

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**Universidad de El Salvador**

*Hacia la libertad por la cultura*

**DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE FLUOR EN LECHE  
MATERNA EN LOS MUNICIPIOS DE OZATLAN Y EL SAUCE  
APLICANDO POTENCIOMETRIA DIRECTA**

**TRABAJO DE GRADUACION  
PRESENTADO POR**

**ROSELIA JOSEFINA GOMEZ CEDILLOS  
VANESSA MARGARITA RODRIGUEZ MEJIA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

**DICIEMBRE 2008**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR CENTRO AMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

MSC. RUFINO QUEZADA SANCHEZ

**SECRETARIO GENERAL:**

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO:**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIA:**

MSC. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

## **COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION**

### **COORDINADORA GENERAL**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

### **ASESORA DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS COSMETICOS Y VETERINARIOS.**

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

### **ASESORA DE AREA DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

MSc. Sonia Maricela Lemus Martínez

### **DOCENTE DIRECTOR**

Licda. Zoila Isabel Sorto de Alarcón

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso por permitirnos culminar una de nuestras metas, por darnos bendiciones y seguir adelante con nuestros propósitos.

A Licda. Isabel Sorto de Alarcón por bríndanos su apoyo y orientación.

Al Dr. Rafael Cedillos director del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud, Universidad de El Salvador CENSALUD, por permitirnos hacer uso de las instalaciones de dicho centro.

Al comité de graduación por sus consejos en la realización de este trabajo.

Licda. Maria Concepción Odette Rauda Acevedo

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

MSc. Sonia Mariela Lemus Martínez

A la Dra. Mary Tere Salas e Ing. Jesús Gómez Salgado Centro Nacional de Referencia de Salud Oral CNRSO de Costa Rica por su valiosa colaboración y orientación en la realización del desarrollo experimental.

Ing. Joaquín Barrientos por su dedicación y colaboración.

Ing. Julio Alvarado Gerente de Gestión de Calidad del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS; Ing. Antonio Rivas Mata Gerente Técnico de Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillado ANDA por proporcionarnos información de referencia

A los Doctores Roberto Moràn Unidad de Salud de Ozatlàn y Maria del Rosario Orellana Unidad de Salud de El Sauce por su valiosa ayuda en el sentido de canalizar la recolección de las muestras.

Y finalmente un agradecimiento muy especial a todas las madres por su colaboración, aporte y confianza que nos brindaron para la realización de esta investigación.

ROSELIA,VANESSA

## **DEDICATORIA**

Dedico este esfuerzo a Dios por permitirme la vida y por darme muchas bendiciones.

A la Virgen de Guadalupe por escuchar todas mis oraciones y peticiones.

A mi madrecita linda Ofelia del Carmen Cedillos de Gómez por todo su amor, esfuerzo y sacrificio por darnos todo su apoyo incondicional a mis demás hermanos y a mi, Que Dios la bendiga siempre te amo mucho ,no olvididare tu frase favorita "El que no ve adelante atras se queda".

A mi padre José Rodolfo Gómez Santos por todo su amor, esfuerzo y, por apoyarme en todo momento y bajo cualquier situación que estuviera viviendo.

A mis hermanos por todo su apoyo, por creer en mi, por darme bienestar en todo momento.

A mi amiga y compañera de trabajo Vanessa Margarita por compartir todo este esfuerzo hasta culminarlo pese a muchos inconvenientes que nos surgieron.

A Edwin Ernesto por su apoyo incondicional.

A Yeni Mabel Mejia por su amistad, por su apoyo en el momento justo sin esperar nada a cambio, por acompañarme en muchos momentos de mi vida, siempre a mi lado gracias....Muchas gracias por todo te quiero mucho.

A mis demás amigos Josefina Rodríguez, Sonia Escalante, Marvin Rivas saben que los llevo siempre en mente y muy especial en mi corazón.

**ROSELIA**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios Todopoderoso y a nuestra Madre Santisima por darme sabiduria en todos los momentos de mi vida.

Mis padres Luis Efrain Rodriguez y Margarita de Rodriguez por todo su amor y sus sabios consejos y por el apoyo que me brindaron en el transcurso de mi carrera, gracias los quiero mucho.

A Mis dos hermanos Luis y Yani por estar siempre conmigo.

Luis Mario gracias compadre, y a toda mi familia por sus consejos.

A mi primo Juan por haberme brindado su ayuda desde muy lejos.

A mi mejor amiga y compañera Roselia por haber compartido muchas cosas, gracias y te deseo lo mejor.

También quiero dedicarle este triungo a mis amigas Silvia y a Yeni gracias por su amistad y a todos los compañeros de la Facultad con quienes comparti momentos agradables.

**VANESSA.**

## ÍNDICE

	Págs.
RESUMEN	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xix
Capítulo II	
2.0 Objetivos	22
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	24
3.1 Generalidades del flúor	24
3.2 Principales fuentes de flúor	25
3.3 Clasificación de los fluoruros	26
3.4 Transporte, distribución y transformación en el medio ambiente	27
3.5 Niveles ambientales y exposición humana	28
3.6 Compuestos en uso del flúor	29
3.7 Metabolismo del flúor	29
3.8 Efectos del flúor	30
3.9 Efectos tóxicos	32
3.9.1 Síntomas de intoxicación	33
3.9.2 Fluorosis dental	34
3.9.2.1 Fluorosis esquelética	35
3.9.3 Índice de fluorosis	36
3.9.4 Efectos del aumento de fluoruros en el suministro de agua	37
3.10 Vías de administración de flúor	38
3.10.1 Aplicación tópica	38
3.10.2 Métodos de administración de flúor por vía sistémica	39
3.11 Leche materna	39
3.11.1 Generalidades	39
3.11.2 Composición	40

3.11.3	Diferentes tipos de leche	42
3.12	Potenciómetro directa	46
3.12.1	Electrodo de referencia	47
3.12.2	Electrodo indicador	49
3.12.3	Electrodo selectivo de iones	50
3.12.4	Clasificación de iones selectivos según el estado físico de la sustancia que forma la membrana de un electrodo	54
3.12.5	Electrodo selectivo de fluoruro	55
Capítulo IV		
4.0	Diseño Metodológico	58
4.1	Tipo de estudio	58
4.2	Investigación bibliográfica	58
4.3	Investigación de campo	59
4.3.1	Condiciones previas a la toma de muestra	60
4.3.2	Toma de muestra	60
4.3.3	Transporte y condición de la muestra	61
4.3.4	Tipo de muestreo y selección de muestra	61
4.3.4.1	Intervalo de confianza de la media para muestras Pequeñas	62
4.3.4.2	Prueba de Hipótesis	65
4.3.4.3	Cumplimiento de Hipótesis	66
4.4	Principio del Método	69
4.5	Metodología analítica	70
Capítulo V		
5.0	Resultados	80
5.1	Identificar el rango de la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán, El Sauce.	80
5.2	Cuantificar la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce.	81

5.3 Comparar los resultados obtenidos en los diferentes municipios con el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).	95
5.4 Dar a conocer los resultados obtenidos a los profesionales relacionados con la salud que prescriben flúor, multivitaminas, minerales y dentífricos que impartan charlas de orientación especiales en estas comunidades sobre la ingesta de flúor.	101
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	103
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	107
Bibliografía	109
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXO N°

1. Modelo de Dirac para el átomo de Flúor.
2. Metabolismo del flúor.
3. Tipos de Fluorosis Dental.
4. Caries Dental.
5. Factores que contribuyen en la caries dental.
6. Fluorosis esquelética.
7. Aminoácidos presentes en leche materna.
8. Leche madura. Composición de calostro.
9. Potenciómetro y electrodo de ión selectivo de Flúor.
10. Mapa del departamento de Usulután. Área geográfica de Ozatlán
11. Mapa del departamento de La Unión. Área geográfica de El Sauce
12. Técnicas de extracción manual de leche materna.
13. Condiciones de mantenimiento de las muestras.
14. Hoja de recolección de datos del municipio de Ozatlán y El Sauce
15. Tabla de distribución de t student.
16. Composición de los diferentes tipos de TISAB.
17. Reactivos, materiales y equipo.
18. Preparación de estándares de calibración. Cálculos.
19. Copia autenticada por la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados. ANDA. Sobre niveles de Flúor encontrados en el agua. Año 2006.
20. Carta dirigida a directores de las unidades de salud de los municipios de Ozatlan y El Sauce y fotos de visita.
21. Carta dirigida a TERAMED solicitando agua desmineralizada para el análisis de flúor.

22. Copia autenticada de CENSALUD dirigida al MSPAS sobre información de análisis de Flúor en agua de la zona metropolitana.
23. Copia de ANDA. Información de análisis de Flúor en agua de la zona metropolitana.
24. Mapa conceptual de Orientación. Charla de orientación a madres donantes.
25. Acuerdos sobre los niveles de Flúor y los artículos según la Organización Mundial de la Salud (OMS)
26. Especificaciones para el electrodo de Flúor
27. Sensibilidad del método
28. Fotos de entrega de resumen a los municipios de El Sauce y Ozatlàn.

