



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FLUORUROS EN
PASTAS DENTALES POR EL MÉTODO DEL IÓN SELECTIVO”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR LA ALUMNA:

Bach. OCHOA ILDEFONSO, ROCIO SOLEDAD

DOCENTE ASESOR:

Q.F. GRANDE ORTIZ, MIGUEL ANGEL

**LIMA – PERÚ
2014**

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza necesaria para alcanzar mis metas y sueños, y guiarme por el buen el camino, porque siempre estuviste a mi lado y nunca me abandonaste. A mis padres: Francisco Ochoa Benites y Ana Ildelfonso Alcántara por su sacrificio, esfuerzo, apoyo incondicional, por sus consejos, enseñanzas y por darme fuerzas para seguir adelante. A mis hermanos: Miguel, Nilton, Cynthia por su gran apoyo, paciencia y por darme el aliento necesario en mi época universitaria.

AGRADECIMIENTO

*A mi asesor: Dr. GRANDE ORTIZ, MIGUEL ANGEL, mi agradecimiento
Por la asesoría; tiempo, dedicación, paciencia y apoyo en la
realización del presente trabajo.*

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de determinar la concentración del flúor por el método selectivo a iones flúor, el cual se utiliza un electrodo selectivo a iones flúor. La muestra se trató previamente con una digestión con ácido débil y un buffer regulador de pH de fuerza iónica; además de ver si se cumple con la Resolución Ministerial No 454-2001-SA/DM, resolución que indica que las pastas dentales, cuya concentración es de 1000 a 1500 ppm, deberán presentar como mínimo 600 ppm, de flúor soluble al año de fabricación y 450 ppm, de flúor soluble hasta su expiración.

Este trabajo reúne los resultados del análisis de la concentración de flúor en pastas dentales comercializadas en las boticas del distrito de independencia, durante los meses de noviembre 2013 a enero 2014.

El método utilizado para la determinación de flúor en pastas dentales fue el equipo potenciómetro y analizador ión selectivo thermo scientific modelo ORION dual star-serie E03816.

Se establecieron dos marcas diferentes de pastas dentales Dento (monofluorofosfato de sodio (Na MFP) y Oral B (Fluoruro de sodio Na F) para hacer sometidas al análisis. Los resultados obtenidos de las concentraciones de flúor fueron las siguientes: 1204,62439 ppm, 1128,38752 ppm, 1104,25441 ppm, 1081,63436 ppm de las marcas Dento1, Dento2, Oral B1, Oral B 2 respectivamente. Siendo el valor máximo de concentración de flúor, la Marca **Dento 1** 1204,62439 ppm y la Marca **Oral B 2** 1081,63436 ppm el valor mínimo que se obtuvo en el análisis.

Estos resultados nos indican que las pastas dentales Dento y Oral B no superan los límites permisibles establecidos por la Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las pastas dentales (MINSa).

PALABRAS CLAVES: Flúor, Pasta dentales, Norma Técnica Sanitaria de calidad para pastas dentales, Potenciómetro de ion selectivo.

ABSTRACT

This research was conducted in order to determine the concentration of fluoride by fluoride ion selective method, which uses a selective electrode to fluorine ions. The sample was pretreated with a weak acid digestion and a regulator of pH buffer strength, in addition to see if it complies with the Ministerial Resolution No 454-2001-SA/DM resolution indicating that toothpastes, whose concentration is from 1000 to 1500 ppm, must submit at least 600 ppm of soluble fluoride to year of manufacture and 450 ppm of soluble fluoride until they expire.

This paper brings together the results of the analysis of the concentration of fluoride in the pharmacies marketed district toothpastes independence, during the months of November 2013 to January 2014.

The method used for the determination of fluoride in toothpastes was the potentiometer selective ion analyzer equipment and thermo scientific model ORION dual star- E03816 series.

Dento two different brands of toothpaste (sodium monofluorophosphate (Na MFP) and Oral B (Na Sodium Fluoride F) subjected to analysis were established The results of the fluoride concentrations were: . 1204.62439 ppm, 1128.38752 ppm 1104.25441 , 1081.63436 Dento1 ppm of marks Dento2 Oral B1 , Oral B 2 respectively .

Since the maximum concentration of fluoride, Brand Dento 1 ppm 1204.62439 and 1081.63436 Oral Brand B 2 ppm the minimum value obtained in the analysis.

These results indicate that Dento Oral B toothpaste and don't exceed the limits set by the Health Technical Quality Standard for toothpastes (MINSAs).

KEY WORDS: Fluoride, Dental Pulp, Sanitary Technical Standard for quality toothpastes, potentiometer selective ion.

ÍNDICE

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	x

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática	13
1.2 Delimitación de la Investigación	13
1.2.1 Delimitación Espacial.....	13
1.2.2 Delimitación Temporal.....	13
1.2.3 Delimitación Social.....	14
1.3 Formulación del Problema	14
1.4 Objetivos de la Investigación	14
1.4.1 Objetivo General.....	14
1.4.2 Objetivos Específicos.....	14
1.5 Hipótesis de la Investigación	15
1.5.1 Hipótesis General.....	15
1.5.2 Hipótesis Especifica.....	15
1.6 Justificación e Importancia de la Investigación	16
1.6.1 Justificación de la investigación.....	16
1.6.2 Importancia de la investigación.....	17

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la Investigación	18
2.2	Bases Teóricas	21
	2.2.1 Caries dental.....	21
	2.2.2 Fluorosis dental.....	22
	2.2.3 Dentífricos.....	22
	2.2.4 Componentes de los dentífricos.....	22
	2.2.5 Características de los dentífricos según su efecto.....	27
	2.2.6 Flúor.....	28
	2.2.7 Metabolismo del flúor.....	28
	2.2.8 Fluoruros.....	29
	2.2.9 Clasificación de los fluoruros.....	29
	2.2.10 Fluoruros más empleados en los dentífricos.....	31
	2.2.11 Mecanismo de acción de los dentífricos.....	33
	2.2.12 Proceso de desmineralización y remineralización dentaria.....	36
	2.2.13 Toxicología del flúor.....	37
	2.2.14 Técnicas de análisis para la determinación de flúor.....	38
2.3	Definición de Términos Básicos	42

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la Investigación	44
	3.1.1 Tipo de Investigación.....	44
	3.1.2 Método.....	44
3.2	Población y Muestreo de la Investigación	44
	3.2.1 Población.....	44
	3.2.2 Muestra.....	44
3.3	Variables e Indicadores	45
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	45
	3.4.1 Recolección de datos.....	45
	3.4.2 Técnicas.....	46
	3.4.3 Instrumentos.....	51

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Resultados.....	52
	CONCLUSIONES.....	58
	RECOMENDACIONES.....	59
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
	ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Formulación de las pastas dentales.....	27
Tabla 2. Sales más comunes de fluoruros en los dentífricos.....	32
Tabla 3. Límites de concentración de flúor en los dentífricos.....	33
Tabla 4. Características generales de las pastas dentales comercializadas en las boticas del distrito de independencia.....	47
Tabla 5. Pesos de la muestra problema (pastas dentales).....	48
Tabla 6. Lectura del estándar en mili-voltios.....	52
Tabla 7. Lecturas de las pastas dentales por el electrodo de ión selectivo....	53
Tabla 8. Cálculos.....	55
Tabla 9. Comparación de la concentración de flúor en pastas dentales declarados en el envase mediato vs las concentraciones de flúor obtenidas en las lecturas por el método de ión selectivo.....	56

FIGURAS

Figura 1. Factores involucrados en la formación de la caries.....	21
Figura 2. Flúor en su estado natural.....	28
Figura 3. Metabolismo del flúor.....	29
Figura 4. Estructura química del monofosfatofluoruro de sodio.....	32
Figura 5. Mecanismo de acción del flúor en la prevención de la caries dental...	35
Figura 6. Proceso de desmineralización y remineralización.....	37
Figura 7. Efecto protector de la saliva.....	37

Figura 8. Electrodo de ión selectivo.....	41
Figura 9. Método potenciométrico utilizando un electrodo de ion selectivo...	41

INTRODUCCIÓN

El flúor es un no metal, halógeno y es el elemento más electronegativo. Presenta una gran reactividad y por ende no se encuentra libre sino combinado con sales de fluoruro, fluorita, criolita, fluoroapatita; su concentración se expresa en ppm, mg, g, %, mol, lt.

El flúor en cantidad adecuada constituye un factor importante en la disminución de la caries dental, pero la ingestión excesiva por periodos prolongados a edad temprana causa toxicidad, la cual se manifiesta con la aparición de fluorosis dental.

En Perú, la caries dental y la enfermedad periodontal son patologías que aquejan a más del 90% de la población y representan un verdadero problema de salud pública; por lo mismo las instituciones del sector salud, con el afán de solucionar estos problemas, han realizado diferentes estrategias para su control. Entre ellas, la fluorización de la sal para consumo humano, las aplicaciones tópicas de flúor realizadas por los profesionales, así como los programas institucionales; su implementación ha impactado favorablemente en la salud bucal de los pacientes. El uso de las pastas dentales con flúor tiene la capacidad de reducir la caries en un 20-30%, según la bibliografía especializada, también contribuye con la eliminación de la placa bacteriana, administración de flúor y crear hábitos de higiene bucal. ⁽¹⁾

Para comprobar la concentración de fluoruro de sodio (NaF) y monofluorofosfato de sodio (NaMFP) contenido en las pastas dentales se tomó en cuenta las boticas del distrito de independencia con el objeto de comprobar si las pastas dentales que se comercializan en este distrito cumplen o no con los límites permisibles de concentración de flúor; este estudio se realizó durante los meses de noviembre 2013 a enero del año 2014.

Donde se establecieron dos diferentes marcas de pastas dentales las cuales fueron analizadas utilizando el método de electrodo de ión selectivo en el laboratorio Cenán. Los resultados obtenidos fueron comparados con Norma Técnica Sanitaria de calidad para las pastas dentales del Ministerio de Salud (MINSA).

Con el fin de contribuir con la prevención de enfermedades de la cavidad bucal, como la caries dental y la fluorosis dental que son los que más alto índice de morbilidad registran según el MINSA.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

La caries dental ha afectado a la humanidad durante siglos y sigue siendo uno de los principales problemas de salud bucal en niños, jóvenes y adultos. Muchas investigaciones se han realizado con el objetivo de intentar entender los mecanismos de formación de caries dental y de cómo evitarla., actualmente se utilizan varios métodos y medios eficaces para prevenir la caries dental, dentro de estos medios, uno de los más importantes fue la mejor comprensión de cómo actúa el flúor.

El uso de los fluoruros, conjuntamente con otros factores trae consigo grandes avances, beneficios y es considerado hoy de gran importancia en la prevención de la caries dental. Gracias a estos conocimientos, se puede no sólo evitar el desarrollo del proceso de caries desde sus estadios iniciales, sino que también se puede realizar un seguimiento, control e inclusive evitar la evolución. Uno de los grupos humanos más susceptibles a este problema es la población infantil, niños de 3 a 9 años de edad; así lo señala el programa nacional de salud bucal al considerarlo como grupo de riesgo, basándose en estudios epidemiológicos que reportan una prevalencia del 90%.

1.2 Delimitación de la investigación

1.2.1 Delimitación Espacial

Esta investigación se realizó en las boticas del distrito de Independencia.

