1.35	.481	1	2

Fuente: Autoría Propia

Tabla 23 Prueba de U de Man Whiney (Tiempo)

U de Mann-Whitney	FLUORURO SOLUBLE
U de Mann-Whitney	775.000
W de Wilcoxon	1240.000
Z	-.460
Sig. asintótica (bilateral)	.646

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: La prueba U de Mann-Whitney muestra que no hay una diferencia significativa en los niveles de fluoruro soluble entre los grupos comparados. Los resultados no son estadísticamente significativos, lo que sugiere que las diferencias observadas podrían ser debidas al azar.

Hipótesis específica 3

H1= Existe relación significativa entre la concentración de fluoruro iónico de las pastas dentales: Colgate, Dento y Kolynos según centro poblado, lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

Ho= No Existe relación significativa entre la concentración de fluoruro iónico de las pastas dentales: Colgate, Dento y Kolynos según centro poblado, lugar de expendio, temperatura ambiente y tiempo de almacenamiento.

Criterio de Decisión

- Si $p < 0.05$ rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1
- Si $p \geq 0.05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1

Tabla 24 Relación entre fluoruro iónico de las pastas dentales según centros poblados.

FLUORURO IÓNICO	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
C.P. Atumpata	10	2.3180	.11305	2.19	2.46
C.P. Moyocorral	5	2.2000	.01581	2.18	2.22
C.P. Pachachaca	15	2.3333	.10661	2.17	2.44
C.P. Marcahuasi	15	2.4313	.04224	2.38	2.50
C.P. Molinopata	15	2.5347	.27323	2.15	2.78
C.P. PucaPuca	10	2.2590	.20311	2.04	2.48
C.P. Quisapata Alta	15	2.0591	.18370	1.79	2.23
Total	85	2.3194	.22358	1.79	2.78

Fuente: Autoría Propia

Tabla 25 Prueba de Anova

ANNOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos (Combinado)	2.010	6	.335	11.937	.000
No					
Término ponderados	.074	1	.074	2.630	.109
lineal Ponderados	.244	1	.244	8.695	.004
Desviación	1.766	5	.353	12.585	.000
Dentro de grupos	2.189	78	.028		
Total	4.199	84			

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: El análisis ANOVA muestra que hay diferencias significativas entre los grupos en términos de fluoruro soluble. La significación de 0.000 para el análisis combinado indica que las diferencias observadas no son debidas al azar. Sin embargo, no todas las componentes del término lineal son significativas, lo que sugiere que las diferencias observadas pueden estar más relacionadas con variaciones específicas entre grupos en lugar de un patrón lineal simple.

Tabla 26 Relación entre fluoruro iónico de las pastas dentales según temperatura

	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
FLUORURO IÓNICO	85	2.3194	.22358	1.79	2.78
TEMPERATURA	85	1.47	.502	1	2

Fuente: Elaboración propia del investigador

Tabla 27 Prueba de U de Man Whiney (Temperatura)

U de Mann-Whitney	FLUORURO IÓNICO
U de Mann-Whitney	398.000
W de Wilcoxon	1218.000
Z	-4.423
Sig. asintótica (bilateral)	.000

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: La prueba U de Mann-Whitney muestra que hay una diferencia significativa en los niveles de fluoruro iónico entre los grupos comparados. Los resultados son estadísticamente significativos, indicando que las diferencias observadas no son debidas al azar.

Tabla 28 Relación entre fluoruro iónico de las pastas dentales según lapso de tiempo.

	N	Media	D.E	Mínimo	Máximo
FLUORURO IÓNICO	85	2.3194	.22358	1.79	2.78
LAPSO DE TIEMPO	85	1.35	.481	1	2

Fuente: Autoría Propia

Tabla 29 Prueba de U de Man Whiney (Temperatura)

U de Mann-Whitney	FLUORURO IÓNICO
U de Mann-Whitney	806.000
W de Wilcoxon	2346.000
Z	-.175
Sig. asintótica (bilateral)	.861

Fuente: Autoría Propia

Interpretación: La prueba U de Mann-Whitney muestra que hay una diferencia significativa en los niveles de fluoruro iónico entre los grupos comparados. Los resultados son estadísticamente significativos, indicando que las diferencias observadas no son debidas al azar.