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Constantes Físicas	26
2. Índice de Fluorosis	36
3. Concentración de fluoruros vrs efectos	37
4. Comparación entre leche Materna y leche de vaca.	45
5. Resultados de las lecturas de estándares en milivoltios para el municipio de Ozatlán.	81
6. Resultados de las lecturas de la concentración de Flúor de las muestras en milivoltios para el municipio de Ozatlán.	83
7. Resultados de concentración de Flúor en muestras para el Municipio de Ozatlán, haciendo uso de la fórmula obtenida a partir de la Curva de Calibración.	84
8. Resultados de las lecturas de estándares en milivoltios para el municipio de El Sauce.	85
9. Resultados de las lecturas de la concentración de Flúor de las muestras en milivoltios para el municipio de El Sauce.	86
10. Resultados de concentración de Flúor en muestras para el municipio de El Sauce, haciendo uso de la fórmula obtenida a partir de la Curva de Calibración.	87
11. Resultado de lectura y Log. de los estándares para el municipio de Ozatlán.	92
12. Promedio de lecturas y cálculos de concentración de flúor en Leche materna en ppm. Para el municipio de Ozatlán.	92
13. Resultado de lectura y Log. de los estándares para el municipio de El Sauce.	93
14. Promedio de lecturas y cálculos de concentración de flúor en Leche materna en ppm. Para el municipio de El Sauce.	94

15.	Comparativo de valores individuales de concentración de Flúor obtenido en el municipio de Ozatlán.	95
16.	Cuadro comparativo de valores individuales de concentración de Flúor obtenidos en el municipio de El Sauce.	96
17.	Concentración de flúor aportado y edad de la madre para el municipio de Ozatlán.	97
18.	Relación de la concentración de flúor que recibe el bebe vrs la edad para el municipio de Ozatlán.	98
19.	Relación de la concentración de flúor vrs edad de la madre para el municipio de El Sauce.	99
20.	Relación de la concentración de flúor que recibe el bebe Vrs edad para el municipio de El Sauce.	100

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº	Pág.
1. Curva de calibración de las lecturas de los estándares en milivoltio (mV) vrs Log de la concentración en partes por Millón (ppm) para el municipio de <b>Ozatlán</b> .	82
2. Curva de calibración de las lecturas de los estándares en Milivoltio (mV) vrs Log de la concentración en partes por millón (ppm) para el municipio de <b>EL Sauce</b> .	85
3. Curva de calibración utilizando todos los datos de lectura para El municipio de <b>Ozatlán</b> , lectura en mV. Vrs. Log de concentración de estándares en ppm.	93
4. Curva de calibración utilizando todos los datos de lectura para el municipio de <b>El Sauce</b> , lectura en mV. Vrs. Log de concentración de estándares en ppm.	94
5. Relación de la concentración de flúor encontrado con el límite de OMS. <b>Ozatlán</b> .	95
6. Relación de la concentración de flúor encontrado con el límite de OMS. <b>El Sauce</b> .	96
7. Relación de la edad de la madre vrs la concentración de flúor que aporta a través de la leche materna, municipio de <b>Ozatlán</b> .	97
8. Relación de la edad del bebe vrs la concentración de Flúor que recibe a través de la leche materna, municipio de <b>Ozatlán</b>	98
9. Relación de la edad de la madre vrs la concentración de flúor que aporta a través de la leche materna, municipio de <b>El Sauce</b> .	99
10. Relación de la edad del bebe vrs la concentración de Fluor que recibe a través de la leche materna, municipio de <b>El Sauce</b> .	100

## **SIGLAS Y ABREVIATURAS**

<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>ppm:</b>	Partes Por Millón
<b>mV:</b>	Milivoltio
<b>TISAB:</b>	Total Ionic Strenght Adjument Buffer (Solucion Buffer ajustadora de la fuerza ionica total)

## RESUMEN

La leche materna es el principal alimento para el recién nacido, contiene todos los nutrientes necesarios para su crecimiento, pero existen condiciones en el medio ambiente que interfieren modificando los niveles de concentración de algunos elementos que la componen como lo es el elemento Flúor, esto es el caso de dos municipios Ozatlán y El Sauce ubicados en la zona oriental del país en los departamentos de Usulután y la Unión, específicamente en estas zonas se han realizado una investigación sobre la presencia de flúor en el agua, estas poblaciones están seriamente afectados por las altas concentraciones, encontrándose valores de 0.474ppm de flúor para Ozatlán y 2.19ppm de flúor para El Sauce sobrepasando este ultimo municipio el limite permitido por la Organización Mundial de la Salud OMS que es de 1.5ppm de flúor en agua, motivo por el cual sus habitantes presentan una patología prevalente que los doctores en cirugía dental la han clasificado como flúorosis dental a mediano plazo y a largo plazo las consecuencias podrían ser mas perjudiciales en el organismo provocando flúorosis esquelética<sup>(2)</sup> .

Esta investigación se realizo con el objetivo de conocer la concentración de flúor presente en la leche materna en madres en periodo de lactancia, al mismo tiempo el aporte de la madre al hijo. Para llevar a cabo este estudio se tuvo el apoyo de médicos, enfermeras y promotores de salud de ambos municipios, cada uno de ellos contaba con 65 madres lactando para Ozatlán y 57 para El Sauce, antes de la toma de muestras se impartió una charla de orientación

donde se les informo la importancia de la lactancia materna, composición, conservación y técnica de extracción, el numero de muestras que se tomaron para el análisis fue de diez para cada municipio.

Para la cuantificación de flúor se empleo el método de Potenciometria Directa usando electrodo selectivo para flúor, primero se elaboro una serie de estándares para elaborar una curva de calibración para cada municipio, de esta manera se determina el rango de lectura próximo a leer para conocer la concentración de flúor en las muestras en cada uno de los municipio en sus respectivas curvas; las muestras fueron analizadas por triplicado reportando un valor medio de todas las mediciones de concentración obtenidos en milivoltios, para obtener los valores en ppm. se realizo a través de la ecuación de Nerst.

Los resultados obtenidos de la concentración de flúor para Ozatlán es de 0.0669ppm y para El Sauce 0.1159ppm al comparar los resultados se comprobó que los resultados sobre pasan el limite permitido por la Organización Mundial de la Salud OMS que es de 0.01ppm de Flúor en leche materna. <sup>(16)</sup>

Además se realizo un análisis de dos muestras del área metropolitana de San Salvador específicamente de los municipios de Soyapango e Ilopango a través de un muestreo puntual dirigido al azar, dichas muestras fueron usadas como blanco para fines de comparación con los resultados obtenidos en los municipios de estudios, los resultados de estas muestras fueron 0.018ppm para Soyapango y 0.012ppm para Ilopango por tanto se debería seguir una mejor investigación del agua de abastecimiento a nivel nacional.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.0 INTRODUCCION

Para una lactancia materna sana se requiere una buena condición alimentaría y de salud por que es la madre quien aporta ese valioso líquido al recién nacido, por lo que se debe prestar atención a los alimentos que ingiere y el tipo de agua que consume.

El flúor es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y desde que su efectividad en la prevención de caries dental fue postulada en la década de los años 40 su uso ha sido ampliamente aceptado y practicado, con ese fin se utiliza en forma local aplicada directamente sobre la dentadura y en forma sistémica que debe ser ingerida, ambas modalidades se describen igualmente efectivas en la prevención de caries dental.

Los programas de fluoración artificial de agua de bebida, se han considerado de importante beneficio en salud pública y desde que se comenzara su utilización se reconoció su comportamiento en el organismo y probables efectos tóxicos a su uso sistémico, por lo que es crítico en la implementación y evaluación de la alta concentración de flúor en el agua de bebida.

Durante mucho tiempo se han realizado una serie de investigaciones sobre la importancia que tiene el flúor y el riesgo que provoca a la salud si se encuentra en alta concentración principalmente en el agua de consumo.

En el país los municipios de Ozatlán y El Sauce presentan alta concentración de flúor en sus aguas de abastecimiento teniéndose valores de 0.474 ppm y 2.19 ppm <sup>(2)</sup>. Es por esta razón que se han usado para este estudio, ya que sus

habitantes presentan fluorosis dental que va desde leve a grave o crónico según la escala de Dean.<sup>(8)</sup>

Los resultados que se obtuvieron durante el análisis de flúor en leche materna son 0.0669 ppm para el municipio de Ozatlán y 0.1159 ppm para el municipio de El Sauce, determinando a través de la investigación que el municipio de El Sauce presenta mayor concentración de flúor en leche materna realizado a través del método de Potenciometria Directa usando ion selectivo para flúor, además se realizó análisis a dos muestras del área metropolitana de San Salvador realizado a través de un muestreo puntual dirigido al azar en la zona de los municipios de Soyapango e Ilopango; los valores obtenidos para estas dos muestras de estos municipios son 0.018 ppm y 0.012 ppm.

Este análisis se realizó para efectos de comparación de la cantidad de flúor de muestreos diferentes de los municipios referidos en la investigación.

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general:**

Determinar la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce aplicando Potenciometría Directa.

### **2.2 Objetivos específicos:**

**2.2.1** Identificar el rango de concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce.

**2.2.2** Cuantificar la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce.

**2.2.3** Comparar los resultados obtenidos en los diferentes municipios con el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud OMS.

**2.2.4** Dar a conocer los resultados obtenidos a los directores de las unidades de salud de los municipios de Ozatlán y El Sauce, así como a los profesionales que prescriben flúor, multivitaminas, minerales y dentífricos que impartan charlas de orientación especiales en estas comunidades sobre la ingesta de flúor.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 Generalidades del flúor.