1.2.2 Delimitación Temporal

El desarrollo de la investigación ocupó tres meses, noviembre 2013 - enero de 2014.

1.2.3 Delimitación Social.

Abarca dos marcas de pastas dentales expendidas en las boticas del distrito de Independencia. Esta investigación es de gran utilidad para toda la población porque ayudará a prevenir caries dental, fluorosis dental; así como, para los profesionales de la salud.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1 Problema Principal:

¿Las pastas dentales cumplen con los parámetros de concentración de flúor establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA), comercializadas en las boticas del distrito de Independencia, noviembre 2013 – enero 2014?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General:

Determinar si las pastas dentales cumplen los parámetros de concentración de flúor establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA), a través del método de electrodo de ión selectivo (ISE), comercializadas en las boticas del distrito de Independencia, de noviembre 2013 - enero 2014.

1.4.2 Objetivos Específicos:

Comprobar si las pastas dentales analizadas, contienen la cantidad de concentración de ión flúor, declarados en el envase mediano e inmediato, establecidos por la Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las pastas dentales (MINSA), comercializadas en las boticas del distrito de Independencia.

Establecer si las pastas dentales que contienen fluoruro de sodio (NaF) y monofluorofosfato de sodio (Na MFP) cumplen con la cantidad de concentración de ión flúor establecidas por la Norma Técnica Sanitaria de calidad para las pastas dentales (MINSA)

1.5 Hipótesis de la Investigación

1.5.1 Hipótesis General

Las pastas dentales cumplirían con los parámetros de concentración de flúor establecidos por la Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las pastas dentales (MINSA), comercializadas en las boticas del distrito de Independencia, de noviembre 2013 - enero 2014.

1.5.2 Hipótesis Específicas

Las pastas dentales analizadas contendrían la cantidad de flúor declarada en el envase mediano e inmediato.

Las pastas dentales presentarían las concentraciones de fluoruros dentro de los límites permisibles de concentración de flúor establecidas por (MINSA).

1.6 Justificación e Importancia de la Investigación

1.6.1 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación surge del interés por determinar la concentración de flúor en las pastas dentales comercializadas en Lima y si estas cumplen con los parámetros de concentración adecuadas del ión flúor especificada en la Norma Técnica Sanitaria de Pastas Dentales bajo la RESOLUCIÓN MINISTERIAL No 454-2001-SA/DM de MINSA; dicha resolución establece las especificaciones técnicas que garantizan la calidad del producto y regulan las concentraciones adecuadas de flúor con el objetivo de prevenir la caries dental y la fluorosis dental. Además debe servir para regular la producción, importación, almacenamiento, transporte y comercialización de las pastas dentales. ⁽¹⁾

Dado que la producción, importación, almacenamiento, transporte y comercialización de las pastas dentales son de vital importancia porque son factores que contribuyen con la calidad del producto, cuando se adquiere una pasta dental los consumidores están en el derecho a conocer las características de la pasta dental que van a utilizar. Por ello, es necesario conocer si la concentración indicada por los fabricantes de pastas dentales, corresponde en los tubos y en el empaque que presentan.

Si las condiciones de almacenamiento y temperatura son las adecuadas, no afectaran la estabilidad de los agentes fluorizantes (Naf) (NaMFP). Si estas cumplen con la propiedad profiláctica para caries o anti caries, que la mayoría de pastas dentales ofrecen. Minsa es el encargado de velar por el cumplimiento de las especificaciones indicadas para la calidad del producto.

Con esta investigación se podrá determinar si las pastas dentales comercializadas en las boticas del distrito de Independencia si cumplen con los valores máximos de flúor establecidos por la Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las pastas dentales (MINSA), sino fuera el caso las autoridades encargadas deberán tomar las medidas del caso.

1.6.2 Importancia de la investigación

La presente investigación es importante porque dará a conocer que marcas de pastas dentales cumplan con la concentración y estabilidad de flúor en pastas dentales, comercializadas en las boticas del distrito de Independencia. Con el fin de proteger la salud del consumidor; y evitar así la caries dental o enfermedades generadas por el flúor, como la fluorosis dental.

En la actualidad han salido a la venta nuevas marcas de pastas dentales, de los cuales no se conoce mucho y que tal vez por su precio más accesible las personas adquieren dicho producto, cabe recalcar hoy en día las personas adquieren más pastas dentales con blanqueadores y no lo que es más indicado para su salud bucal, con la presente investigación se pretende informar sobre el contenido y tipo de flúor declaradas en las etiquetas de advertencia, en el tubo en pastas dentales teniendo como propósito de ayudar a reducir el riesgo de caries dental.

A su vez su importancia radica, en que con los resultados obtenidos de esta investigación las autoridades tomen medidas para prevenir y reducir la caries dental, que en la actualidad existe un alto índice de personas que padecen de caries dental siendo perjudicial para la salud.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

- En la investigación de **IDENTIFICACIÓN DE FLUOROSIS DENTAL EN UNA POBLACIÓN ESTUDIANTIL UNIVERSITARIA EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO** realizada por RM Bulnes López, Teresa Ramón Frías, D Bermúdez Ocaña, Isela Juárez Rojop, Manuel E. Borbolla Sala, Olga E. Piña Gutiérrez de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco México, En los últimos años en la república mexicana se observaron un aumento en la frecuencia y severidad de la fluorosis dental, teniendo como objetivo determinar la fluorosis y el nivel de flúor en orina en un grupo de alumnos universitarios como un indicador de sobreexposición a fluoruros. se llega a la conclusión que la población estudiantil estudiada presento fluorosis dental y sobrepaso la proporción máxima del 10% de afectación, lo que se traduce la importancia que pueden tener los productos fluorados, ya que su ingesta puede provocar fluorosis dental.⁽³⁾
- En la investigación de **ESTRATEGIA DE VALIDACIÓN APLICADA A UN MÉTODO POTENCIOMÉTRICO DESARROLLADO PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUORURO TOTAL EN PASTAS DENTALES** realizada por Caro Y. Santiago, G. Robles, J.C. Cámara, M.S. De Zan, M.M. de la Universidad Nacional del Litoral Santa Fe Argentina, Laboratorio de control de calidad de medicamentos, cátedra de Química Analítica I. Hay que mencionar que esta investigación se basó sobre las directrices establecidas por normas internacionales se seleccionaron los parámetros relevantes y los criterios de aceptación necesarios en el diseño de estudios experimentales, llevados a cabo para validar un nuevo método analítico destinado a la determinación de fluoruro total en pastas dentales. El método fue desarrollado para el control de calidad de preparaciones que contienen fluoruro de sodio (NaF) y monofluorofosfato de sodio (NaMFP) el cual consiste en una hidrólisis ácida y medición de fluoruro total con un electrodo ión selectivo por potenciometría directa, se concluye que el método desarrollado demostró ser rápido, económico, sencillo y eficaz sin requerir del uso de instrumentos sofisticados.⁽²⁾

- En la investigación de **INGESTA DE FLUORURO A PARTIR DEL USO DE DENTÍFRICOS EN PREESCOLARES** realizada por Dolores De la Cruz Cardoso, Sandra Tapia Sandoval, Armando Cervantes Sandoval, Concepción Sánchez Barrón, Pinner Pinelo Bolaños de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM. En un sondeo en la ciudad de México, se encontró que todos los dentífricos presentan concentraciones de fluoruro que van desde 500 hasta 1500 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Estas pastas dentífricas han traído como consecuencia la baja incidencia de caries dental.

Sin embargo, representan una fuente potencial de ingesta de fluoruro sobre todo en niños menores de 6 años. Teniendo como objetivo Determinar cuánto fluoruro ingieren los infantes y niños mexicanos a partir del uso de estos dentífricos. Se llega a la conclusión que los niños entre 3 y 5 años de edad utilizan cantidades de dentífrico superiores a la recomendada. Asimismo, la ingesta de fluoruro por cepillado está directamente relacionada con la concentración de fluoruro que contienen los dentífricos.

Hay que mencionar además que la ingesta de fluoruro diaria depende también de la frecuencia de cepillado. Los niños que utilizan los dentífricos con una concentración de 2544 ppm de fluoruro exceden la cantidad diaria.

Las altas cantidades de fluoruro que ingieren los niños de 3 a 5 años de edad a partir del uso de dentífricos los exponen a desarrollar fluorosis dental en segundos premolares y segundos molares. ⁽⁴⁾

- En la investigación de **USO DE PASTA DENTAL CON FLÚOR EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS DE LA CIUDAD DE TRUJILLO** realizada por Ana S. Arana Sunohara, Villa AE. De la facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia. se concluye que los datos presentados en el presente estudio son insuficientes para determinar si la utilización de pasta dental de alta concentración tendrá un impacto positivo o negativo en la salud de estos niños. se requieren determinar la ingesta total de flúor en la población pre escolar, identificar las fuentes de flúor ingerido. En cualquier caso, la ingesta total no deberá exceder el límite de 0,05-0,07 mgF/Kg de peso /día el cual se considera como el límite de exposición a fluoruros. ⁽⁵⁾

- En la investigación de **VALIDACIÓN DEL MÉTODO POTENCIOMÉTRICO POR IÓN SELECTIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE FLÚOR EN SAL, AGUA Y ORINA** realizada por Patricia Aguilar R. Ingeniera Química, MsC. Tecnología de Alimentos y Agroindustria, División de Química, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud. Tuvo como objetivo Validar el método potenciómetro por ión selectivo en la determinación de fluoruro, Se analizaron 3 tipos de muestras (sal, agua, y orina), trabajándose con 3 analistas para el agua y sal, y 2 para la orina. La validación se realizó en 2 días, realizándose 10 ensayos por día. Se calculó la precisión (en condiciones de repetibilidad y reproducibilidad) y exactitud del método (en términos de recuperación del analito adicionado a la muestra), los resultados: Se obtuvo una desviación estándar relativa (RSD) de 2.68%, 3.29% y 2.52% en sal, agua y orina, respectivamente, y se logró recuperar 98.20%, 99.42% y 98.11 % del analito en las mismas muestras de sal, agua y orina, respectivamente. se llega a la conclusión, El método potenciómetro, por ión selectivo, realizado en condiciones óptimas y apropiadas, puede aplicarse para la determinación de flúor en muestras de sal, agua y orina.⁽⁶⁾

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Caries dental:

La palabra caries proviene del término en latín caries que quiere decir putrefacción. Es una patología de tipo infeccioso y transmisible que se produce en los dientes, esta enfermedad desintegra progresivamente los tejidos duros (calcificados), esta desintegración progresiva es causada por la acción de bacterias patógenas que fermentan a los carbohidratos ingeridos en nuestra dieta diaria, y finalmente se pierde tejido mineralizado (desmineralización) y se desintegra de su parte orgánica.

La caries puede ser reversible en sus estadios tempranos, mancha blanca, o irreversibles cuando ya hay presencia de cavitación. Es en este estadio de mancha blanca donde la caries dental es reversible donde cobran gran importancia los agentes re mineralizadores como los fluoruros.

Fig.1 Factores involucrados en la formación de la caries



Fuente: tesis Actividad antimicrobiana de plantas sobre microorganismos cariogénicos.