1.3. Discusión de resultados

En el estudio de **Nayanna S.; et al (Brasil, 2022)**, se buscó determinar la eficacia de los dentífricos con flúor asociados a diferentes tecnologías para remineralizar el esmalte tras el ciclo de pH. La metodología consistió en la distribución aleatoria de bloques de esmalte en cinco grupos con diferentes tecnologías de dentífricos, evaluados tras un ciclo de pH de seis días. Los resultados indicaron que el dentífrico con tecnología REFIX fue el más eficaz en remineralizar el esmalte, mostrando un valor de microdureza superficial de 227% y una recuperación de fluorescencia de 469. El estudio concluyó que los dentífricos basados en tecnologías avanzadas con alto contenido de flúor son eficaces para remineralizar el esmalte. Comparado con la presente investigación, ambos estudios coinciden en la importancia del flúor en la remineralización, aunque difieren en que la presente investigación se centró en productos comerciales disponibles en un entorno cotidiano, con factores como temperatura y almacenamiento mientras que el estudio brasileño utilizó un entorno controlado.

Por su parte, **Al Haddad T.; et al (Líbano, 2021)** evaluó el efecto remineralizante del gel de Aloe vera frente a la pasta dentífrica fluorada. El estudio demostró que el gel de Aloe vera es una alternativa efectiva a los dentífricos fluorados, aunque las pastas sin flúor fueron menos eficaces. La similitud con la presente investigación radica en la evaluación de la efectividad de productos con flúor en la remineralización del esmalte. Sin embargo, mientras Al Haddad introdujo el uso de Aloe vera como una alternativa, en la presente investigación solo se evaluaron productos fluorados comerciales. Además, Al Haddad realizó su estudio en un entorno controlado mientras que la presente investigación se desarrolló bajo

condiciones más realistas, considerando factores como almacenamiento y temperatura ambiental.

En el estudio de **Bohórquez K.; et al (Ecuador, 2022)**, se evaluó la concentración de flúor en pastas dentales pediátricas comercializadas en Quito, encontrando que el 87.5% de las marcas no cumplía con las concentraciones rotuladas en sus envases. En comparación, la presente investigación también identificó discrepancias entre las concentraciones rotuladas y reales en pastas dentales comerciales, aunque el enfoque de Bohórquez se centró en productos pediátricos, mientras que la presente investigación abarcó productos de uso general. Ambos estudios coinciden en la necesidad de un mayor control en el etiquetado de productos dentales.

El estudio de **Pérez R.; et al (España, 2020)** evaluó el contenido de flúor en productos dentales y el riesgo de ingestión accidental, encontrando que el 37.1% de los productos tenían niveles de fluoruro superiores a los declarados. Al igual que en la presente investigación, se identificaron discrepancias en las concentraciones de flúor rotuladas y reales. Sin embargo, Pérez R. se enfocó en los riesgos asociados a la ingestión accidental de flúor, un aspecto que no se abordó en la presente investigación. Ambos estudios coinciden en la necesidad de un etiquetado preciso y una mayor vigilancia regulatoria en los productos dentales.

Peralta P.; et al (Lima, 2019) evaluó las concentraciones de flúor total y soluble en pastas dentales comerciales, encontrando una alta variabilidad en dichas concentraciones. En comparación con la presente investigación, ambos estudios encontraron inconsistencias en las concentraciones de flúor con respecto a lo declarado en los envases. Sin embargo, mientras Peralta se enfocó en la comparación entre flúor total y flúor soluble, la presente investigación se centró solo en el flúor total, sin evaluar la solubilidad del mismo. Ambos

estudios resaltan la necesidad de una mayor regulación en el etiquetado de productos dentales.

Ravelo M.; et al (Lima, 2022) evaluó la concentración de flúor en colutorios comerciales, encontrando que las concentraciones de flúor en los productos eran más altas que lo declarado en los envases. Aunque la presente investigación se enfocó en pastas dentales en lugar de colutorios, ambos estudios identificaron discrepancias entre las concentraciones de flúor indicadas y las reales. Ravelo M. observó concentraciones más altas de lo declarado, mientras que la presente investigación halló tanto excesos como deficiencias en las concentraciones de flúor. Ambos estudios subrayan la importancia de un etiquetado adecuado y la necesidad de normativas más estrictas para garantizar la seguridad de los consumidores.