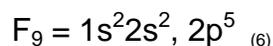
La palabra **flúor** proviene del latín fluere que significa fluir. Es un elemento químico perteneciente al grupo VII de la Tabla periódica y son clasificados como halógenos, cuya característica no metales en extremo activos. En estado puro, aislado en el laboratorio, es un gas de color amarillo claro, bastante tóxico y de olor irritante. Su numero atómico es 9 y su peso atómico es 19 (18.9984 uma).

Los no metales pueden ganar o ceder electrones, pero el flúor sólo los acepta y nunca los cede. En su capa de valencia exterior consta de siete electrones  $s^2$  y  $p^5$  su símbolo es F.

Su energía de ionización es la siguiente:

1. Primer electrón: 17.42
2. Segundo electrón: 34.98
3. Tercer electrón: 62.646
4. Cuarto electrón: 87.23
5. Quinto electrón: 114.214 (Ver anexo N° 1)

La fórmula molecular del flúor es  $F_2$ ; el radio del átomo es de  $0.72 \text{ \AA}^0$  y el radio del ion ( $F^-$ ) es de  $1.36 \text{ \AA}^0$  su configuración electrónica es:



El flúor tiene una electronegatividad de 4.0. Es un elemento demasiado activo como aceptor de electrones y casi no existe como elemento libre (es el más electronegativo) porque reacciona con todos los elementos, excepto con los metales nobles (platino y oro) y algunos gases nobles. En la naturaleza representa alrededor de 0.0227% de los elementos que constituye la corteza terrestre y por lo general se encuentra en forma de **fluorita, fluoruro de calcio o espato – flúor**. En la atmósfera existe en pequeñas cantidades sin embargo, abunda en algunas industrias, como la fundición de aluminio. Su concentración en el agua es variable, dependiendo de las diversas regiones geográficas. <sup>(8)</sup>

### 3.2 Principales fuentes de flúor.

- a. Agua de ríos o pozos: La concentración de fluoruro varia de (0.01 a 10) o más ppm.<sup>(8)</sup>
- b. Agua de cañería fluorurada: Contiene de 0.8 a 1.4 ppm.
- c. Atmósfera: El fluoruro se obtiene principalmente de procesos industriales como la fundición de aluminio (se utiliza criolita) <sup>(6)</sup> la fabricación de ladrillos y la explotación minera de rocas de fosfato (en forma importante de fluoroapatita).
- d. Alimentos: El pescado contiene de 0.1 a 20 ppm de fluoruro, principalmente en los huesos.
- e. Bebidas: El te verde contiene de 100 a 300 ppm de fluoruro en la hoja seca
- f. Profilácticas:
  - 1) Tabletas de fluoruro de sodio ( 0.25 a 1 mg )

- 2) Sal de mesa con fluoruro de sodio.
- 3) Dentífricos con fluoruro de estaño ( $\text{SnF}_2$ ).
- 4) Dentífricos con fluorofosfato ( $\text{PO}_3\text{F}_2$ ).
- 5) Enjuagues bucales con fluoruro de sodio.
- 6) Solución de NaF de 1 a 2 %.
- 7) Solución de  $\text{SnF}_2$ .
- 8) Solución de monofluorofosfato de sodio.

Terapéuticas: Tabletas de fluoruro de sodio. <sup>(6)</sup>

**Tabla Nº 1 constantes físicas**

CONSTANTE/ FLUOR	PESO / VOLUME N GRAMOS /ML	PUNT Ó DE FUSIÓ N	PUN TO DE EBU LLIC IÓN	PRESIÓ N DE VAPOR LOG PMM	TENSIÓ N SUPERF ICIAL A -216 °C	CAPACIDAD CALORÍFICA	CONSTA NTE DIELÉCT RICA A- 183.6°C	CONSTA NTE DIELÉCT RICA A- 185.5°C
Sólido (a -223 °C)	1.300	-217.8						
Líquido (a-188 °C)	1.108		-118					
Gas (T° y P° normal)	1.695			9.175	14.61 Dinas/cm	6.80 cal/mol(°C)	1.556	1.487

Fuente: kirk, E. Raymond, Enciclopedia de Tecnología Química

### 3.3 Clasificación de los fluoruros.

#### 1. Orgánicos:

- Flùor acetato,
- Flùor Fosfato y
- Flùor Carbono.

#### 2. Inorgánicos:

##### a) Soluble:

- Fluoruro
- Fluosilicato de Sodio

b) Insoluble:

- Fluoruro de calcio,
- Criolita,
- harina de hueso

c) Inertes:

- Flúor borato
- Hexafluorofosfato de Potasio. <sup>(8)</sup>

### 3.4 Transporte, distribución y transformación en el medio ambiente.

Los fluoruros se pueden encontrar en la atmósfera en forma gaseosa o articulada. Los fluoruros atmosféricos pueden recorrer largas distancias transportadas por el viento o por turbulencias atmosféricas, o eliminarse mediante deposición húmeda, seca ó hidrólisis.

El transporte y la transformación de los fluoruros en el agua dependen del pH, la dureza del agua y la presencia de materiales intercambiadores de iones, como la arcilla. Los fluoruros se pueden transportar a través del ciclo hidrológico formando complejos con el **aluminio**.

El transporte y la transformación de los fluoruros en el suelo dependen del pH y de la formación de complejos, sobre todo con el **aluminio y el calcio**. La absorción a la fase sólida del suelo es más fuerte con un pH ligeramente ácido (5.5 – 6.5) no es fácil su **lixiviación** del suelo.

La absorción de los fluoruros depende de la vida de exposición de su biodisponibilidad y de la cinética de absorción y/o excreción del organismo. Sin embargo, no se encontró información relativa a la bioamplificación de los fluoruros en las cadenas alimentarias terrestres.

Las plantas terrestres pueden acumular fluoruros a través de la deposición de partículas suspendidas en el aire y la absorción del suelo. <sup>(8)</sup>

### **3.5 Niveles ambientales y exposición humana**

Los niveles de fluoruros en las aguas superficiales varían en función del lugar y de la proximidad a fuentes de emisión. Las concentraciones en aguas superficiales generalmente oscilan entre 0.01 y 0.3 mg/L. <sup>(8)</sup> El agua marina contiene más fluoruros que el agua dulce, con concentraciones que van de 1.2 a 1.5 mg/L. Se han registrado niveles más altos de fluoruros en zonas cuyas rocas naturales los contienen en una elevada proporción, y se observan con frecuencia niveles altos de fluoruros inorgánicos en regiones con actividad geotérmica o volcánica.

Los fluoruros se encuentran frecuentemente en el medio ambiente; por lo que las fuentes de agua de bebida los contienen por lo menos en pequeñas cantidades. La cantidad de fluoruros presentes de manera natural en el agua potable no fluorada (es decir, agua de bebida a la cual no se han añadido deliberadamente fluoruros para prevenir caries dental) es muy variable, dependiendo del entorno geológico concreto de procedencia del agua. Los niveles pueden alcanzar hasta unos 2.0 mg/L. En zonas con agua potable

fluorada (es decir, con adición deliberada de fluoruros para la prevención de la caries dental), la concentración de fluoruros en ella generalmente oscila entre 0.7 y 1.2 mg/L. <sup>(8)</sup>

### **3.6 Compuestos en uso del flúor.**

El primer Fluoruro empleado en gran escala para aplicaciones tópicas fue el Fluoruro de sodio, seguido a los pocos años por el Fluoruro de Estaño.

Los fluoruros usados más frecuentemente

1. Fluoruro de sodio (NaF): Este material que se puede conseguir en polvo y en solución se usa al 2%.
2. Fluoruro Estannoso ( $\text{SnF}_2$ ): Este producto se encuentra en forma cristalina se utiliza al 8 y 10% respectivamente en niños y adultos.
3. Soluciones aciduladas fosfatadas de Fluoruro conocido por sus siglas (APF). Este producto puede ser obtenido en forma de geles contiene 1.23% de iones Fluoruros los cuales se logran con el empleo de 2% de Fluoruro de sodio y 0.34% de ácido Fluorhídrico. <sup>(8)</sup>

### **3.7 Metabolismo del flúor.**

El flúor en el organismo proviene básicamente de los alimentos y el agua (0.3 a 0.5 mg diarios). Un pequeño porcentaje se introduce al organismo a través de la respiración (flúor atmosférico), a menos que se trabaje en sitios donde abunda como sucede en la fundición de aluminio.

En ocasiones penetra a la piel, al entrar en contacto con **ácido fluorhídrico**.

Cuando se ingiere, el ión se absorbe con gran rapidez en el estómago y el intestino delgado, al grado de que en una hora se distribuye por difusión en los tejidos. El flúor absorbido se elimina a través de la orina y el sudor, a diferencia del que no se absorbe, el cual se elimina de la materia fecal.

La cantidad de flúor en el organismo es variable y depende de la ingestión, la inhalación, la absorción y la eliminación, en términos generales el organismo contiene alrededor de 2.5 gramos de flúor, el cual se concentra en algunos tejidos: Huesos: 500 ppm (20 ppm en el feto); cartílago: 30 ppm; esmalte: 100 ppm; dentina: 300 ppm; cemento: 1000 ppm; pulpa: 680 ppm y placa dentobacteriana: 67 ppm.