2.2.2 Fluorosis dental:

La prevalencia de fluorosis dental, debida a un exceso de la ingesta de flúor durante el periodo pre eruptivo de la formación dental, ha aumentado desde que se generalizó el uso de agua fluorada de bebida. ⁽⁷⁾ La fluorosis dental que también recibe el nombre de diente veteado o moteado, es una anomalía estructural del esmalte que se forma debido a la ingesta de agua con alto contenido de flúor durante el periodo de formación del esmalte. El riesgo de desarrollar fluorosis dental ha sido asociado al consumo de productos fluorados, como pastas dentales con flúor, siendo la cantidad de flúor ingerido dependiente de la cantidad de flúor que se coloca en el cepillo y la concentración de flúor en pastas dentales.

2.2.3 Dentífricos:

Los dentífricos, término derivado del latín dens = diente y fricare = frotar. Son formas farmacéutico-cosméticas muy complejas, que normalmente se presentan como pastas o cremas dentales, también pueden presentarse como geles, o como sólidos (polvos o barras) ⁽⁸⁾ se utiliza como agente abrasivo y detergente, con agentes saborizantes y sustancias como el flúor que ayudan a la prevención de la caries dental.

2.2.4 Componentes de un dentífrico:

- Abrasivos:

EL abrasivo utilizado en una pasta dentífrica siempre debe ser un equilibrio entre la aptitud de limpiar la superficie y la necesidad de evitar daños al diente, las acciones abrasiva y limpiadora de los abrasivos están regidas por tamaño, forma, fragilidad y dureza. ⁽⁹⁾ Necesario para remover la placa bacteriana. El fluoruro de sodio no se puede mezclar con el carbonato de calcio, si la sal de flúor es monofluorofosfato de sodio se puede usar cualquier agente abrasivo, los abrasivos más utilizados son carbonato cálcico precipitado y fosfato dicálcico dihidratado, otros agentes abrasivos como fosfato tricálcico, pirofosfato cálcico, metafosfato sódico insoluble.

- **Carbonato cálcico:** es un limpiador eficaz, pero no produce un buen brillo en los dientes.

Calidades que contienen una proporción de partículas por encima de 20um, pueden también rayar las superficies de esmalte. Lo recomendable es utilizar una pequeña proporción de carbonato cálcico con una proporción más elevada de uno de los fosfatos menos abrasivos.

- **Fosfatos cálcicos:** los más utilizados en los dentífricos son:

- **Fosfato di cálcico, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:** fosfato más utilizado en dentífricos, el valor de PH de una pasta dentífrica con FDD es de 6-8.

- **Fosfato di cálcico anhidro, CaHPO_4 :** es más abrasivo que el di hidratado y debe utilizarse en pequeñas cantidades. es menos soluble siendo una ventaja para las pastas dentales que contienen fluoruro.

- **Fosfato tricálcico, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$:** no se utiliza mucho, es menos soluble que FDD.

- **Pirofosfato cálcico, $\text{Ca}_2\text{P}_4\text{O}_7$:** se desarrolló como el abrasivo de selección para pastas dentales que contienen fluoruro sódico o estañoso.

- **Metafosfato sódico insoluble:** abrasivo útil para dentífricos que contienen fluoruro, no presenta iones cálcicos.

Los abrasivos tienen como funciones eliminar los residuos de alimentos y manchas de la superficie dentaria y dar brillo a su superficie, en la elección del agente abrasivo para una pasta dentífrica, es necesario evaluar su índice de abrasividad o sea el desgaste que producirá sobre la superficie dentaria, el grado de abrasividad de un producto depende de tres factores: El tamaño y forma de las partículas, la mayor o menor presencia de impurezas, las modificaciones que pueden producir los otros ingredientes de la fórmula.⁽¹⁰⁾

- **Detergente:** Toda pasta dentífrica incorpora un agente tensoactivo, son necesarios porque disminuyen la tensión superficial, penetran y

desorganizan depósitos acumulados, emulsifican los depósitos removidos, ayudan a formar la espuma.⁽¹¹⁾

El detergente debe ser insípido, no tóxico y no irritante de la mucosa bucal, los más utilizados son el lauril sulfato sódico, sulfoacetato de sodio, N-lauril sarcocinato de sodio, al elegir un detergente primero se debe determinar su compatibilidad con otros ingredientes de la fórmula y luego su efectividad. Se debe realizar ensayos de toxicidad, irritabilidad, efectividad.

- **Lauril sulfato sódico:** es el más utilizado para productos bucales y satisface casi todos los requerimientos, es una mezcla que consiste de componentes de fórmula general $ROSO_3Na$ donde R es un grupo alquílico generalmente el laurílico, se presenta en formas de cristales de color blanco de olor característico.
- **N-lauril sarcocinato sódico $R.CO.N (Me) CH_2COONa$:** se afirma sus efectos profilácticos, como consecuencia de sus propiedades anti enzimáticas.
- **Ricinoleato sódico y sulforricinoleato sódico:** (jabón de aceite de ricino) tiene la ventaja por su gran solubilidad para ser utilizado en dentífricos.
- **Otros detergentes:** lauril éter sulfato sódico, monoglicérido de coco, alcanosulfonatos y alquil poli éter carboxilatos como agentes tenso activos para dentífricos.⁽¹⁰⁾
- **Humectantes:** Cuando se prepara una pasta dentífrica los pigmentos sólidos se mezclan con la fase líquida, es necesario incorporar un componente con propiedades humectantes para evitar la desecación de un dentífrico, estos tienen la función de retener la humedad cuando la pasta es expuesta al aire previniendo así el endurecimiento.
Los más empleados son el **sorbitol, glicerina y el propilenglicol**, en concentraciones adecuadas no son tóxicos y no presentan acción irritante en la cavidad oral, La glicerina es el humectante perfecto por ser estable, no tóxico, tiene propiedades solubilizantes, además de tener un sabor

dulzaino, el sorbitol tiene propiedades similares es menos costoso. Las soluciones de humectantes deben de contener conservantes puesto que las soluciones de estos polioles permiten el crecimiento de microorganismos, los conservantes más recomendados son el ácido benzoico y los parabenos.

- **Aglutinantes:** Son coloides hidrofílicos que se dispersan en un medio acuoso, se hinchan o absorben agua formando fases líquidas viscosas, impiden la separación de la fase sólida de la líquida y le dan el carácter viscoso, proporcionándole estabilidad. Los más empleados son la goma arábica, la goma de karaya, coloides de algas marinas, la goma de tragacanto, alginatos, metilcelulosa y carboximetilcelulosa, musgo irlandés,
- **Goma de tragacanto:** es el exudado seco de astrágalus gummifera y de otras especies asiáticas. se presenta en láminas planas o en trozos curvos de color blanco amarillento, translúcido y de aspecto córneo. Es inodora cuando está pura, insípida o de sabor ligeramente mucilaginoso, cuando se le adiciona agua, se hincha formando masas gelatinosas y turbias. Las pastas dentífricas adecuadamente formuladas empleando goma tragacanto como aglutinante tiene buena consistencia.
- **Goma de karaya:** es el exudado seco de varias especies de la familia esterculiáceas, se presenta en forma de lágrimas de tamaño variable o en trozos de forma irregular y aspecto cristalino, es de color amarillo pálido o ligeramente rosado, translúcida y de aspecto córneo, posee un ligero olor acético y los mucílagos que produce tienen este mismo olor, es posible obtenerla en forma de polvo gris o pardo.
- **Alginato de sodio:** es un carbohidrato obtenido por purificación del extracto de algas pardas mediante soluciones alcalinas diluidas, es un polvo amorfo de color ligeramente blanco amarillento, insípido, se disuelve en el agua dando soluciones coloidales viscosas.
- **Musgo de Irlanda:** extracto acuoso seco y refinado ya sea decolorado o no del chondrus o de la gigartina mamillosa, polvo fino de color oscuro, casi

inodoro. Las pastas dentífricas que llevan en su formulación musgo irlandés son tixotrópicas.

- **metil celulosa:** es el éter metílico de la celulosa que contiene no menos de 26% y no más de 33% de grupos metoxi calculados sobre el producto seco, es un polvo blanco grisáceo de estructura fibrosa inodora ,es soluble en agua fría que en caliente, la metilcelulosa es algo incompatible con glicerina.⁽⁹⁾

- **Carboximetilcelulosa:** es la sal sódica del policarboximetil-éter de la celulosa; contiene no menos de 6.98% y no más de 8.50% de sodio calculado sobre el producto seco, polvo granular, blanco, sin olor se prepara por acción del ácido monocloroacético sobre la celulosa alcalina y luego convirtiendo el producto resultante en la sal sódica. Es necesario el empleo de un conservador como el ácido benzoico, el fenol o los fenoles clorados para su preservación.

- **Saborizantes:** El sabor de las pastas dentífricas es uno de los factores más importantes en la formulación, siendo unas de las características determinantes de la aceptación del consumidor. La creación de un sabor aceptable para un dentífrico es una ciencia y un arte; **ciencia** porque los ingredientes que se asocian deben ser compatibles con lo demás componentes del dentífrico y no deben variar durante el almacenamiento y un **arte** porque la mezcla de un gran número de componentes den como resultado un producto uniforme, de sabor fresco, que produzca una sensación agradable y duradera en la boca.

Estos compuestos dan sabor como la menta, salicilato de metilo, la esencia de canela, hierbabuena, mentol, clorofila, entre las esencias tenemos los aceites esenciales de anís , clavo, eucalipto, nuez moscada, culantro , tomillo, aceites cítricos, anetol, eugenol, eucaliptol y mentol. Los límites aceptables para los saborizantes es de 0.5 y 2% los saborizantes se asocian con edulcorantes, el más usado es la sacarina en cantidades que varían de 0.05% a 0.25%.durante el proceso de fabricación de los productos dentífricos deben evitarse las altas temperaturas y la areación excesiva podrían producir cambios en el sabor debido a la oxidación o hidrólisis de los saborizantes.

- **Otros ingredientes:**
- **Conservantes:** impiden la acción de los microorganismos como bacterias y hongos sobre los humectantes y estabilizadores encontrándose en pequeñas cantidades estos son los benzoatos, diclorofenol, formaldehído, diclorofén, p-hidroxibenzoatos sódicos
Inhibidores de la corrosión: se utiliza silicato sódico a pastas dentífricas basadas en carbonato sódico de elevado pH para evitar el ataque a los tubos de aluminio.
- **Colorantes:** Se podrán agregar colorantes en las concentraciones indicadas, estos deben seleccionarse cuidadosamente. ⁽⁹⁾.
- **Blanqueadores:** ayudan a la eliminación de manchas, se añaden agentes oxidantes al producto, estos incluyen a perborato de sódico, peróxido magnésico, compuestos de peróxido de hidrógeno-urea, compuestos de peróxidos de hidrógeno estabilizados.

Tabla Nº 1 FORMULACION DE PASTAS DENTALES

COMPONENTE	CONCENTRACION %
Abrasivos	15 - 50 %
Agente gelificante	1,0 %
Humectante	10 -30 %
Edulcorante	0,1 - 0,2 %
Saborizante	1,2 - 2,0 %
Agente tensoactivo	1,0 - 2,0 %
Agente profiláctico	0,1 – 1,0 %
Conservante	0,1 % - 0,5 %
Agua	c.s hasta 100,0

FUENTE: cosmetología de Harry pág. 681

2.2.5 Características de los dentífricos según su efecto:

- Previenen la caries dental.
- Retardan la formación de cálculos.
- Disminuyen la sensibilidad de la dentina.
- Blanquean los dientes.
- Tratan la enfermedad de las encías.
- Combaten la placa.