Escobar J.; et al (Perú, 2021) comparó la efectividad de pastas dentales con flúor frente a alternativas con extractos naturales en la prevención de caries. El estudio concluyó que las pastas con flúor son más efectivas que las alternativas naturales. En comparación con la presente investigación, ambos estudios coinciden en que las pastas dentales con flúor son las más efectivas para la remineralización del esmalte. Sin embargo, la presente investigación no contempló otras opciones como productos con extractos naturales, limitándose únicamente a pastas fluoradas comerciales.

Finalmente, **Hernández A.; et al (Lima, 2019)** realizó una encuesta sobre el uso de pastas dentales en niños peruanos, encontrando que la mayoría no se cepillaba adecuadamente y utilizaba pastas con concentraciones de flúor inapropiadas para su edad. Aunque la presente investigación se centró en el análisis cuantitativo de las concentraciones de flúor en productos comerciales, ambos estudios coinciden en la importancia de las concentraciones adecuadas de flúor. Hernández A. enfatizó en el comportamiento de los consumidores,

particularmente en poblaciones vulnerables como los niños, mientras que la presente investigación se enfocó en la evaluación de productos en un contexto más amplio.

VI. Conclusiones

- ✓ En términos de fluoruro iónico, la pasta dental Colgate presentó la mayor concentración promedio, mientras que la pasta dental Dento mostró la mayor variabilidad. En cuanto al fluoruro soluble, Colgate también tuvo la mayor concentración promedio y Dento nuevamente mostró la mayor variabilidad. Respecto al fluoruro total, la pasta dental Dento presentó la mayor concentración promedio con la menor variabilidad, sugiriendo una mayor consistencia en su contenido de fluoruro total en comparación con las otras marcas.
- ✓ El estudio reveló que la pasta dental Dento posee la mayor concentración promedio de fluoruro total con la menor variabilidad, lo que indica una alta consistencia en su formulación. En comparación, Colgate mostró una concentración promedio intermedia con variabilidad moderada, mientras que Kolynos presentó la concentración más baja y la mayor variabilidad, sugiriendo menor consistencia. Además, se encontraron variaciones significativas en la concentración de fluoruro total según el centro poblado, destacando Molinopata con la mayor concentración. La temperatura ambiente y el tiempo de almacenamiento también influyeron significativamente en la concentración de fluoruro, subrayando la necesidad de controlar estas variables para asegurar la eficacia y consistencia del producto.
- ✓ La pasta dental Colgate demostró la mayor concentración promedio de fluoruro soluble, mientras que la pasta dental Dento presentó una mayor variabilidad. Kolynos, por su parte, tuvo la concentración promedio más baja de fluoruro soluble y menor variabilidad. Entre los centros poblados, Molinopata destacó con la mayor concentración promedio de fluoruro soluble. Por último, tanto la temperatura ambiente como el tiempo de almacenamiento no mostraron variaciones significativas en la concentración de fluoruro soluble, con valores promedio similares en los

diferentes rangos y lapsos analizados.

- ✓ La pasta dental Colgate mostró la mayor concentración promedio de fluoruro iónico, mientras que Dento presentó una mayor variabilidad. Kolynos, por su parte, tuvo la concentración promedio más baja de fluoruro iónico con menor variabilidad. Los centros poblados de Molinopata presentaron la mayor concentración promedio de fluoruro iónico. Tanto la temperatura ambiente como el tiempo de almacenamiento no mostraron variaciones significativas en la concentración de fluoruro iónico, manteniendo valores promedio similares en los diferentes rangos y lapsos analizados.

VII. Recomendaciones

- ✓ Es esencial fomentar la investigación y el desarrollo para investigar nuevas tecnologías y métodos que permitan disminuir la variabilidad en la concentración de fluoruro. La inversión en innovación no solo puede mejorar la calidad del producto, sino que también ofrece una ventaja competitiva en el mercado.
- ✓ Socializar los resultados de las significativas variaciones en la concentración total de fluoruro observadas en diferentes centros poblados, particularmente en Molinopata, indican la necesidad de establecer un monitoreo regular en diversas regiones. Identificar y analizar las causas subyacentes de estas fluctuaciones regionales contribuirá a lograr una mayor uniformidad del producto en los distintos mercados.
- ✓ Aunque la temperatura ambiente y el tiempo de almacenamiento no presentaron variaciones significativas en la concentración de fluoruro soluble, se recomienda mantener condiciones controladas de almacenamiento para garantizar la estabilidad del producto a largo plazo.
- ✓ Dado que Dento mostró una mayor variabilidad en la concentración de fluoruro iónico, resulta fundamental optimizar los procesos de formulación y control de calidad. La implementación de prácticas de monitoreo más rigurosas y frecuentes contribuirá a reducir esta variabilidad y a garantizar una mayor uniformidad del producto.