La cantidad de flúor también varía con la edad: En los niños, 50 % se fija en huesos y dientes en formación; en los adultos, se deposita básicamente en los huesos. Por consiguiente, la excreción varía con la edad y es más o menos de 50 % en los niños y de 70 % o más en los ancianos. <sup>(6)</sup> (ver anexo N° 2)

Según la OMS en los seres vivos se encuentra el flúor en forma iónica como fluoruro el nivel en sangre esta entre 0.10 – 0.45 ppm, el valor de flúor hallado naturalmente en leche materna es de 0.01 ppm lo que es 100 veces menor que el agregado al agua. <sup>(16)</sup>

### **3.8 Efectos de flúor.**

#### **3.8.1 En los dientes:**

La adición de flúor de los líquidos que rodean el esmalte aumenta la concentración de ese ión y produce la precipitación de sales **fluoruro de calcio**

**CaF<sub>2</sub>**. En ambos procesos se consumen iones **calcios y fosfatos**, con lo cual disminuye la concentración de iones del medio y se produce la disolución de la **hidroxiapatita**, el flúor desplaza al ión hidroxilo de la molécula de **apatita** y ocupa su lugar. El flúor actúa contra la desmineralización del esmalte a través de dos procesos el esmalte con proporción alta de **fluorapatita o fluorhidroxiapatita** es menos soluble en ácido que cuando contiene sólo hidroxiapatita; la concentración alta de flúor en los fluidos orales hace más difícil la disolución de las apatitas del esmalte. Si se produce desmineralización del esmalte por caída del pH en presencia de flúor, los iones que se difunden a partir de la disolución de **hidroxiapatita** se combinan con el flúor y forman una capa superficial mineralizada de **fluorapatita o de fluorhidroxiapatita**, con lo cual ocurre la remineralización. Además se origina precipitación de sales de **fluoruro de calcio CaF<sub>2</sub>** y, cuando el pH retorna a la normalidad, esas sales se disuelven y liberan **calcio y flúor**, los cuales a su vez forman más **fluorapatita y fluorhidroxiapatita**; de ese modo continua la remineralización.

La aplicación directa del flúor en el esmalte produce efectos diferentes según la dosificación, la cual puede ser alta (aplicación profesional) o baja y continua (flúor en el agua de bebida, colutorios o enjuagatorios y dentífricos).

El flúor administrado en cantidades menores pero continuas se vuelve disponible, lo mismo que los iones **calcio y fosfato**; así, puede difundirse hacia el interior y precipita en forma de fluorapatita y fluorhidroxiapatita. En

concentración baja reacciona con el esmalte y reemplaza iones  $\text{OH}^-$  de la **hidroxiapatita:**



En grandes concentraciones, el flúor se capta de manera temporal:



Según la reacción (2), en la superficie del esmalte se forma un depósito de fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ), el cual aumenta conforme se incrementa el ion ( $\text{F}^-$ )

Al microscopio electrónico el fluoruro de calcio formado se observa como glóbulos esféricos en la superficie del esmalte; se cree que la superficie del fluoruro de calcio absorbe con rapidez los iones **fosfatos y las proteínas salivales (albúminas y glucoproteínas).**

La solubilidad del fluoruro de calcio aumenta cuando el pH desciende a cinco

En concentraciones de 30 ppm del ion flúor ( $\text{F}^-$ ), impide la adherencia de la película salival al depositarse en las superficies dentales y modificar la carga electrostática de la capa externa del esmalte. (6)

### 3.9 Efectos tóxicos.

El estudio de la toxicología de flúor ha recibido una enorme atención como consecuencia del descubrimiento de la relación flúor–caries. Una parte considerable de estos estudios precedió a la recomendación de añadir flúor a las aguas deficientes, y proveyó la base utilizada para establecer los márgenes de seguridad entre concentraciones anticaries y dosis tóxicas de fluoruro. (8)

El flúor en cantidades adecuadas ha adquirido gran importancia en la salud bucal; pero puede ser muy tóxico cuando se proporciona en cantidades excesivas. Dreisbach considera que la dosis letal para el ser humano es de 6 a 9 mg / Kg. de peso; en cambio, según Lidbeck es de 100 mg / Kg. en el adulto y de 5 a 15 mg / kg en los niños ambas teorías se mantienen. <sup>(6)</sup>

### **3.9.1 Síntomas de intoxicación.**

La intoxicación aguda por flúor se caracteriza por náuseas, vómito, dolor abdominal, mareo, debilidad muscular, escalofríos, depresión del sistema nervioso, disnea, palidez, bradicardia, midriasis, espasmos, convulsiones, coma e incluso la muerte. Esto se debe a que el flúor produce inhibición de las enzimas dependientes del **magnesio y el hierro**, con lo cual se bloquea el metabolismo celular; también origina formación de compuestos de calcio que conducen a hipocalcemia, con la alteración de la transmisión de impulsos nerviosos y alteración de la coagulación sanguínea.

La exposición a largo plazo al flúor puede ocasionar **fluorosis esquelética**. Esta enfermedad es ocupacional cuando la padecen personas que trabajan en lugares donde abunda el flúor, se caracteriza por aumento acelerado de la mineralización ósea, **exostosis** y calcificación de los ligamentos y, en otros casos, estrechamiento de los agujeros de conjunción, dichas alteraciones son más frecuentes en la columna vertebral en donde puede ocasionar **sifosis** .<sup>(6)</sup>

La evidencia de manifestaciones de exposición excesiva al flúor en zonas donde no se efectuó programas de fluoruración de las aguas de abasto, señala la fuente potenciales de flúor que deben ser estudiadas. <sup>(16)</sup>

### **3.9.2 Fluorosis dental.**

Trastorno que ocurre cuando se consumen fluoruros en cantidades mayores a las óptimas durante largo tiempo, mientras se forma el esmalte es la fluorosis dental. Este padecimiento incluye desde la aparición de pequeñas áreas discromicas e hiperchromicas hasta la **hipoplasia** grave con un esmalte marrón y de consistencia friable. <sup>(6)</sup> (ver anexo N° 3)

### **Caries Dental:**

Es el término médico para las lesiones dentales y cavidades en los dientes. Empieza como una pérdida o destrucción de las capas del mineral externo de los dientes. La caries tiende a ser progresiva, con pérdida de minerales y luego pérdida de proteína del diente. (Ver anexo N° 4)

La caries puede ocasionar dolor, destrucción de los dientes y algunas veces infección del tejido circundante (absceso), la caries es un ejemplo de una interacción de la nutrición y la infección.

Tres factores que contribuyen a la aparición de caries dental:

- Factores del huésped, una superficie de los dientes susceptibles.
- Presencia de flora bacteriana, en especial el microorganismo patógeno

***Streptococcus mutans*** que es cariogenico.

- Presencia de un sustrato apto que es el carbohidrato adherido o entre los dientes, lo cual permite a la bacteria sobrevivir y multiplicarse.<sup>(ver anexo N° 5)</sup>

### **3.9.2.1 Fluorosis esquelética.**

Es el crecimiento y deformación acelerado de la masa ósea por el consumo prolongado de fluoruros. Es una condición que resulta de la acumulación excesiva de flúor en los huesos, lo que provoca cambios en la estructura de los huesos haciéndolos extremadamente frágiles y quebradizos. Las primeras etapas de la fluorosis esquelética están caracterizadas por un aumento de la masa ósea que se puede detectar con rayos x, si se siguen ingiriendo grandes cantidades de fluoruros durante varios años los cambios en el esqueleto provocan gran rigidez y dolor en las articulaciones. La forma más aguda de fluorosis esquelética se denomina "Fluorosis invalidante", los síntomas son la calcificación de los ligamentos, pérdida de masa muscular y problemas de la Medula espinal.<sup>(16) (ver anexo N° 6)</sup>

### 3.9.3 Índice de fluorosis.

**Tabla Nº 2 Índice de fluorosis de Dean.** <sup>(6)</sup>

NIVEL DE EXPOSICIÓN	EFECTO CAUSADO POR EL FLÚOR EN LOS DIENTES
Normal 0	Esmalte con translucidez habitual, superficie lisa y pulida
Cuestionable 1	Esmalte con ligeras diferencias en cuanto a translucidez normal, en ocasiones con pequeñas manchas blanquecinas
Muy leve 2	Esmalte con pequeñas áreas blanquecinas opacas y distribuidas de manera irregular pero sin alcanzar 25% de toda la superficie del esmalte. Se incluye en esta clasificación los dientes con manchas opacas menores de uno a dos mm en los vértices de las cúspides de premolares o segundos molares.
Moderada 4	Esmalte dental afectado por completo y desgaste de superficies Sujetas a la atrición. Hay manchas color marrón.
Severa 5	Superficie del esmalte afectada en su totalidad por la hipoplasia. Las señales más evidentes son las depresiones en el esmalte el cual aparece corroído.

Fuente: Odontología Preventiva 2ª edición Mc. Graw Hill.