2.2.6 flúor:

El flúor es un elemento químico no metal del grupo de los halógenos y de peso atómico 19 que en estado puro tiene el aspecto de un gas débilmente amarillo. Su principal característica es su gran electronegatividad que lo predispone a combinarse con otros elementos y es muy difícil encontrarlo puro en la naturaleza. Su solubilidad en el agua es muy alta y la forma combinada que más se encuentra en la naturaleza es el fluoruro cálcico o espato flúor o fluorita.⁽¹²⁾ El flúor se encuentra en la forma de ión fluoruro (F⁻).

El flúor es uno de los elementos, más abundantes en la naturaleza ocupa el puesto número 17 .lo encontramos en diferentes minerales (fluorita, criolita, fluoroapatita), en el agua de mar y en la atmósfera, en la vegetación en diferentes alimentos y bebidas. Es un componente importante del organismo humano y animal, especialmente asociado a tejidos calcificados (huesos y dientes) por su gran afinidad con calcio.

Fig.2 FLÚOR EN SU ESTADO NATURAL



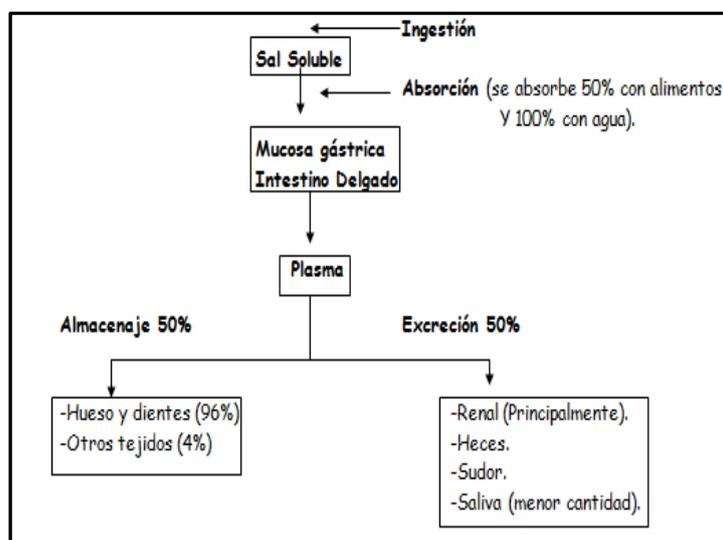
Fuente: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/f.htm>

2.2.7 Metabolismo del flúor

La principal vía de incorporación del flúor en el organismo humano es la digestiva. Se absorbe rápidamente en la mucosa del intestino delgado y del estómago por un simple fenómeno de difusión. El flúor contenido en el agua potable se absorbe casi totalmente (95-97%) y en menor proporción el unido a los alimentos, En el caso de las leches fluoradas, la absorción de flúor no supera el 60 por ciento. Una vez absorbido, el flúor pasa a la sangre y difunde a los tejidos, fijándose específicamente en los tejidos calcificados por los que tiene gran afinidad, como son los huesos y los dientes.

Se excreta fundamentalmente por la orina. En la embarazada, la concentración de flúor en el cordón umbilical corresponde al 75% de la concentración en la sangre materna. En la leche materna las concentraciones de flúor son muy poco importantes.

Fig. 3 Metabolismo del Flúor



Fuente: Uso de Flúor en Odontopediatría

2.2.8 fluoruros:

Un fluoruro es la combinación del elemento flúor con otros minerales o compuestos químicos, que se incorpora en la estructura de los huesos y dientes, brinda protección contra la caries dental. Los fluoruros en los insumos odontológicos pueden estar disponibles para aplicación por vía tópica y sistémica.

2.2.9 Clasificación de los fluoruros:

Las sales de flúor que se deben utilizar son:

- **Compuestos de fluoruros inorgánicos:** fluoruro de sodio (NaF), fluoruro estañoso (SnF₂), fluoruro de amonio (NH₄F), monofluorofosfato de sodio (Na₂FPO₃), fluoruro fosfatado acidulado (APF), fluoruro de calcio (CaF₂), fluoruro de potasio (KF) y fluoruro de aluminio (AlF₃). Compuestos de fluoruros orgánicos: Aminas fluoradas y fluoruros de silano.

- **Fluoruro sistémico:** aquel que es administrado en forma natural o artificial que ingresa al organismo por medio de diferentes vehículos, con el objetivo de producir efecto sobre la estructura dental, huesos y fluidos corporales.
- **Fluoruro tópico:** es aquel que se aplica localmente en la estructura dentaria y ejerce su actividad directa en la misma y que si es ingerido, actúa como fluoruro sistémico.

Límites máximos de concentración de fluoruros:

- **Fluoruros sistémicos:** La concentración máxima para las tabletas deberá ser de 2,2 mg de NaF por tableta.
- **La concentración máxima para las gotas:** deberá ser de 250 mg de ion flúor en 100 ml.
- **Fluoruros tópicos:** La concentración máxima de fluoruro total en las pastas dentales para el autocuidado, independientemente de su presentación cosmética, no debe ser mayor de **1 500 ppm** en el producto terminado.
- **Las pastas dentales fluoradas:** destinadas a menores de 6 años no deben de contener más de 550 ppm de fluoruro total.
- **Las pastas dentales profilácticas fluoradas:** deben tener una concentración de 4 000 ppm a 20 000 ppm de flúor total.
- **Los enjuagues con fluoruro de baja concentración** y uso diario, independientemente de su presentación cosmética, no deben contener más de 230 ppm de ion flúor.
- **Los enjuagues con fluoruro de alta concentración** y de uso semanal o quincenal, no deben contener más de 930 ppm de ion flúor.

- **Los geles fluorados para auto aplicación:** no deben contener más de 5 000 ppm de fluoruro sódico neutro o fluoruro de fosfato acidulado, o no más de 1 000 ppm de fluoruro estañoso.
- **Las sales de flúor y las concentraciones de flúor total que deben ser utilizadas en los geles de uso profesional son:** fluoruro fosfatado acidulado (APF) a una concentración no mayor de 12 300 ppm, fluoruro de sodio a una concentración no mayor de 20 000 ppm, o fluoruro estañoso a una concentración no mayor de 1 000 ppm. 5.2.7
- **Las sales de flúor y las concentraciones de flúor total de los barnices o soluciones fluoradas** para pincelar que deben ser empleadas en estos productos son las siguientes: fluoruro de sodio neutro (NaF); fluoruro estañoso (SnF₂) no mayor a 20 000 ppm, fluoruro fosfatado acidulado (APF) no mayor a 12 300 ppm y fluoruro de silano no mayor a 8 100 ppm.

(14)

2.2.10 Fluoruros más empleados en los dentífricos:

- **Fluoruro de sodio (NaF):**

Es un polvo blanco inodoro, su solubilidad es de un gramo en 25 ml de agua, insoluble en alcohol. Es un profiláctico de la caries dentaria. La fluoración de los suministros de agua potable se considera una medida sanitaria segura y práctica.

Una concentración de alrededor de 1 ppm de fluoruro en el suministro de agua reduce en un 50-65% la incidencia de caries dentaria en los dientes. El fluoruro ingerido solo es eficaz cuando el diente se está formando, se incorpora en las sales del diente como fluoroapatita, la ingestión puede originar el diente veteado.

La aplicación tópica sólo produce cambios en las capas superficiales del esmalte. Se usa también para desensibilizar los dientes. Elimina calcio de los tejidos también es venenoso para ciertas enzimas .las grandes dosis orales pueden causar náuseas y vómitos, las pastas, los colutorios, las soluciones y los geles para aplicación tópica no deben ingerirse. ⁽⁸⁾

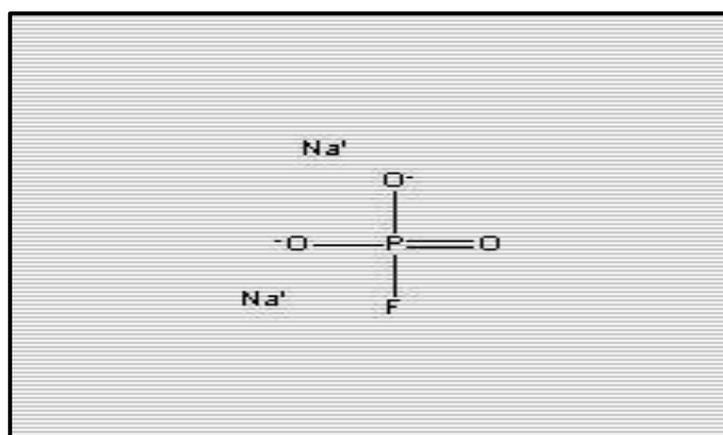
- **Monofluorofosfato de sodio (Na₂FPO₃)**

Las propiedades de monofluorofosfato de sodio es fácilmente soluble en agua, de baja toxicidad, es un polvo blanco a levemente grisáceo, inodoro,

al igual que el fluoruro de sodio reemplaza la hidroxiapatita por fluoroapatita en las sales dentarias, usándose como profiláctico dentario. No hay peligros de toxicidad local de encías ni de intoxicación sistémica por ingestión. ⁽⁸⁾

En los preparados de MFP el fluoruro se encuentra unido al fosfato en forma covalente, para que el flúor sea activo debe ser liberado por hidrólisis enzimática de la molécula de MFP durante el cepillado por acción de las fosfatasas presentes en la placa bacteriana y saliva. ⁽¹⁵⁾

Fig. 4 Estructura química de MFP



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/sodium-monofluorophosphate>

TABLA Nº 2: SALES MÁS COMUNES DE FLÚORUROS EN LOS DENTÍFRICOS

AGENTES FLUORIZANTES		
FLÚOR	% DE FLÚOR	PPM DE F
fluoruro de sodio(NaF)	0.24%	1,086 ppm
Monofluorofosfato de sodio(Na ₂ PO ₃)	0.76%	1,003 ppm
Fluoruro estañoso SnF ₂	0.40%	970 ppm

Fuente: Héctor René Pirir Coj. Determinación de la concentración de flúor, por medio de un método selectivo, en pastas dentales comercializadas en la República de Guatemala” [Tesis doctoral]

TABLA N°3. **LIMITES DE CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN LOS DENTÍFRICOS**

LIMITES DE CONCENTRACION DE FLÚOR EN LOS DENTÍFRICOS	
Indicados	Concentración máxima de flúor expresados en partes por millón (ppm)
Niños menores de 6 años:	250 a 550 ppm de concentración de flúor.
Niños mayores de 6 años y adultos:	Superiores a 1,100 ppm de flúor.

Fuente: SEGÚN LA NORMA TÉCNICASANITARIA PARA LA ADICIÓN DE FLUORUROS EN CREMAS DENTALES

Resolución ministerial no 454-2001-sa/dm

2.2.11 Mecanismo de acción del fluoruro en los dientes:

La caries se produce como consecuencia de la acción bacteriana sobre los dientes. Las bacterias forman una cubierta sobre el diente, llamada placa. Algunas bacterias orales, principalmente los estreptococos del grupo mutans, forman ácido como producto final del metabolismo de los carbohidratos.