VIII. Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de Salud. Los fluoruros y la salud bucodental [internet] Ginebra: OMS;1994.[Citado 18 de setiembre del 2024].Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37209>.
2. Tenerife D. Un enjuague adecuado previene un 50% la aparición de caries [internet]. España : Infosalus; 2015[citado el 18 de setiembre del 2024].Disponible en: <https://www.infosalus.com/actualidad/noticia-enjuague-adecuado-previene-50-aparicion-caries-20140806171758.html>
3. Miñana, I. Vitoria. Flúor y prevención de la caries en la infancia. Actualización 2002. Revista Pediatría de Atención Primaria 2002;4(15): 95-126.
4. Benzian H,Williams D. The challenge of oral disease: a call for global action. The oral health atlas. 2nd ed. Geneva: FDI World Dental Federation; 2015.
5. Oberoi S, Sharma G, Oberoi A. A cross-sectional survey to assess the effect of socioeconomic status on the oral hygiene habits. Journal of Indian Society of Periodontology. 2016;20(5)531-542.
6. Cury JA,Tenuta LM. Evidence-based recommendation on toothpaste use. Brazilian oral research 2014;28:1-7.
7. Ministerio de salud. Recomienda uso de pasta dental con flúor desde que aparece el primer diente de leche [Internet]. Lima: MINSA; 2017 [citado el 19 de setiembre del 2024] Disponible: <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4195.pdf>.
8. Maita Vilca, Lizbeth. Comportamiento de la concentración de Fluoruro en pastas dentífricas prescritas para Niños [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Arequipa: Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa; 2017.
9. Arévalo RM. Prevención y tratamiento de la caries y la placa dental. OFFARM. 1997;16(5):65-68.
10. Fernandes, Nayanna Lana Soares, et al. Effectiveness of fluoride-containing toothpastes associated with different technologies to remineralize enamel after pH cycling: An in vitro study. BMC Oral Health 2022;22(1):489.
11. Al Haddad T, Khoury E, Farhat Mchayleh N. Comparison of the Remineralizing Effect of Brushing with Aloe vera versus Fluoride Toothpaste. Eur J Dent. 2021;15(1):133-138.
12. Bohorquez K, Lopez E. Concentración de partes por millón de Flúor en pastas dentales pediátricas [Tesis]. Quito- Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2022.
13. Perez R, et al Niveles de fluoruro en dentífricos y colutorios [Tesis] España: Universidad de La Laguna; 2020.
14. Ravelo M, Sotelo S. Evaluación de la concentración de fluoruros en los colutorios más usados en el Perú [Tesis para optar título profesional]. Lima - Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2022.
15. Hernández-Vásquez A, Diego Azañedo. Cepillado dental y niveles de flúor en pastas dentales usadas por niños peruanos menores de 12 años. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública. 2020;36:646-652.
16. Atanacio N. Concentracion de Fluor de dentifricos comercializados de Chimbote[Tesis para optar título profesional].Trujillo-Peru: Universidad Católica los Ángeles Chimbote; 2019.
17. Peralta P. Evaluación in vitro de la concentración de fluoruros en pastas dentales convencionales comercializadas en Lima [Tesis para optar título profesional]Lima -