En el cuadro anterior se tiene una clasificación de los diferentes niveles de exposición de flúor para evaluar el índice de fluorosis que pueda tener cada individuo según la escala de Dean que presente cada persona, así se tiene que para valorar la fluorosis en un individuo o una comunidad en las escalas que van de menor a mayor deterioro como son: normal 0, cuestionable 1, muy leve 2, moderada 4, severa 5. <sup>(6)</sup>

### 3.9.4 Efectos del aumento de fluoruros en el suministro de Agua

**Tabla Nº 3 Concentración de fluoruros vrs efectos.**

CONCENTRACIÓN DE F (ppm)	EFECTOS
De 0.8 a 1.0	Reducción de la frecuencia de caries.
De 1.0 a 1.1	Valor del umbral en el cual ocurre cambios perceptibles en el esmalte en desarrollo de los dientes permanentes, tales cambios consisten en manchas brillantes como la madre perla, la aparición de estas manchas es la primera etapa en la fluorosis del esmalte.
De 1.4 a 1.6	Fluorosis del esmalte más evidente, manchas de amarillo claro o pardo pueden verse en algunos dientes de unos cuantos miembros de la comunidad.
2.0	La mayor parte de los dientes tienen manchas pardas.
2.5	La superficie del esmalte pierde su uniformidad, la decoloración oscura afecta extensas áreas del esmalte de muchos dientes.
4.0	Cambios detectables en la composición química del hueso. En el extremo superior del intervalo hay un aumento de alrededor de 1 a 4% en las cenizas del hueso, alrededor de 10% disminución de carbonatos y 15% de disminución de magnesio.
8.0	Primeros cambios radiológicos en el hueso.

Fuente: William RAD Elliot JC Bioquímica Dental básica y aplicada.

### **3.10 Vías de administración de flúor.**

#### **3.10.1 Aplicación tópica (local)**

La aplicación tópica de flúor tiene por fundamento intervenir en el proceso de desmineralización y remineralización, así como propiciar la maduración del esmalte después de la erupción dental. Cuando el diente erupciona, el esmalte capta flúor de la saliva, el agua y los alimentos con lo cual continua su proceso de maduración y se vuelve más resistente a la caries; por esta razón, en los primeros años de edad se indica la aplicación tópica de fluoruros en concentraciones más altas por otra parte, cuando hay lesión de caries inicial o mancha blanca, el esmalte se vuelve poroso y acumula más flúor que el esmalte sano. <sup>(6)</sup>

Las formas se refieren a aquellas aplicaciones que se realizan con determinada periodicidad algunas de ellas son:

- a) Enjuagatorios o soluciones fluoruradas.
- b) Gel fluorurada.
- c) Barniz o laca fluorurada.
- d) Profilaxis con pasta fluorurada.
- e) Cremas dentales con flúor.

### **3.10.2 Métodos de administración de flúor por vía sistémica**

- Fluoruración de las aguas de consumo humano.
- Fluoruración de la sal de consumo humano.
- Comprimidos o gotas.
- Fluoruración del agua de consumo escolar.
- Fluoruración de la leche. <sup>(8)</sup>

## **3.11 Leche materna.**

### **3.11.1 Generalidades.**

#### **Definición:**

Líquido blanco producido por los senos humanos de la mujer, producido en pequeñas glándulas parecidas a sacos en las mamas. Estos sacos se desarrollan después de una estimulación hormonal específica (**estrógeno, progesterona, prolactina hipofisiaria y lactogeno placentario**) comenzando en el segundo trimestre del embarazo. <sup>(16)</sup>

La leche materna contiene todos los nutrientes que un bebé necesita durante los primeros cuatro a seis meses de vida.

Durante ese período, el niño no necesita de otro alimento diferente de la leche materna para protegerlo contra las enfermedades. <sup>(16)</sup>

### 6.11.2 Composición

#### Carbohidratos:

**La lactosa** es el azúcar natural, contiene más que la mayoría de las leches lo que explica que sea particularmente dulce y gran parte de su sabor especial. La lactosa es útil de varias maneras:

Puede ser especialmente útil para el cerebro en crecimiento ya que, al digerirse se forma otro azúcar, **la galactosa**, es necesaria para el tejido cerebral.

En el intestino, la lactosa coadyuva a que crezca el tipo correcto de bacterias y por lo mismo sirve para alejar al incorrecto, la especie dominante de bacterias en un niño alimentado al pecho es el ***Lactobacillus bifidus***, provee el 40% de energía.

#### Proteínas:

La leche humana tiene menos proteínas en comparación a la de vaca, la proteína de la leche humana esta compuesta de 40% de **caseína** y 60% de suero. Se ha encontrado que el contenido de proteínas en leche de mujeres bien nutridas es de 0.88 mg / 100 mL; el patrón de los aminoácidos de la proteína es exactamente el que se necesita para el crecimiento humano, el aminoácido presente es la **taurina** y es necesario para que el cerebro se desarrolle bien. El 90% de la proteína se usa en la construcción de los tejidos del niño. (Ver anexo N° 7)

**Vitaminas:**

Contiene vitaminas suficientes por lo tanto no es necesario darle suplementos vitamínicos, gotas, ni jugo de frutas durante los primeros meses, pero puede variar según la ingesta de la madre. Vitaminas liposolubles A, K, E, D 15 mg/100mL, Hidrosolubles ácido fólico, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, y B<sub>12</sub>, Vitamina C, Riboflavina, Niacina. <sup>(5)</sup>

**Grasas:**

Es el componente más variable de la leche humana, la concentración de grasa aumenta desde 2 g/100 mL en el calostro hasta alrededor de 4.5 g/100 mL a los 15 días de post-parto. Contiene la cantidad requerida de ácidos grasos esenciales: **ácido linoleico y linolénico**, sustancias a partir de las cuales se forman los leucotrienos, prostaglandinas, tromboxanos y otros elementos vitales para los procesos de hemostasis y defensa.

**Agua y Sal:**

La leche humana es rica en agua contiene 88%, es un fluido más bien diluido en parte por que tiene un bajo contenido de sal (sodio, potasio y fluoruro) contribuye al mecanismo de regulación de temperatura del recién nacido porque el 25% de su pérdida da calor, su osmolaridad es semejante al plasma, permite al niño tener un perfecto equilibrio electrolítico. <sup>(5)</sup>

**Otros:**

**Calcio y Fosfato:** estos componentes se encuentran en bajas concentraciones en comparación a otras leches especialmente el fosfato, este se combina con el calcio y el magnesio y evita que se absorba.

**Hierro:** contiene muy poca cantidad, pero es suficiente para ser absorbida. Se ha demostrado que se absorbe hasta un 49%.

Además contiene **Zinc** que el recién nacido lo absorbe eficazmente, **flúor** la concentración en leche materna es constante (0.01 ppm) e independiente de la concentración plasmática de flúor de la madre. <sup>(16)</sup>

Enzimas las múltiples enzimas de la leche materna son enzimas proteolíticas, **peroxidasa, lisozima, xantino-oxidasa y enzimas digestivas como alfa-amilasa y lipasa.** <sup>(5) (16)</sup>

### 6.11.3 Diferentes tipos de leche

**El calostro:**

El calostro propiamente se produce durante los primeros 2 a 4 días después del parto. Es un líquido amarillento y espeso de alta densidad y poco volumen. En los tres primeros días post parto el volumen producido es de 2 a 20 mL por amamantada, siendo esta suficiente para satisfacer las necesidades del recién nacido.

El calostro tiene menor cantidad de lactosa, grasa y vitaminas hidrosolubles que la leche madura, mientras que contiene mayor cantidad de proteínas, vitaminas

liposolubles (E, A, K) carotenos y algunos minerales como sodio y zinc. El Beta caroteno le confiere el color amarillento y el sodio un sabor ligeramente salado. Contiene 2.9 g/100 mL de grasa, 5.7 g/100 mL lactosa, 2.3 g/100 mL de proteína y produce 57 Kcal. /100 mL

El calostro contiene una gran cantidad de antígenos de **IgA** que juntos al la **lactoferrina** y una gran cantidad de linfocitos y macrófagos ( $100.000 \text{ mm}^3$ ) confieren al recién nacido una eficiente protección contra los gérmenes y alérgenos del medio ambiente. (Ver anexo N° 8)

#### **Leche de transición:**

Es la leche que se produce entre el 4º y 15º día post parto. Entre el 4º y 6º día se produce un aumento brusco en la producción de leche (bajada de leche) la que sigue aumentando hasta alcanzar un volumen notable de aproximadamente de 600 a 700 mL/ día entre los 15 días post parto. La leche de transición va variando hasta alcanzar las características de la leche madura.

#### **Leche madura:**

Tiene una gran variedad de elementos de los cuales solo algunos son conocidos, como son: agua, proteínas, grasas, vitaminas liposolubles e hidrosolubles, elementos trazas, enzimas.

El volumen promedio de leche madura producida por una mujer es de 700 a 900 mL/ día en los seis primeros meses post parto y 500 mL/día en los seis primeros meses post parto y 500 mL/día en el segundo trimestre. (Ver anexo N° 8)

**Leche pretérmino:**

Las madres que tienen un parto antes del término de la gestación (pretérmino) producen una leche de composición diferente durante las primeras semanas.

La leche pretermino tiene mayor cantidad de proteína y menor cantidad de lactosa que la leche madura, siendo esta composición más apropiada ya que el niño inmaduro tiene requerimientos mas elevados de proteínas, la lactoferrina y el IgA también son más abundantes en ella.