Estos ácidos disuelven el mineral calcio fosfato del esmalte dental o de la dentina.

Este proceso, a menos que se le revierta o detenga, conduce a la formación de caries.

Los fluoruros son una defensa importante contra la caries y pueden revertir o detener las lesiones, inhiben la formación de caries mediante tres mecanismos:

Inhibe la desmineralización:

Los iones fluoruro migran al interior del esmalte, allí se absorben a la estructura dentaria, simultáneamente con la pérdida de minerales causado por los ataques de los ácidos aumentando la resistencia a los ácidos

Promueve la remineralización del esmalte:

Se incorpora nuevos cristales de fluoroapatita, dando como resultado una superficie más resistente. El ión Flúor penetra en la estructura dental, a través de la sustancia interprismática y de allí al cristal, a través de la matriz orgánica que lo rodea. El flúor penetra con mayor rapidez cuando se encuentra en forma de ácido fluorhídrico (HF), que cuando está en forma iónica (F^-) en la forma iónica, el flúor se difunde libremente, y se concentra en la placa, actuando como reservorio.

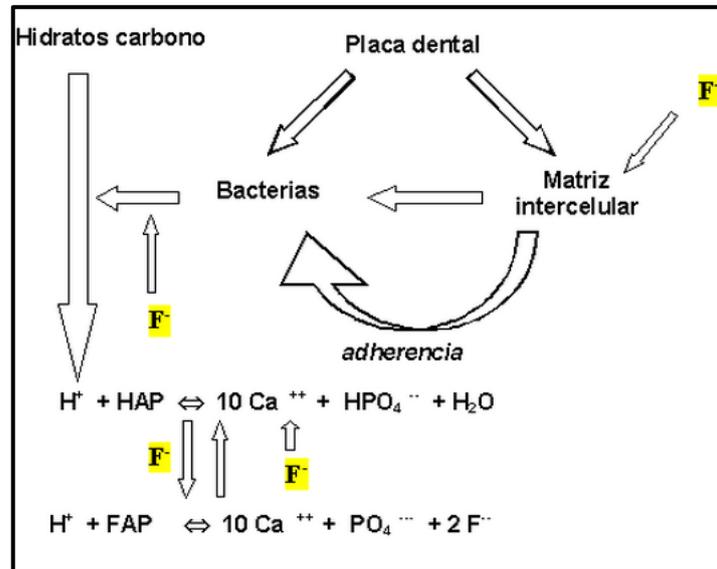
Los fluoruros favorecen la remineralización al absorberse a la superficie del cristal. Las superficies de los cristales parcialmente desmineralizados actúan como núcleos, permitiendo la formación de una nueva superficie sobre ellos.

Esta nueva cubierta tiene una composición, que tiene como características de la hidroxiapatita y de la fluoroapatita (fluorhidroxiapatita) que presenta menor solubilidad al ataque ácido.

Inhibición de la actividad bacteriana:

Los fluoruros actúan sobre las bacterias a nivel del citoplasma y de la pared celular. La inhibición de las bacterias se debe a una acumulación del ión en el interior de la célula, hecho que ocurre con mayor intensidad cuando el valor del pH es de 5.8 o menos. En un medio ácido, el ión flúor gana un protón y se convierte en ácido fluorhídrico (HF) se disocia en un ión F^- y en un protón. La liberación intracelular de protones favorece la reducción del pH en el citoplasma, causando alteraciones enzimáticas. El mismo ión flúor inhibe algunas enzimas intracelulares, entre ellas encontramos la enolasa, necesaria para el metabolismo bacteriano de los carbohidratos, disminuyendo la formación de los productos metabólicos de la glucólisis, como el ácido láctico.⁽¹⁸⁾

FIG.5 MECANISMOS DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN LA PREVENCIÓN DE LA CARIES DENTAL



Fuente: promoción de la salud bucal, autor: Isidro Vitoria Miñana (Unidad de Nutrición y Metabolopatías.

Efectos beneficiosos del flúor sobre los dientes:

Aumenta la resistencia del esmalte:

Si se aplica flúor sobre los dientes, éste reacciona con el calcio de los mismos, formando fluoruro de calcio. En esta forma, el flúor reacciona con los cristales del esmalte dentario (la hidroxiapatita) resultando un compuesto que aumenta mucho la resistencia del esmalte.

Favorece la remineralización:

El flúor contribuye a la remineralización del diente, al favorecer la entrada en su estructura de iones de calcio y fosfato. Esto sucede porque el flúor tiene carga negativa y atrae al calcio y fosfato cuya carga es positiva.

Tiene acción antibacteriana:

El flúor tiene acción antibacteriana atacando a las bacterias que colonizan la superficie de los dientes.

2.2.12 Proceso de desmineralización y remineralización dentaria

El balance del proceso de desmineralización y remineralización se considera como la forma única o natural de mantener los dientes sanos y fuertes, generando como esto un impacto muy importante en la prevención de la caries dental. ⁽²⁰⁾

Desmineralización:

En condiciones fisiológicas normales el pH salival es de 6,2 a 6,8. En esta condición los cristales de hidroxiapatita componente principal del esmalte, se encuentran estables, pero cuando el pH salival desciende, por acción de los ácidos, (láctico y acético), resultantes del metabolismo bacteriano, en presencia de CHO, hasta un nivel de 5,5 conocido como el pH crítico de la hidroxiapatita adamantina los cristales se disocian y tienden a difundirse hacia el medio externo, a este proceso se le denomina desmineralización. La cual demanda aproximadamente 20 minutos para producirse.

Remineralización:

Consiste en el reemplazo de los minerales que el diente ha perdido previamente y su consecuente reparación el proceso de remineralización permite que la pérdida de iones fosfato, calcio y otros minerales, puedan ser reemplazados por los mismos u otros iones provenientes de la saliva, incluye también la presencia de fluoruro, que va fomentar la formación de cristales de fluoroapatita.

Fig.6 PROCESO DE DESMINERALIZACIÓN / REMINERALIZACIÓN



Fuente: <http://justosierra.com/universidad/estomatologia/>.pdf

El principal factor para favorecer el proceso de remineralización es la saliva. Está por sus características físicas y su composición química proporciona a la cavidad bucal un sistema de defensa que permite al diente resistir los embates acidogénicos y favorece una reparación limitada a la estructura dental dañada. La presencia de fluoruro va a ayudar a la recuperación mineral de la lesión, favoreciendo a la formación de cristales de flúor hidroxiapatita y la interacción con el calcio y el fosfato, para lograr un crecimiento más rápido de cristales y que estos sean más grandes y menos solubles al ataque de los ácidos.

FIG. 7 EFECTO PROTECTOR DE LA SALIVA



Fuente: <http://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/angelacristinapalominorivera.pdf>

2.2.13 Toxicología del flúor

Todos los elementos son venenosos, y no hay ninguno que no lo sea. Sólo la correcta dosificación hace la diferencia entre un veneno y un remedio.

Intoxicación aguda:

Ocurre cuando hay un contacto con flúor por poco tiempo pero en altas concentraciones, la intoxicación aguda es el resultado de la ingesta accidental de dosis excesivas de flúor, al agua potable en plantas de fluoración o la ingestión masiva casual.

La toxicidad de las pastas de dientes convencionales es muy baja. La concentración estándar es de 0.1% de flúor y de 0.05% en las pastas infantiles.

La sintomatología inmediata más comúnmente observada es vómitos, dolores abdominales, náusea, sudoración, cefalea, diarrea y en casos más graves convulsiones, paro respiratorio y paro cardíaco. Según la ADA la dosis de tolerancia segura es de 8 a 16 mg de flúor / kg de peso y la dosis letal aguda de 32 a 64 mg de flúor / kg de peso.

Intoxicación crónica.

La intoxicación crónica es el resultado de la ingesta de dosis por encima de los niveles terapéuticos y que clínicamente se manifiesta como fluorosis dental, Hipo mineralización del esmalte debido a una sobreexposición de flúor durante la formación dentaria.

Actualmente se cree que la toxicidad crónica puede llegar a involucrar otras funciones orgánicas como la función renal, muscular y nerviosa aunque ninguno de los estudios epidemiológicos realizados ha encontrado evidencia alguna que sustente esta hipótesis.

La fluorosis esquelética se caracteriza por una excesiva mineralización de los huesos, calcificación de tendones, ligamentos y exóstosis; se ha observado únicamente en trabajadores en contacto directo con espatoflúor y en zonas con aguas de consumo público con niveles de concentración de flúor de más de 20 mg Una fluorosis puede agravar una enfermedad renal preexistente y alterar otros procesos metabólicos del organismo.

2.2.14 Técnicas de análisis para flúor:

En la actualidad existen diferentes tipos de técnicas para análisis de flúor; la cromatografía de gases, la cromatografía de intercambio iónico, la resonancia magnética nuclear, colorimetría y el método potenciométrico con

electrodo de ión selectivo de flúor, el más utilizado para el análisis de flúor (ISE).

- **Método Colorimétrico:**

Consiste en la reacción de flúor presente en la muestra, previamente acidificada con nitrato de torio, para formar un complejo que se colorea con el indicador rojo de alizarina; luego de la determinación se realiza por comparación del color obtenido en la muestra frente a un estándar de flúor de concentración conocida. Esta técnica semicuantitativa requiere que la cantidad adicionada de nitrato de torio sea exactamente la misma tanto en la muestra como en el estándar y que la comparación del color se realice en el punto final de la reacción. Cuando se aplica este método en alimentos, estos deben ser llevados a cenizas con una sal fundente, tratadas con ácido perclórico y luego destiladas. ⁽²¹⁾

- **Método de cromatografía de gases**

Este método debe emplearse para determinar ion flúor en caso de que los productos cuenten con más de un mes de elaboración o en aquellos casos donde la formación de complejos con iones divalentes dificulta su identificación por medio del método de ión selectivo. Sirve para determinar el fluoruro total en pastas dentales, es aplicable en pastas dentales a base de sílice , fosfato de calcio, carbonato de calcio, bicarbonato, y aluminio como abrasivo y con un contenido de fluoruro de sodio, monofluorofosfato de sodio, hexafluorosilicato de sodio, fluoruro de estaño.

El principio de este método es que la muestra se dispersa en una solución de cloruro de sodio; el fluoruro se convierte en condiciones ácidas a su derivado de trimetilfluorosilano que se extrae con tolueno conteniendo n-pentano como estándar interno. El fluoruro se determina mediante cromatografía de gas capilar y se calcula mediante los picos en el área de integración, con referencia a factores de respuesta determinados con anterioridad o mediante una gráfica de calibración. ⁽¹⁴⁾

- **Método de Resonancia Magnética Nuclear para determinación de ion flúor**

Se emplea para determinar ion flúor en los productos con más de un mes de elaboración o en aquellos casos donde la formación de complejos con iones divalentes dificulta su identificación por medio del método de ión selectivo.

Es aplicable para determinar y cuantificar fluoruro soluble dentro de un rango de 300 ppm a 4000 ppm F^- .