- Peru: Universidad Peruana Cayetona Heredia; 2019.
18. Villena Sarmiento, Rita, and Myaki Issáo. Estudio de la disponibilidad y estabilidad de flúor de los dentífricos comercializados en el Perú. *Rev. Estomatologica Herediana*. 1994;12:12-20. Disponible: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-193862>)
 19. García M. El flúor y su efectividad en la prevención de la caries y la fluorosis [Internet]. 2011 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible: <https://gacetadental.com/2011/09/el-flor-pros-y-contras-4396/>.
 20. Escandón B. Manual para el Uso de Fluoruros Dentales en la República Mexicana. [Internet] México: Cámara nacional de Medicina Dental; 2006. [citado el 15 agosto 2024]. Disponible: <https://portalodontologos.com.mx/odontologos/noticias/2497/manual-para-el-uso-de-fluoruros-dentales-en-la-republica-mexicana>.
 21. Peralta H. evaluación in vitro de la concentración de fluoruros en pastas dentales convencionales comercializadas en Lima [tesis de maestría]. Lima-perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2019 [citado el 12 de agosto del 2024]. Disponible: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/8457/Evaluacion_PeraltaHidalgo_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 22. Arana D. Concentración efectiva de flúor y alteración del rotulado en pastas dentales pediátricas: revisión de literatura. *Kiru*. [internet] 2022 [citado el 12 de agosto del 2024]. 112-119. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/374431833_Concentracion_efectiva_de_fluor_y_alteracion_del_rotulado_en_pastas_dentales_pediatricas_revision_de_literatura
 23. Lippert F. An Introduction to Toothpaste-Its Purpose, History and Ingredients [internet]. 2013. [citado 19 de setiembre del 2024]. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23817056/>.
 24. Maldupa I. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition [Internet]. 2012 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22617330/>.
 25. Organización Mundial de la Salud. Los fluoruros y la salud bucodental [Internet]. Ginebra; 1994 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41920>.
 26. La clínica dental [Internet]. México; 2022 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible en <https://www.clinicanaranjo.com/pasta-de-dientes-con-fluor/>.
 27. Gobierno de Chile. Norma de uso de fluoruros en la prevención [Internet]. Ministerio de Salud, Chile; 2018 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.enfermeriaaps.com>.
 28. Lin J, et al. Clinical efficacy of phase I therapy combined with a triclosan/copolymer dentifrice on generalized chronic periodontitis [Internet]. Taiwán; 2010 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790210000103>.
 29. Him J, et al. Clinical efficacy of phase I therapy combined with a triclosan/copolymer dentifrice on generalized chronic periodontitis [Internet]. Taiwán; 2010 [citado 19 de setiembre de 2024]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790210000103>.
 30. Shen S, et al. Clinical efficacy of toothpaste containing potassium citrate in treating dentin hypersensitivity [Internet]. Taiwán; 2009 [citado 19 de setiembre de 2024].

- Disponibile :<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790209600234>.
31. Bartodl P. Dentinal hypersensitivity: a review [Internet]. 2006 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17037886/>.
 32. Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature [Internet]. Reino Unido; 2010 [citado 19 de septiembre de 2024].
Disponibile:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571210001260>.
 33. Mason S. New in vitro and in situ evidence for a toothpaste formulated for those at risk from erosive tooth wear [Internet]. J Clin Dent; 2009 [citado 19 de septiembre de 2024].
Disponibile: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20131676/>
 34. Hannig C, et al. Efficacy of enzymatic toothpastes for immobilisation of protective enzymes in the in situ pellicle [Internet]. 2010 [citado 19 de septiembre de 2024].
Disponibile en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20417500/>.
 35. Moraes O, et al. Prescrição de Produtos de Higiene Oral e Aplicação Profissional de Fluoretos [Internet]. São Paulo - Brasil; Câmara Brasileira do Livro; 2022 [citado 19 de septiembre de 2024].
 36. Moharamzadeh K. Biocompatibility of oral care products: Biocompatibility of Dental Biomaterials [Internet]. 2017 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081008843000084>
 37. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: Consequences for oral health care [Internet]. 2004 [citado 19 de septiembre de 2024].Disponibile.: doi:10.1159/000077753.
 38. Pretty I, et al. The caries continuum: Opportunities to detect, treat and monitor the remineralization of early caries lesions [Internet]. 2013 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible: doi:10.1016/j.jdent.2010.04.003.
 39. Featherstone J, et al. The continuum of dental caries-evidence for a dynamic disease process [Internet]; 2004 [citado 19 de septiembre de 2024].Disponibile: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15286120/>.
 40. Kidd E, et al. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms [Internet]; 2004 [citado 19 de septiembre de 2024]disponible : doi:10.1002/14651858.CD002278.
 41. Dorozhkin V. Calcium orthophosphates in nature, biology and medicine [Internet]; 2009 [citado 19 de septiembre de 2024].disponible : doi:10.3390/ma2020399.
 42. Bardow A, et al. The role of saliva In: Fejerskov O, Kidd E (eds) [Internet]; 2008 [citado 19 de septiembre de 2024].
Disponibile en: <http://medicinaoral.com/medoralfree01/v11i5/medoralv11i5p449.pdf>.
 43. Tenuta L. Fluoride: its role in dentistry Understanding dental caries and the fluoride effect [Internet]. Brasil; 2010 [citado 19 de septiembre de 2024].disponible : <https://www.scielo.br/j/bor/a/MpbTmx57bbLgB8MQpvhT3MH/?lang=en>.
 44. Marinho V, et al. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents; Report No. [Internet] ;2003[citado el 19 de septiembre de 2024]:
Disponibile: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12535435/>.
 45. Ricomini F, et al. Fluoride concentration in the top-selling Brazilian toothpastes purchased at different regions.[Internet] Brasil;2012[citado el 19 de septiembre de 2024]disponible: doi:10.1590/S0103-64402012000100008.
 46. Fernández C, et al.Stability of chemically available fluoride in Chilean toothpastes.[Internet];2017[citado el 19 de septiembre de 2024]