En un recién nacido de muy bajo peso menos de 1,5 g la leche de pretermino no alcanza a cubrir los requerimientos de **calcio y fosfato** y ocasionalmente de proteínas, por lo que debe de ser suplementada con estos elementos, lo ideal es hacerlo con preparados que vienen en polvo listos para agregarlos a la leche materna, se denominan “Fortificadores de la leche materna” <sup>(5)</sup>

**Tabla Nº 4 Comparación entre leche materna y la leche de vaca. (5)**

	HUMANA	VACA
Contaminación Bacteriana Antiinfecciosa	Ninguna Anticuerpos Leucocitos Lactoferrina Factor bífido	Sustancias probables. No son activos.
<b>Proteínas:</b> Total Caseína Lactoalbumina Aminoácidos Cisteína	1% 0.5% 0.5% Cantidad suficiente para el cerebro en crecimiento.	4% (demasiada) 3% (en exceso) 0.5% Insuficiente
<b>Grasas:</b> Total Saturación de ácidos grasos. Acido linoleico (esencial). Colesterol. Lipasa para digerir grasa. Lactosa (azúcar)	4% (promedio) Suficientemente insaturados.  Suficiente para el cerebro en Crecimiento. Suficiente. Presente.  7% (suficiente).	4% Demasiado saturado.  Insuficiente.  Suficiente. No hay.  3.4% (insuficiente).
<b>Sales (mEq/L):</b> Sodio Cloro Potasio	6.5 (cantidad correcta) 12 (cantidad correcta) 14 (cantidad correcta)	25 (demasiado). 29 (demasiado). 25 (demasiado).
<b>Minerales (mg/L):</b> Calcio Fosfato Hierro	350 (cantidad correcta) 150 (cantidad correcta) Pequeña cantidad bien absorbido.	1400 (demasiado). 900 (demasiado) Pobrememente absorbido.
<b>Vitaminas:</b>	15 mg / 100 ml	Puede que no sean suficientes.
<b>Agua:</b>	87 /ml /100 ml (suficiente) No se necesita más.	Se necesita cantidad extra porque tiene demasiados electrolitos para el Riñón del recién nacido.

Fuente: Osorno Jairo. Hacia una feliz lactancia materna.

### 3.12 Potenciometria Directa

La potenciometria directa esta limitada a la medida de potenciales de equilibrio de sistemas rápidos, a los que pueden aplicarse la ecuación de Nerst:

$$E_{\text{celda}} = E_{\text{ind}} - E_{\text{ref.}}$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nf} \log Q \quad (3)$$

En donde:

$E$  = potencial del electrodo en condiciones no estándar

$E^0$  = potencial normal

$R$  = constante de los gases 8.314 julios/mol/K

$T$  = temperatura absoluta en grados °k

$n$  = numero de electrodos transferidos

$f$  = faradios 96, 48.3 julios/voltios/mol de electrones

$Q$  = cociente de la reacción

$\ln$  = logaritmo natural

Al sustituir los valores en la Ec. (3) se tiene empleando logaritmo base 10 a 25°C

$$E = E^0 - \frac{0.0592}{n} \log Q \quad (4)$$

$$E_{\text{celda}} = K - 0.0592 \log F^- \quad (5)$$

Esta es una de las formas de la ecuación de Nerst que permite calcular los potenciales de electrodos para concentraciones y temperaturas diferentes de los valores estándar pues la expresión que sigue al signo negativo representa a

la desviación del potencial del electrodo del valor del potencial ( $E^0$ ), cuando las condiciones no son las normales.

Para los métodos de análisis potenciométrico la importancia de la ecuación de Nerst radica que de ella se deriva la ecuación para la potenciometria directa la cual relaciona el potencial de un electrodo indicador con la actividad de un ion cuya medida interesa. <sup>(16)</sup>

El equipo esta formado por los siguientes componentes:

- 1 – Electrodo de referencia
- 2 – Eléctrodo indicador
- 3 – Dispositivos para medir el potencial constan de electrodo indicador y de referencia inmersos en una solución problema.

### **3.12.1 Electrodo de referencia**

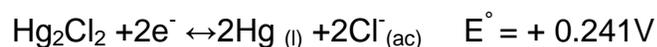
Son aquellos que miden el mismo potencial cualquiera que sea la naturaleza de la disolución en que se introduzcan y por lo tanto dan una referencia a la medida del electrodo indicador. Están constituidos por un conductor metálico en contacto con una sal poco soluble de su metal, y una disolución de composición constante y alta fuerza iónica llamado electrolito de referencia.

El electrolito de referencia hace contacto con la disolución a analizar a través del diafragma que es una pared porosa que permite una unión líquida. La unión líquida permite un pequeño y constante flujo del electrolito de referencia a la muestra. Donde se encuentra este electrolito y la disolución de análisis, aparece

un potencial de unión líquida que debe su origen a las diferentes movilidades de los aniones y cationes.

### **Electrodo de referencia de Calomel:**

El sistema más ampliamente usado para este propósito es el mercurio metálico que tiene como estado de oxidación cero y el ion mercurioso proveniente de la sal cloruro mercurioso en la cual el metal tiene un estado de oxidación de más de uno. La transferencia de carga hace que el mercurio metálico se oxide, o que el ion mercurioso se reduzca a mercurio metálico. El potencial de este sistema queda determinado solamente por la concentración de los iones mercuriosos disueltos, la cual se puede controlar fijando la concentración de iones cloruros agregando una sal poco soluble que contenga iones cloruro. El potencial está determinado por la semirreacción:

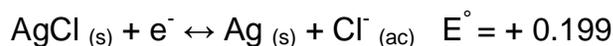


Interfase donde se producen transferencias de cargas.

### **Electrodo de referencia de plata /cloruro de plata:**

Este electrodo es el más ampliamente usado. Está formado por un electrodo saturado de cloruro de plata y sumergido en cloruro de potasio (KCl).

El potencial está determinado por la semireacción:



### 3.12.2 Electrodo indicador

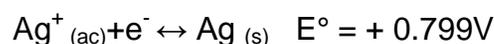
Un electrodo indicador ideal responde de forma rápida y reproducible de los cambios de actividad del ion analito.

Existen dos tipos:

- a) Electrodo metálicos
- b) Electrodo de membrana o también llamados "electrodo selectivos de iones conocido por las siglas (ISE)".

**El electrodo indicador:** un elemento prácticamente inerte frente a los cambios en estado de oxidación que se producen en el analito. En el caso de los electrodo selectivos de iones, en lugar del proceso de oxidación reducción que se produce en los electrodo conductores, se produce una migración selectiva de algún tipo de Ion a través de una membrana en el electrodo y esta separación de cargas es la generación de la diferencia de potencial.

Se puede utilizar un alambre de plata como electrodo indicador para determinar la actividad de los iones plata en una solución en la cual se encuentra sumergido ese alambre.



Para cerrar el circuito que hace posible la oxidación - reducción, se debe introducir en la misma solución el electrodo referencia.

### 3.12.3 Electroodos selectivos de iones

Tipos de electrodos selectivos de iones:

1. Eléctrodos de vidrio selectivos de iones.
2. Eléctrodos de membrana cristalina.
3. Eléctrodos de membrana líquida.
4. Electroodos sensibles a gases.
5. Biosensores potenciométricos.

**1. Electroodos de vidrio selectivos de iones:** Este electrodo se usa universalmente para la medida del pH, aunque se han encontrado otros métodos. Desde principios de los años treinta, la manera más adecuada de determinar el pH ha sido midiendo la diferencia de potencial a través de una membrana de vidrio que separa la disolución del analito de una disolución de referencia de acidez fija. En la medida de pH el electrodo de referencia normalmente es de calomel, y el electrodo indicador esta formado por una delgada membrana de vidrio en forma de bulbo en la que hay una disolución de HCL 0.1 M, saturada con cloruro de plata y un electrodo de referencia interno de plata / cloruro de plata. La membrana de vidrio esta preparada por fundición de  $\text{SiO}_2$  más  $\text{MnO}_n$  (en función del oxido de manganeso, la membrana será selectiva a un Ion y a otro).

**2. Electroodos de membrana cristalina:** Los electrodos selectivos de iones en estado sólido tienen una membrana formada por sales inorgánicas policristalinas (mezcla de cristales) o de un solo cristal. La mayoría de los

cristales iónicos son aislantes y no tiene conductividad eléctrica a temperatura ambiente como para servir de electrodos de membrana. Los que son conductores se caracterizan por tener un pequeño ion móvil en la fase sólida, como por ejemplo, el ion fluoruro en ciertos fluoruros.