El principio de este método consiste que una muestra que contiene fluoruro se coloca en un campo magnético externo. Los núcleos de fluoruro se alinean con la dirección de dicho campo. Se introduce un pulso electromagnético corto en la muestra, que modifica la alineación de los núcleos de fluoruro. Cuando termina el pulso, los núcleos regresan a su posición de equilibrio en la dirección del campo magnético, y al hacerlo emiten radiación electromagnética que puede detectarse como una señal de frecuencia de radio (RF). La fuerza de esta señal RF es proporcional a la cantidad de fluoruro en la muestra, y posteriormente se compara con una curva estándar externa obtenida de un tratamiento similar de soluciones de fluoruro de sodio o monofluorofosfato de sodio.

- **Método de ión Selectivo para determinar flúor:**

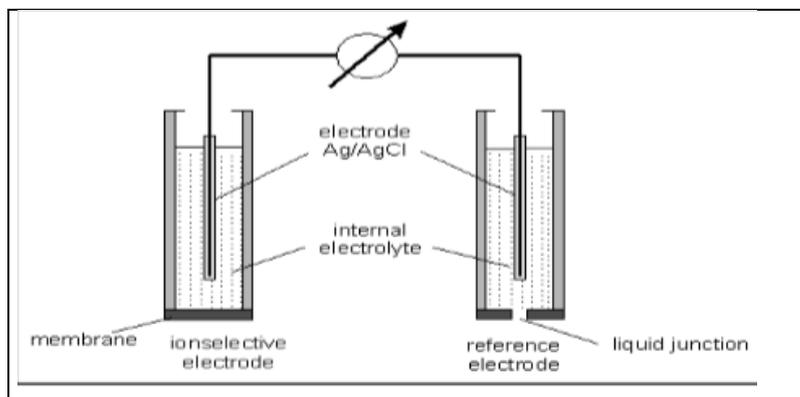
Este método se utiliza para medir el fluoruro total como % de F^- por potenciometría directa en insumos odontológicos y productos higiénicos odontológicos recién fabricados o con poco tiempo en anaquel debido a su limitante para determinar ión flúor presente en complejos formados con iones divalentes. La muestra es suspendida con solución amortiguadora para reducir la formación de complejos de fluoruro con cationes polivalentes. Posteriormente se compara el potencial generado por un electrodo selectivo de ión fluoruro contra un electrodo de referencia en la muestra en suspensión empleando una curva de calibración derivada de una serie de estándares.

El electrodo de fluoruro empleado es un sensor selectivo cuyo elemento clave es el cristal de fluoruro de lantano a través del cual se establece una potencia compuesta de soluciones de fluoruros a diversas

concentraciones. El electrodo reporta directamente la concentración de fluoruros en la suspensión. La actividad del ión depende del total de la fuerza iónica casi uniforme, un pH ajustado y una separación de los complejos formados de tal manera que el electrodo determina la concentración total existente.

El método tiene una sensibilidad capaz de detectar 1 ppm de ion fluoruro.

Fig. 8 Figura de electrodo de ión selectivo



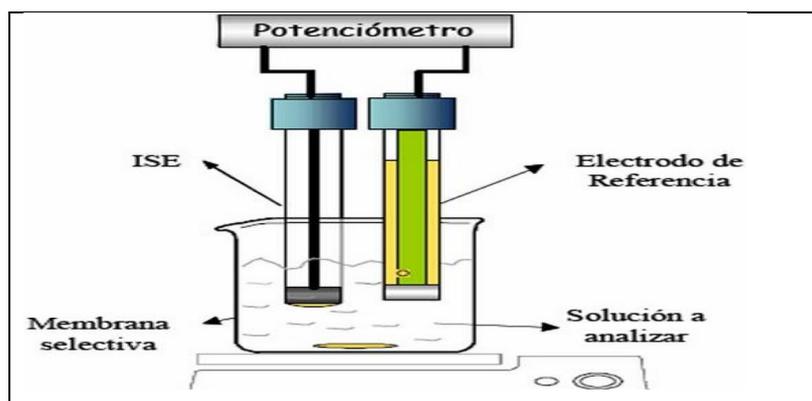
Fuente: <http://quimica.laguia2000.com/enlaces-quimicos/electrodo-ion-selectivo>

En la figura 8 se muestra a un electrodo de ion selectivo de fluoruro está diseñado para medir concentraciones y actividades de fluoruro, la membrana está ubicada en la parte inferior del electrodo, es un electrodo indicador que necesita trabajar siempre junto a uno de referencia.

Es especialmente indicado para el análisis de aguas potables y minerales, aguas de mar, pasta dentales, leche, baños galvánicos, etc.

El tipo de membrana es de cristal de lantano LaF_3 y el electrolito del electrodo de referencia es acetato de litio LiCH_3COO 0.1 M.

Fig.9 Método Potenciométrico utilizando un electrodo de ión selectivo (ISE)



Fuente: <http://sensorpotenciometrico.blogspot.com>

2.3 Definición de términos básicos:

Dentífrico: cualquier sustancia o combinación de sustancias especialmente preparada para el usuario, para la limpieza de las superficies de los dientes.

Flúor: es un gas de color amarillo, tóxico y muy reactivo. Pertenece al grupo de los halógenos, abundante en la corteza terrestre. Símbolo químico F y número atómico 9. Se presenta generalmente como ión fluoruro.

Fluoruros: remineralizador de la pieza dentaria, le confiere mayor resistencia al ataque del ácido disminuye la solubilidad del esmalte e interfiere en el metabolismo bacteriano, frente a concentraciones bajas y constantes de fluoruro el estreptococos mutans.

Fluoruro tópico: se aplica localmente en la estructura dentaria y ejerce su actividad directa en la misma.

Fluoruro sistémico: es administrado en forma natural o artificial, ingresa al organismo por medio de diferentes vehículos, con el objetivo de producir efecto sobre la estructura dental, huesos y fluidos corporales.

Fluoruro total: cantidad de flúor que se encuentra en una muestra conteniendo el flúor proveniente de todos los materiales que componen la fórmula.

Compuestos de fluoruros inorgánicos: fluoruro de sodio (NaF), fluoruro estañoso (SnF_2), fluoruro de amonio (NH_4F), monofluorofosfato de sodio (Na_2FPO_3), fluoruro fosfatado acidulado (apf), fluoruro de calcio (CaF_2), fluoruro de potasio (kf) y fluoruro de aluminio (AlF_3).

Compuestos de fluoruros orgánicos: aminas fluoruradas y fluoruros de silano.

Flúor soluble: fluoruro que va a tener la capacidad de disociarse de la masa homogénea del dentífrico y poder así llegar al esmalte dentario en el proceso de desmineralización y re mineralización.

Flúor insoluble: fluoruro que no va a tener la capacidad de disociarse de la masa homogénea del dentífrico debido a la ligazón que pueda tener éste al sistema abrasivo.

Concentración de flúor en dentífricos: los dentífricos deben presentar alrededor de 1000 a 1,500 ppm de flúor.

Ppm: es un indicador de la cantidad de fluoruro que encontramos en la composición del dentífrico en función de la masa o volumen, hace referencia a partes por millón.

Ión: se define al ión como un átomo o molécula que perdió su neutralidad eléctrica porque ha ganado o perdido electrones de su dotación, originalmente neutra, fenómeno que se conoce como ionización. Los iones cargados negativamente, producido por la ganancia de electrones, se conocen como aniones y los cargados positivamente, consecuencia de una pérdida de electrones, se conocen como cationes.

Envase primario: a los elementos del sistema de envase que están en contacto con el insumo.

Envase secundario: a los componentes que forman parte del empaque en el cual se comercializa el insumo y no están en contacto directo con él.

Caries dental: es una enfermedad infecciosa de etiología multifactorial. Es un proceso dinámico de períodos alternados de desmineralización y re mineralización, caracterizada por la destrucción localizada y progresiva de los tejidos duros del diente.

Fluorosis dental: es una anomalía de la cavidad oral, en especial de las piezas dentales originadas por ingestión excesiva y prolongada de flúor.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

- **Descriptiva:** Se describió todo el proceso de investigación de los resultados obtenidos y procesos conocidos.

3.1.2 Método

- **Transversal:** se trabajó de noviembre de 2013 a enero de 2014, las variables son medidas en un momento dado y tiempo definido.
- **Cuantitativo:** Se recogió los datos analizados de las muestras, la concentración de flúor en las pastas dentales y se comparó con los indicadores correspondientes.

3.2 Población y Muestreo de la Investigación

3.2.1 Población

Comprende a dos tipos de marcas comerciales de pastas dentales Dento anti caries y Oral B., como muestras representativas comercializadas en las boticas del distrito de Independencia.

3.2.2 Muestra

La muestra utilizada son pastas dentales comercializadas en la botica del distrito de independencia. El tamaño de la muestra es de cuatro pastas dentales, 2 que contiene fluoruro de sodio de la misma marca comercial (ORAL B) y 2 que contienen monofluorofosfato de sodio de la misma marca comercial (DENTO).

3.3 Variables e Indicadores

Variable Independiente (X):

VARIABLE (X)	DIMENSIONES	INDICADORES
Pastas dentales	Pastas dentales comercializadas en las boticas del distrito de Independencia	Marcas Comerciales de pastas dentales.

Variable Dependiente (Y):

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Concentración de flúor en las pastas dentales.	- 02 pastas dentales que contienen fluoruro de sodio (Na F) .	PPM (partes por millón) Fluoruro de sodio (Na F)
	- 02 pastas dentales con monofluorofosfato de sodio (Na MFP)	PPM (partes por millón) Monofluorofosfato de sodio (Na M FP)

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Recolección de datos

Una vez recolectados los datos es decir las lecturas de las muestras con fluoruros por medio de los electrodos, se procedió llevar estos datos a una curva de calibración.

3.4.2 Técnicas:

Las muestras fueron analizadas bajo el estudio de validación de método de ensayo, Determinación de flúor en pastas dentales por el método de ión selectivo, realizado por el Laboratorio de Química del Centro Nacional de Alimentación (CENAN- INS)

La determinación de la concentración de flúor se realizó por medio del potenciómetro de ion selectivo de flúor.

Para la determinación de flúor en pastas dentales se debe cumplir los siguientes aspectos:

- Un electrodo selectivo de ion flúor con un potenciómetro, ambos en perfecto estado de funcionamiento y calibración.
- Un tratamiento adecuado de la muestra, y muy bien elaborado para así garantizar un apropiado aislamiento del flúor y los demás componentes de la pasta dental.
- Adecuada calibración del equipo.
- Tanto muestras como estándares deben estar a la misma temperatura.

- **Método Potenciométrico con electrodo de ión selectivo (ISE):**

Es un nuevo método analítico destinado a la determinación de fluoruro total en pasta dentales; el método fue desarrollado para el control de calidad rutinario de estas preparaciones que contienen fluoruro de sodio NaF y monofluorofosfato de sodio Na MFP como ingredientes activos, además el procedimiento presenta la ventaja de ser rápido, sencillo y económico.

El potenciómetro de ion selectivo se usa ampliamente para el análisis de aguas potables y minerales, aguas de mar, pasta dentales, leche, baños galvánicos, etc.