- disponible : doi:10.1111/ipd.12288.
47. Hattab F. Analytical methods for the determination of various forms of fluoride in toothpastes. [Internet]; Jordania; 1989 [citado el 19 de septiembre de 2024]. disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0300571289901346>.
 48. Martínez M, et al. Development of gold standard ion-selective electrode-based methods for fluoride analysis [Internet]. 2011 [citado 19 de septiembre de 2024] disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21160184/>.
 49. Rigalli A, et al. Determinación de la concentración de flúor en muestras biológicas [Internet]. Argentina; 2007 [citado 19 de septiembre de 2024]. disponible: <https://rehip.unr.edu.ar/handle/2133/6701>.
 50. Aguilar P. Validación del método potenciométrico por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina [Internet]. Lima - Perú; 2001 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172646342001000100005.
 51. Pirriri H, García J. Determinación de la concentración de flúor por medio de un método selectivo en pastas dentales comercializadas en la República de Guatemala [Internet]. Guatemala; 2010 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/library/index.php?title=2338&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@autor=GARCIA%20BOLANOS,%20JULIA%20AMPARO%20@mode=&recnum=24>.
 52. Tenuta L, et al. Laboratory and human studies to estimate anticaries efficacy of fluoride toothpastes [Internet]. 2013 [citado 19 de septiembre de 2024]. disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23817064/>.
 53. Plus M. Fluoruro [Internet]. 2017 [citado 19 de septiembre de 2024]. disponible: <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a682727-es.html>.
 54. Real Academia Española. in vitro [Internet]; 2014 [citado 19 de septiembre de 2024] disponible.: <https://dle.rae.es/in%20vitro>.
 55. Evaluación de significados [Internet]. México; 2012 [citado 19 de septiembre de 2024]. disponible : <https://www.significados.com/evaluacion/>.
 56. Papelmatic. Biofilms: ¿Qué son y cómo se forman? [Internet]; 2018 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible : <https://papelmatic.com/biofilms-que-son-y-como-se-forman/>.
 57. Sensodyne N. ¿Qué es el esmalte dental? [Internet]; 2020 [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible: <https://www.pronamelpr.com/Acerca-del-esmalte/que-es-el-esmalte-dental/>.
 58. MedlinePlus M. Periodontitis [Internet]. Bethesda (MD); Biblioteca Nacional de Medicina de Estados; 2022 [citado en septiembre de 2024]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001059.htm>.
 59. Pérez P, et al. Dentrífico [Internet]; 2017 [citado en septiembre de 2024]. Disponible : <https://definicion.de/dentrifico/>.
 60. Real Academia Española. Desmineralización [Internet]. Madrid; 2014 [citado en septiembre de 2024]. Disponible : <https://dle.rae.es/desmineralizaci%C3%B3n>.
 61. Real Academia Española. Colutorio [Internet]; Madrid; 2014 [citado en septiembre de 2024]. Disponible : <https://dle.rae.es/colutorio>.