Como ejemplo de membranas de un sólo cristal tenemos el Electrodo de fluoruros. El fluoruro de lantano ( $\text{LaF}_3$ ) es casi una sustancia ideal para la determinación de ion fluoruro. Al fluoruro de lantano se le añade una pequeña cantidad de Fluoruro de Europio ( $\text{EuF}_2$ ) para potenciar conductividad de la membrana. Los iones flúor se mueven por la membrana creando la diferencia de potencial al estar en contacto con dos disoluciones de concentración diferente de potencial al estar en contacto con dos disoluciones de concentración diferente de  $\text{F}^-$ . La membrana de fluoruro de lantano  $\text{LaF}_3$  se sella en el extremo de un tubo de plástico no conductor con una disolución patrón de  $\text{F}^-$ , en general fluoruro de sodio  $\text{NaF}$  0,1 M y un electrodo de referencia de plata / cloruro de plata ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$ ). El potencial vendrá dado por la expresión:

$$E_{\text{celda}} = K - 0,0592 \text{ Log } \text{F}^-$$

Los electrodos selectivos de iones policristalinos se fabrican construyendo una fina perla de  $\text{Ag}_2\text{S}$  o una mezcla de  $\text{Ag}_2\text{S}$  y una segunda sal de plata u otro sulfuro metálico. La perla se halla en el extremo de un cilindro de plástico no conductor, en el que se introduce una disolución interna que contiene el analito y el electrodo de referencia. Los iones plata  $\text{Ag}^+$

transportan la carga a través de la membrana. Cuando estos electrodos se usan para calcular la concentración de iones plata  $\text{Ag}^+$ , el potencial de la celda es:

$$E_{\text{celda}} = K - 0,0592 \text{ Log } \text{Ag}^+$$

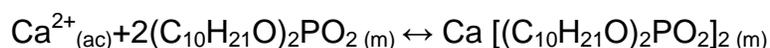
La membrana también responde a la concentración  $\text{S}^{2-}$ , con un potencial de celda:

$$E_{\text{celda}} = K - 0,059106/2.\text{log } \text{Ag}^+$$

**3. Electrodo de membrana líquida:** Las membranas líquidas se forman a partir de líquidos inmiscibles que se unen selectivamente con algunos iones. Las membranas de este tipo son particularmente importantes porque permiten la determinación potenciométrica directa de las actividades de varios cationes polivalentes y también de algunos aniones y cationes monovalentes. Las sustancias activas de las membranas líquidas son de tres tipos: Intercambiadores de cationes, Intercambiadores de aniones e Ionoforos neutros (ligando neutro que consta de una parte externa hidrófoba y una parte interna hidrófila). Cuando la concentración del analito a ambos lados de la membrana es distinta, se crea un potencial de membrana, siendo el analito el que transporta la corriente a través de la membrana.

Ejemplo: Un electrodo selectivo de Ion basado en membrana líquida es el que se utiliza para el  $\text{Ca}^{2+}$  y que consiste en una membrana de plástico poroso saturada con di-(n-decil) fosfato. La membrana se coloca en el extremo de un tubo cilíndrico no conductor y en contacto con dos

reservorios. El reservorio externo contiene di-(n-decil) fosfato en forma de di-n-otilfenil-fosfanato, que empapa la membrana porosa. El reservorio interno contiene una disolución acuosa patrón de  $\text{Ca}^{2+}$  y el electrodo de referencia Ag / AgCl. El potencial de membrana se desarrolla a causa de la diferencia en la posición de equilibrio de la reacción de complejación:



A ambos lados de la membrana, donde (m) indica que la especie se encuentra en la membrana.

**4. Electrodo sensible a gases:** Se han desarrollado varios electrodos de membrana que responden a las concentraciones de gases disueltos. El diseño básico consiste en una delgada membrana que separa la muestra de una disolución interna que contiene un electrodo selectivo de iones. La membrana es permeable al analito gaseoso, pero no lo es a los componentes no volátiles de la matriz de la muestra. Cuando el analito gaseoso pasa a través de la membrana, reacciona con la disolución interna y produce una especie cuya concentración puede controlarse con un electrodo selectivo de iones adecuados. Por ejemplo, en el electrodo para  $\text{CO}_2$ , este gas reacciona en la disolución interna para producir  $\text{H}_3\text{O}^+$ , el cambio de concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  se controla con un electrodo selectivo de pH.

**5. Biosensores potenciométricos:** Los electrodos potenciométricos para el análisis de las moléculas de importancia biológica pueden fabricarse de

forma similar a los electrodos sensibles a gases. La clase más frecuente de biosensores potenciométricos son los llamados electrodos enzimáticos, en los que una enzima queda atrapada o inmovilizada en la superficie de un electrodo selectivo de iones. La reacción del analito con la enzima da lugar a un producto cuya concentración puede medirse con el electrodo selectivo de iones. También se han diseñado biosensores potenciométricos para otras especies biológicamente activas tales como anticuerpos o partículas bacterianas.

Ejemplo: Un electrodo enzimático es el electrodo para la urea, basado en la hidrólisis catalítica de la urea por la **ureasa**.

#### **3.12.4 Clasificación de iones selectivos según el estado físico de la sustancia que forma la membrana de un electrodo**

- a. Electrodo selectivo de iones de membrana sólida
- b. De membrana homogénea, monocristal de una sustancia muy insoluble como el fluoruro de lantano  $\text{LaF}_3$  (electrodo selectivo del Ion flúor) o de vidrio (utilizado en la medida de pH).
- c. De membrana heterogénea o de membrana precipitada, la muestra en este caso se forma cuándo una sustancia activa o mezcla de sustancia, se incorpora a un material inerte.
- d. Electrodo selectivo de iones de membrana líquida, en estos electrodos un soporte inerte saturado con una especie iónica o no cargada, separa una fase acuosa de otra no acuosa.

- e. Electroodos selectivos de iones especiales.
- f. Electroodos para gases.
- g. Electroodos enzimáticos.

En general, podemos decir que los electroodos de membrana tienen en común:

Se basan en el establecimiento de una diferencia de potencial entre las dos caras de la membrana que separa dos disoluciones de concentración diferente de la especie a determinar. Una de estas disoluciones es de concentración conocida, determinándose la de la otra por diferencia de potencial.

La diferencia de potencial establecida tiene como principal componente el cambio de energía libre asociada a la transferencia de masa a través de la membranas son fundamentalmente distintas a los electroodos que implican transferencia electrónica, todos ellos cumplen la Ley de Nernst.

### **3.12.5 Electrodo selectivo de fluoruro**

Es el electrodo selectivo de estado sólido más común, esta basado, en la utilización de un cristal de fluoruro de lantano e impurificado con europio (II). En este caso la impurificación (o dopaje), consiste en añadir pequeñas cantidades de europio Eu (II) en vez de la (III) la solución de relleno interna del electrodo consiste en fluoruro de sodio NaF y cloruro de sodio 0.1M. Su fundamento consiste en que el Ion fluoruro en solución esta selectivamente absorbida en las dos caras del cristal; por lo que los iones  $F^-$  pueden moverse a través del cristal de fluoruro de lantano  $LaF_3$ . Al impurificar el fluoruro de lantano  $LaF_3$  con fluoruro de europio  $EuF_2$  se producen lagunas reticulares de aniones en el

cristal. Esto provoca que un Ion  $F^-$  de un sitio adyacente a un hueco puede saltar a este, dejando a su vez un nuevo hueco en el sitio que ocupaba. Así el fluoruro puede migrar de un lado a otro de la membrana y establecer una diferencia de potencial entre las caras del cristal, necesaria para el funcionamiento del electrodo.

La respuesta del electrodo del ion flùor viene dada por la ecuación:

$$E = K - 0.059 \log [F^-]$$

La respuesta del electrodo del Ion  $F^-$  es casi Nernstiana (cumple la ecuación de Nerst) para un intervalo de concentración comprendido entre aproximadamente  $10^{-6}$  y 1.0 M. (16) (ver anexo Nº 9)

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLÓGICO**

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 Tipo de estudio**

Retrospectivo, prospectivo y experimental.

Retrospectivo: por que parte de algo existente.

Prospectivo: por que a partir de lo existente propone algo que puede servir para un futuro.

Experimental: porque se cuantifico flúor en leche materna realizando los análisis a través del método de Ion selectivo para flúor aplicando

Potenciometría Directa.

El presente trabajo de investigación se realizó en las siguientes etapas:

### **4.2 Investigación Bibliográfica**

Se realizó en varios momentos y lugares:

- Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador (UES).
- Biblioteca de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- Biblioteca de la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Centro de Apoyo a la Lactancia Materna (CALMA)
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)
- Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA)
- Visitas a las Unidades de Salud de Ozatlán y El Sauce

- Internet.

### 4.3 Investigación de campo.

Definición de puntos de muestreo.

La ubicación de los lugares donde se realizó el trabajo de investigación son los municipios de Ozatlán y El Sauce.

**Municipio de Ozatlán:** Pertenece al departamento de Usulután con una población de 12,187 habitantes, limita al Sur con San Dionisio al Norte con San Francisco Javier y Tecapán, al Sur Oeste con Puerto el Triunfo y Jiquilisco, al Noroeste con Tecapán, al Este y Sureste con Usulután, al Oeste con Jiquilisco y al Noroeste con San Francisco Javier.

Ozatlán posee seis cantones los cuales son: El Palmital, Las Trancas, La Poza y Caserío Jocote Dulce, El Delirio, La Breña, Joya del Pilar. (Ver anexo N° 10)

**Municipio de El Sauce:** Pertenece al departamento de La Unión posee 6,646 habitantes limita al Norte con Nueva Esparta, al Noreste con Concepción de Oriente, al Este con República de Honduras, al Sur con Pasaquina, al Suroeste con Pasaquina y Santa Rosa de Lima, al Oeste con Anamoros y Santa Rosa de Lima y al Noroeste con Anamoros. (Ver anexo N° 11)

Los puntos de muestreo en ambos municipios son en el área urbana tomando en consideración las Unidades de Salud de cada uno, a las cuales acuden los habitantes de sus diferentes cantones antes mencionados a su respectivo control médico.