Este método es el más utilizado para el análisis de flúor en pastas dentales el procedimiento se basa en el potencial de una solución que contiene iones fluoruro, cuando se sumerge dentro de ella un electrodo específico para fluoruro y un electrodo de referencia, creándose una corriente eléctrica entre la solución muestra y la

solución interna del electrodo de ión selectivo, cuyo potencial será la medida de la concentración de fluoruro

- **Selección y recolección de las muestras**

Se emplearon dos tipos diferentes de muestras ORAL B y DENTO haciendo un total de cuatro pastas dentales, 2 que contiene fluoruro de sodio de la misma marca comercial (ORAL B) y 2 que contienen monofluorofosfato de sodio de la misma marca comercial (DENTO).

Tabla .4 **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PASTAS DENTALES COMERCIALIZADAS EN LAS BOTICAS DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA**

Nº	MARCA COMERCIAL	PRESENTACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO	PROCEDENCIA	CONCENTRACIÓN DE FLÚOR(PPM)
1	Dento anti caries	Pastas en tubo colapsible. Contenido neto: 75 ml/ 114 gr.	06/16	Hecho en Perú	Monofluorofosfato de sodio (1500 ppm Flúor)
2	Oral B	Pastas en tubo colapsible Contenido neto: 75 ml	07/15	Hecho en México	Fluoruro de sodio (1450 ppm flúor).

Fuente y elaboración propia

- **Procedimiento:**

- Se pesaron 0,24 g a 0.26g de muestra problema (pasta dental) en un vaso de polietileno de 50 ml, luego se adicionó 0,5 ml ácido clorhídrico, 10 ml de agua ultra pura y se llevó a baño maría a 90°C por 20´.
- Luego esta solución se retira y transfiere la muestra a una fiola de polietileno de 50 ml, lavando el vaso con agua ultra pura, luego se enrasa.
- Se mide con una pipeta volumétrica de 20 ml la muestra preparada y se coloca en una vaso de polietileno de 50 ml, más 20 ml de la solución TISAB.
- Después de haber calibrado el equipo, se procede a tomar lecturas de las muestras.

Se empleó el reactivo TISAB, ya que ajusta la fuerza iónica del medio en que se sumergen los electrodos.

Tabla. 5 PESOS DE LA MUESTRA PROBLEMA (PASTAS DENTALES)

MARCA COMERCIAL	PRESENTACIÓN	CONCENTRACIÓN DE FLÚORUROS (PPM)	PESO DE LA MUESTRA PROBLEMA
Dento anti caries 1	Contenido neto: 75 ml/ 114 gr.	Monofluorofosfato de sodio (1500 ppm Flúor)	0,24 g
Dento anti caries 2	Contenido neto: 75 ml/ 114 gr.	Monofluorofosfato de sodio (1500 ppm Flúor)	0,25 g
Oral B 1	Contenido neto: 75 ml	Fluoruro de sodio (1450 ppm flúor).	0,26 g
Oral B 2	Contenido neto: 75 ml	Fluoruro de sodio (1450 ppm flúor).	0,25 g

Fuente y elaboración propia

- **Preparación Neutralizadora de Ion Resistente y PH (Solución Amortiguadora TISAB)**

El estudio de validación de determinación de flúor en pastas dentales por el método de ión selectivo, realizado por el Laboratorio de Química del Centro Nacional de Alimentación (CENAN- INS) indica que para preparar la solución TISAB es:

- Disolver 170 gr de nitrato de sodio, 18 ml, Ácido acético glacial, 40.8gr, Acetato de sodio y 1.5 g Na₂ EDTA en 500 ml de agua Ultra pura.

- Transferir a una fiola de 1000 ml y enrasar.

Para el procedimiento de este trabajo se preparó 200 ml de TISAB:

Esta solución se preparó con 200 ml de agua ultra pura en un vaso de precipitado, a la que se agregó 34 gr de nitrato de sodio NO_3Na , 3,6 de ácido acético glacial, 8,16 gr de acetato de sodio, 0,30 gr EDTA.

- Luego se trasvasó a una fiola de 200ml se mezcló hasta su disolución, luego almacenar en un envase de plástico.
- Después de disolver los reactivos ajustar el reactivo TISAB debe estar entre 5 y 5.5, de lo contrario ajustar con solución de Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Es importante la solución TISAB ya que reduce la formación de complejos de fluoruro con aluminio, hierro, sílice, y otros cationes polivalentes.

- Preparación de la curva patrón:

- **Para establecer la curva patrón**

Se preparó una solución Stock de 150 ppm (mg/ml) a partir del estándar de flúor de 1000 ppm.

A partir del stock se preparan soluciones de 1 y 10 ppm. Seguidamente, se tomó 20 ml de cada solución y se les adicionó 20 ml del reactivo TISAB.

- **Para calibrar el equipo:**

Se colocó los electrodos de flúor y el de referencia en la solución y se agitó durante tres minutos, por último, se realizó por separado la lectura de los estándares 1 y 10 ppm.

- **Para determinar la concentración de flúor**

En la muestra se pipeteó 20 ml de la muestra problema, se vertió en un vaso precipitado de 50 ml, y se adicionó 20 ml del reactivo TISAB, luego, se colocó dentro de la muestra los electrodos de flúor y el de referencia, se agitó durante 3 minutos y, finalmente, se realizó la lectura de concentración de flúor que fue expresada en ppm.

- **Materiales y reactivos:**

- **Estándares de fluoruros:**

- Fluoruro de sodio
- Monofluorurofosfato de sodio.

- **Reactivos:**

- Ácido clorhídrico p.a.
- Ácido acético p.a.
- Nitrato de sodio.
- Acetato de sodio.
- EDTA Na₂.

- **Materiales de vidrio y plástico:**

- Vaso de polietileno de 50 ml
- Fiola de polietileno de 50 ml
- Fiola de 1000 ml
- Pipeta volumétrica de 20 ml
- Pipeta volumétrica de 10 ml
- Pipeta volumétrica clase A de 0.5 ml
- Micropipeta eppendorf de 100 a 1000 μ L
- Papel toalla
- Tips para micropipeta.

- **Equipos**

- Se utilizó un potenciómetro y analizador ión selectivo thermo scientific modelo ORION dual star-serie E03816.
- Electrodo selectivo para F⁻
- Electrodo de referencia de Ag/AgCl

3.4.3 Instrumentos:

El instrumento viene a ser la validación de método de ensayo, Determinación de flúor en pastas dentales por el método de ión selectivo, brindado por el laboratorio CENAN en donde se realizó las lecturas de las muestras con fluoruros. Una vez obtenidos los datos fueron procesados con el programa Excel. Los resultados serán presentados en cuadros y gráficos para analizarlos e interpretarlos.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados:

Los resultados fueron obtenidos por parte del laboratorio CENAN, los resultados se han detallado en tablas para su mayor comprensión.

Se realizó la lectura de concentración de flúor que fue expresada en ppm.

- Para establecer la curva patrón

Se preparó una solución Stock de 150 ppm (mg/ml) a partir del estándar de flúor de 1000 ppm. A partir del stock se preparan soluciones de 1 y 10 ppm. Seguidamente, se tomó 20 ml de cada solución y se les adicionó 20 ml del reactivo TISAB. Dando las siguientes lecturas.

Tabla.6 LECTURAS DEL ESTÁNDAR EN MILIVOLTIOS

ESTÁNDAR DE FLUORUROS (ST)	LECTURAS MILI VOLTIOS (MV)
1 ppm de flúor	15,7 mv
10 ppm de flúor	- 38,2 mv

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6.

Se puede observar, que el estándar de 1 ppm de flúor la lectura nos dio 15,7 mv, y el estándar de 10 ppm de flúor no dio una lectura de -38,2 mv.

- Para determinar la concentración de flúor

En la muestra se pipeteó 20 ml de la muestra problema, se vertió en un vaso precipitado de 50 ml, y se adicionó 20 ml del reactivo TISAB, luego, se colocó dentro de la muestra los electrodos de flúor y el de referencia, se agitó durante 3 minutos y, finalmente, se realizó la lectura de concentración de flúor que fue expresada en ppm. Dando las siguientes lecturas.

Tabla.7 LECTURAS DE LAS PASTAS DENTALES POR EL ELECTRODO DE IÓN SELECTIVO

Marca de pasta dental	Mili voltios (mv)	Partes por millón (ppm de flúor)
Dento 1	-12,94 mv	3,32 ppm
Dento 2	-12,1 mv	3,28 ppm
Oral B 1	-12,7 mv	3,36 ppm
Oral B 2	-10,7 mv	3,09 ppm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7.

Se puede apreciar las siguientes lecturas;

La muestra **Dento 1** con un peso de 0,24 gr nos dio una lectura de -12,94 milivoltios y 3,32 ppm de flúor.

La muestra **Dento 2** con un peso de 0,25 gr nos dio una lectura de -12,1 milivoltios y 3,28 ppm de flúor.

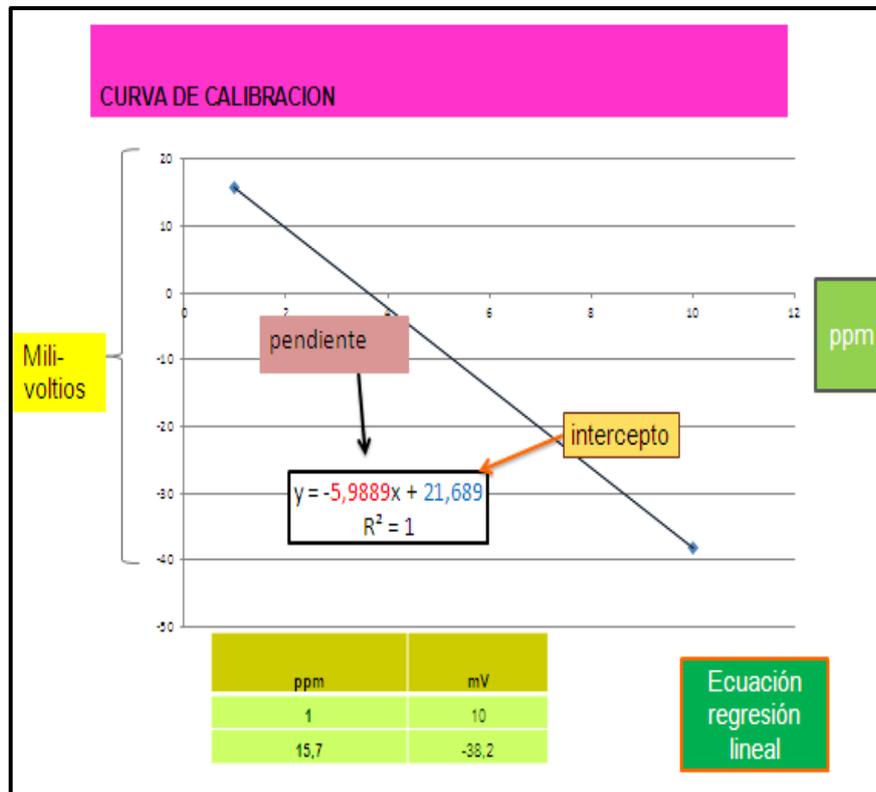
La muestra **Oral B 1** con un peso de 0,26 gr nos dio una lectura de -12,7 milivoltios y 3,36 ppm de flúor.

La muestra **Oral B 2** con un peso de 0,25 gr nos dio una lectura de -10,7 milivoltios y 3,09 ppm de flúor.

La muestra **Oral B 1** presenta el valor máximo de concentración de flúor **3,36** ppm de flúor, seguido de la muestra **Dento 1** con un valor de **3,32** ppm de flúor, en tercer lugar **Dento 2** con un valor de **3,28** ppm de flúor, y el valor mínimo de concentración de flúor el **Oral B 2** con un valor de **3,09** ppm de flúor.

Se realizó la curva de calibración para poder obtener las concentraciones de flúor en las pastas dentales.

CURVA DE CALIBRACION



ppm	mV
1	10
15,7	-38,2

Muestra	mV
Dento	-12,94
Dento	-12,10
Oral B	-12,70
Oral B	-10,70

$$y = ax + b$$

Donde y = son los milivoltios medidos

X= son las ppm F⁻

Tabla. 8 **CÁLCULOS**

$$\text{Dento 1 } x = \frac{-12,94 - 21,689}{-5,9889} = 5,7821971 \text{ ppm}$$

$$\text{Dento 2 } x = \frac{-12,1 - 21,689}{-5,9889} = 5,6419376 \text{ ppm}$$

$$\text{Oral B 1 } x = \frac{-12,7 - 21,689}{-5,9889} = 5,7421229 \text{ ppm}$$

$$\text{Oral B 2 } x = \frac{-10,7 - 21,689}{-5,9889} = 5,4081718 \text{ ppm}$$

M. P	Concentración de Flúor
$\text{Dento 1} = \frac{5,78219706 \times 50}{0,24 \text{ gr}} =$	1204,62439 ppm F
$\text{Dento 2} = \frac{5,64193758 \times 50}{0,25 \text{ gr}} =$	1128,38752 ppm F
$\text{Oral B 1} = \frac{5,74212293 \times 50}{0,26 \text{ gr}} =$	1104,25441 ppm F
$\text{Oral B 2} = \frac{5,40817178 \times 50}{0,25 \text{ gr}} =$	1081,63436 ppm F

Fuente: Elaboración propia

Tabla.9 COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACION DE FLÚORUROS EN PASTAS DENTALES DECLARADOS EN EL ENVASE MEDIATO VS LAS CONCENTRACIONES DE FLÚOR OBTENIDAS EN LAS LECTURAS POR EL MÉTODO DE IÓN SELECTIVO

MARCA COMERCIAL	CONCENTRACIÓN DE FLÚORUROS (PPM) DECLARADOS EN EL ENVASE MEDIATO E INMEDIATO	CONCENTRACIÓN DE FLÚORUROS (PPM) OBTENIDOS DE LAS LECTURAS POR EL IÓN SELECTIVO DE FLÚOR.
Dento1 F.V06/16	Monofluorofosfato de sodio (1500 ppm Flúor)	1204,62439 ppm
Dento 2 F.V06/16	Monofluorofosfato de sodio (1500 ppm Flúor)	1128,38752 ppm
Oral B 1 F.V 07/15	Fluoruro de sodio (1450 ppm flúor)	1104,25441 ppm
Oral B 2 F.V 07/15	Fluoruro de sodio (1450 ppm flúor).	1081,63436 ppm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9.

Las concentraciones de flúor encontradas en las muestras de las pastas dentales, no superan los límites permisibles de concentración de flúor según la Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las Pastas Dentales (MINSa) que es una concentración de 1000 a 1500 ppm F⁻.

Se ha hallado que la muestra de la Marca **Dento 1** nos dio un valor de 1204,62439 ppm presenta el valor máximo de concentración de flúor.

La muestra de la Marca **Dento 2** tiene como resultado 1128,38752 ppm de concentración de flúor.

La muestra de la Marca **Oral B 1** nos dio como resultado 1104,25441 ppm de concentración de flúor.

La muestra de la Marca **Oral B 2** 1081,63436 ppm de flúor, siendo el valor mínimo que se obtuvo en el análisis.

Sin embargo, se ha hallado que todas las muestras de las pasta dentales Dento y Oral B están por debajo de la concentración de flúor, como indica en su envase mediato.

CONCLUSIONES

1. Las concentraciones de flúor encontrado en las muestras de las pastas dentales, distribuidas en las boticas del distrito de independencia cumplen con los límites permisibles según la Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las Pastas Dentales (1000 a 1500 ppm F⁻).
2. Se comprobó que todas las muestras de las pastas dentales Dento y Oral B analizadas por el método de electrodo ión selectivo están por debajo de la concentración de flúor, declarados en su envase mediato e inmediato.
3. Se encontraron concentraciones de fluoruro de sodio (NaF) y monofluorofosfato de sodio (Na MFP) en las pastas dentales.
4. La muestra con mayor concentración de flúor en las pastas dentales es la marca Dento 1 con una concentración de 1204,62439 ppm
5. La muestra con menor concentración de flúor en las pastas dentales es la marca Oral B 2 con una concentración de 1081,63436 ppm

RECOMENDACIONES

1. Monitorear y hacer seguimiento a las industrias fabricantes de pastas dentales a que estos cumplan con Norma Técnica Sanitaria de Calidad para las pastas dentales (MINSA) el cual especifica un rango de concentración de flúor.
2. Se recomienda que en el envase mediano, es decir el empaque de la pasta dental se encuentre impresa los ingredientes activos, ingredientes inactivos, registro sanitario, fecha de fabricación y expiración, y que estos se encuentren en español para su fácil comprensión.
3. Realizar más estudios de análisis sobre la determinación de flúor en pastas dentales de mayor consumo entre la población, el cual nos permite dar a conocer eficacia y seguridad de las pastas dentales.
4. Recomendar que futuras investigaciones analicen el nivel de concentración de flúor en sal, agua, orina y el nivel de exposición de flúor que está expuesta la población del interior del país, para poder así determinar la cantidad promedio de flúor en las pastas dentales destinados a estos lugares.
5. Realizar análisis de determinación de flúor en pastas dentales por el método de electrodo de ión selectivo, por ser un método que presenta la ventaja de ser rápido, sencillo, las muestras no necesitan un tratamiento demasiado complejo antes de la lectura, y económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Resolución Ministerial No 454-2001-SA/DM 27/07/2001.- R.M. N° 454-2001-SA/DM.- Aprueba Norma Técnica Sanitaria para la Adición de Fluoruros en Cremas Dentales, Enjuagatorios y otros productos utilizados en la Higiene Bucal. [En Línea]. [Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2013]
2. Caro, Y. • Santiago, G. • Robles, J. C. • Cámara, M. S. • De Zan, M. M. Estrategia de validación aplicada a un método potenciométrico desarrollada para la determinación de fluoruro total en pastas dentales. Revista (FABICIB) • Año 2011 • volumen 15 • PÁGS. 74 a 83 [En Línea]. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2013]
3. RM Bulnes-López, (1) Teresa Ramón-Frías, (2) D Bermúdez-Ocaña, (3) Isela Juárez-Rojop, (4) Manuel E. Borbolla-Sala, (5) Olga E. Piña-Gutiérrez (6) Artículo original Identificación De Fluorosis Dental En Una Población Estudiantil Universitaria En El Estado De Tabasco, México mborbolla@saludtab.gob.mx [En Línea]. [Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2013]
4. De la Cruz CD, Tapia SS, Cervantes SA, Sánchez BC, Pinelo BP Ingesta de fluoruro a partir del uso de dentífricos en preescolares artículo de investigación. [En Línea]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2013] Disponible en: <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen D.ARTICULO>.
5. Revista estomatológica Herediana ISSN 1019-4355 versión impresa. [En Línea]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2013]. Uso de pasta dental con flúor en niños de 3 a 5 años de la ciudad de Trujillo. Arana AS ¹, Villa AE ².
6. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública Versión impresa ISSN 1726-4634 Rev. Perú. Med. Ex. Salud publica v.18 n.1-2 Lima ene. /jun. 2001 [En Línea]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2013]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php>

7. Fig.1 Fuente: tesis Actividad antimicrobiana de plantas sobre microorganismos criogénicos .Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias Básicas.

8. Fluorosis dental flúor y caries. Autor: César Díez Cubas editorial visión libros [En Línea]. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2013].disponible en: <http://www.slideshare.net/cleoale/patologia-fluorosis-dental>.

9. Alfonso R. Gennaro. Remington Farmacia, Volumen 2

10. J.B. Wilkinson-R .J.Moore cosmetología de Harry ediciones días santos,

11. Héctor René Pirir Coj. Determinación de la concentración de flúor, por medio de un método selectivo, en pastas dentales comercializadas en la República de Guatemala” [Tesis doctoral]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; Nov. 2010

12. Fluorosis dental [En Línea]. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2013]. Disponible en:<http://www2.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/c7371f7e-3ed8-11de-ac1c-2ff2cc426c4d/FluoryFluorosisWeb.pdf>

13. Fig.2 Flúor En Línea]. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2013]. Disponible en: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/f.htm>

14. Normas Oficiales Mexicanas SSA1 Fuente: Diario Oficial de la Federación Fecha de publicación: 30 de Julio del 2003 proyecto de norma oficial mexicana, límites máximos de concentración de fluoruros en productos higienico-odontologicos e insumos de uso odontológicos fluorados PROY NOM-219-SSA1-2002

15. Miguel Atuncar Guzmán. Concentración de fluoruros contenidos en los dentífricos en función a la temperatura. [Tesis doctoral]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002

16. Fig. 4 Estructura química de MFP. En Línea]. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2013]. Disponible en: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/sodium-monofluorophosphate-usp-24-cas-no-10163-15-2--283454071.html>

- 17.** Fig.5 Mecanismos de acción del flúor en la prevención de la caries dental
Fuente: promoción de la salud bucal, autor: Isidro Vitoria Miñana (Unidad de Nutrición y Metabolopatías. Hospital La Fe. Valencia.
- 18.** Dr. Carlos Carrillo Sánchez MSD, Desmineralización y remineralización
El proceso en balance y la caries dental. Revista Práctica Clínica [Fecha de consulta: 05 de Diciembre de 2013]. enero-febrero. vol. Ixvii. Número 1. Pp 30-2 Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od101g.pdf>
- 19.** Fig.6 Proceso de Desmineralización / Remineralización Disponible en: <http://justosierra.com/universidad/estomatologia/UnaActual.pdf>.
- 20.** Fig.7 Efecto protector de la saliva. [En Línea]. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2013]. Disponible en: <http://www.cop.org.pe/bi/investigacionbibliografica/angelacristinapalominorivera>
- 21.** Diccionario [En Línea]. [Fecha de consulta: 08 de Diciembre de 2013]. Disponible en. <http://www.slideshare.net/OrnellaPenelope/etiologia-caries-dental>.
- 22.** MÉTODO CENAN DQ-ME.24 Determinación de flúor en pastas dentales, Método potenciométrico de ión selectivo.

ANEXOS

Anexo1: Tabla

SEGÚN LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ODONTOPEDIATRÍA NOS MENCIONA QUE LA UTILIZACIÓN DE LOS DENTIFRICOS SE REALIZARÁ DE ACUERDO A LA EDAD DE LOS PACIENTES	
• Los niños menores de dos años:	Deben realizarse cepillado sin pasta.
• De 2 a 6 años:	Emplear "medio grano de arroz" de pasta dentífrica que contenga menos de 500 ppm.
• Mayores de 6 años:	utilizar del tamaño de "un guisante" de pasta dentífrica que contengan de 500-1000 ppm