#### **4.3.1 Condiciones previas a la toma de muestra.**

- a. Limpieza y asepsia del área de las mamas en especial la del pezón
- b. Recolección de la muestra en frascos de polietileno, teniendo cuidado de no contaminar la muestra.(Ver anexo N° 12)
- c. Tapar el frasco inmediatamente después de la toma de muestra.
- d. Identificación de la muestra, colocando una etiqueta donde se especifica los parámetros: fecha de recolección, hora de recolección, edad de la paciente, lugar de residencia, responsable de la toma de muestra.
- e. Colocar las muestras en hielera térmica manteniendo una temperatura de  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.3.2 Toma de muestra**

Para la toma de muestra es necesario el apoyo del personal médico y enfermería de cada unidad de salud que laboren en dichas instituciones.

El apoyo consistió en que el médico debe informarle a la paciente que se encuentra lactando si esta dispuesta en donar cierta cantidad de leche materna para fines de estudio para la determinación de la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce aplicando potenciometría directa; ya que se tiene conocimiento por anteriores estudios que en dichos municipios la concentración de flúor es alta en el agua de consumo y uso, motivo por el cual la mayoría de sus habitantes presentan una patología prevalente que los doctores en cirugía dental la han clasificado como fluorosis dental. <sup>(2)</sup>

### 4.3.3 Transporte y Condición de la muestra.

La condición de la muestra para su transporte es dentro de una hielera manteniendo una temperatura  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  para su preservación, estas muestras se mantienen dentro de un congelador a una temperatura de congelación previo a su respectivo análisis.

Antes del análisis, las muestras deben descongelarse completamente y alcanzar temperatura ambiente para poder realizar las determinaciones.

El análisis debe realizarse preferentemente en 24 horas después de haber sido tomada la muestra previa precipitación de la proteína de la leche. (Ver figura N° 13)

### 4.3.4 Tipo de muestreo y selección de muestra

El tipo de muestreo que se empleó para la investigación es el de muestreo pequeño ya que este es el que se realiza con muestras pequeñas por razones de tiempo y reducción de costos, accesibilidad para la obtención de muestras, para ello se tiene un tamaño de muestra menor o igual a treinta ( $n \leq 30$ ).

Se calculo el estadístico de prueba t para procedimientos de estimación para posteriormente trabajar con valores en intervalos y prueba de hipótesis sobre las media de una población

La distribución del estadístico de prueba t de student se realizará por medio de

la siguiente fórmula: 
$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\hat{S}_{\bar{x}}}$$

En donde:

$\bar{x}$  : es la media de las lecturas de concentración

$\mu$ : Valor de concentración de flúor según Organización Mundial de la Salud (OMS)

$\hat{S}_{\bar{x}}$ : Error estándar de la distribución muestral

$$\hat{S}_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \approx S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Municipio: El Sauce

Universo 57 madres lactando

Municipio: Ozatlán

Universo 65 madres lactando

Para extraer el tamaño de muestra seleccionada se hace uso de una tabla de selección en la cual participa el universo de cada uno de los municipios, para obtener un tamaño de muestra homogénea y representativa en cada uno de ellos haciendo uso de una selección aleatoria simple. (Ver anexo N° 14)

#### 4.3.4.1 Intervalo de confianza de la media para muestra pequeña

El intervalo de confianza para muestras pequeñas se calcula usando la siguiente expresión:

$$\bar{x} - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (\text{Ec. 1})$$

En donde:

$$\bar{C} = \frac{\sum X_i}{n} \quad \text{Promedio de lecturas} \approx \bar{C} = \frac{\sum C_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Desviación estándar}$$

$\hat{S}_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$  : Error estándar de la distribución muestral de medias

El valor de t de student con un nivel de confianza de 95%

Para leer  $t_{\alpha/2}$  se usa la tabla t de student y los valores de  $\alpha/2$  y n-1. (Ver anexo N° 15)

Además este intervalo se usa cuando no se conoce la varianza de la población, como sucede en este caso.

Se asume que el nivel de flúor en la población de mujeres lactantes en cada municipio tiene una distribución normal, siendo esto un requisito para usar la ecuación N°1.

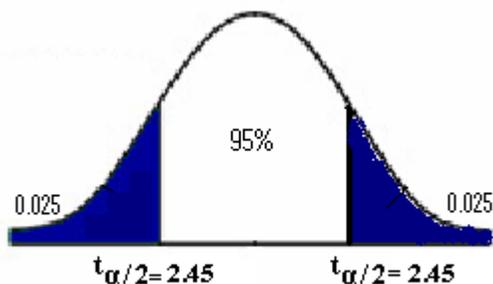
### **Municipio de Ozatlán.**

Se elige un nivel de confianza  $(1-\alpha)$  del 95%, y un nivel de significación de  $\alpha$  igual a 0.05.

Se elige un tamaño de muestra de  $n = 7$ , los grados de libertad (n-1) es 6

El valor de  $t_{\alpha/2}$  para el intervalo de confianza se muestra en la figura:

Distribución de t student con 6 grados de libertad



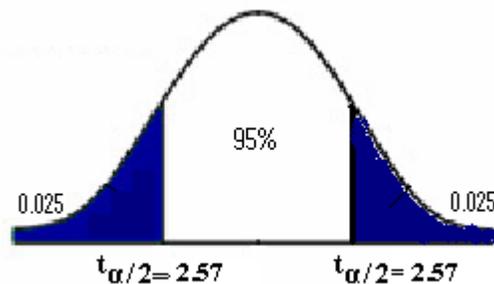
### Municipio de El Sauce.

Se eligió un nivel de confianza  $(1-\alpha)$  del 95%, y un nivel de significación de  $\alpha$  igual a 0.05.

Se eligió un tamaño de muestra de  $n = 6$ , los grados de libertad  $(n-1)$  es 5

El valor de  $t_{\alpha/2}$  para el intervalo de confianza se muestra en la figura:

Distribución  $t$  de student con 5 grados de libertad.



Calculo de medias para medidas indirectas

Sea una serie de lecturas directas:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  de la cual obtenemos  $\bar{x}$ .

Los valores indirectos ( $y$ ) se relacionan con los indirectos como  $y = f(x)$ , luego el promedio de los valores indirectos se calcula así:  $\bar{y} = f(\bar{x})$

Cálculo de incertezas para medidas indirectas

Se tiene  $y$  en función de  $x$ :

$$y = f(x)$$

Entonces las desviaciones estándar de  $(x)$  y  $(y)$  están relacionadas por:

$$s_y = s_x \left| \frac{dy}{dx} \right| \quad (\text{Ec. 2})$$

Para calcular el intervalo de confianza indicado anteriormente.

Como no se conoce  $\sigma^2$  por lo tanto se estimará con  $S^2$  y una distribución t student, en donde se hace uso de intervalos.

$$\sigma^2 \approx S^2$$

#### 4.3.4.2 Prueba de hipótesis

Se formularon dos hipótesis, la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) como:

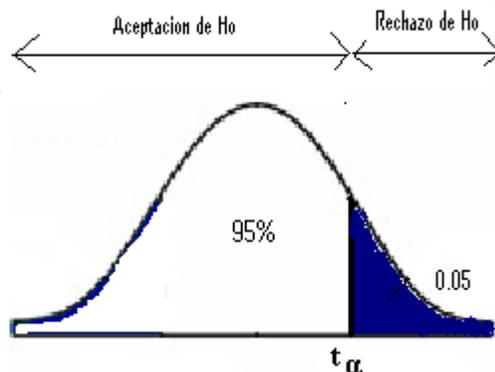
**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No hay diferencia significativa en el valor de flúor reportado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 0.01 ppm y el valor encontrado

$$H_0: \mu = \mu_0$$

**Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Si hay diferencia significativa en el valor de flúor reportado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 0.01 ppm y el valor encontrado.

$$H_1: \mu \geq \mu_0$$

La región de rechazo y aceptación de la hipótesis nula con nivel de confianza de 95% se puede observar mediante el siguiente grafico



El estadístico a calcular es t práctica ( $t_p$ )

$$t_p = \frac{\bar{x} - \mu}{S} \sqrt{n}$$

En donde:

$\mu$  = Media poblacional

$\bar{X}$  = Promedio de lecturas

S = Desviación típica

n = Tamaño de muestra

La decisión se toma en base a este estadístico si el valor está en la región de aceptación ( $H_0$ ) o está en la región de rechazo ( $H_1$ ) de la hipótesis nula.

#### 4.3.4.3 Cumplimiento de hipótesis

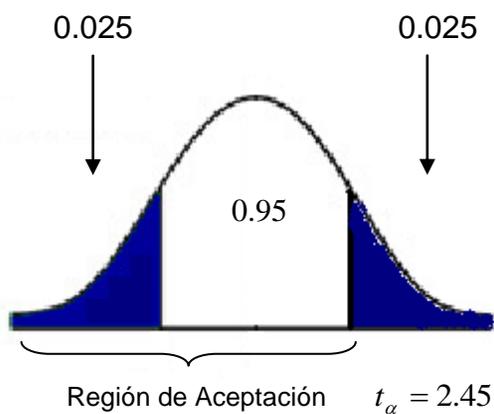
Se parte del supuesto que la variable del nivel de flúor tiene distribución normal además no se tienen estudios previos para conocer la desviación estándar ( $\sigma^2$ ) por lo que se hizo una aproximación por la desviación estándar de la muestra ( $S_c$ ). Esto y el tamaño de muestra exigen usar la distribución t.

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Municipio de Ozatlán**  
Hipótesis

$$H_0: \mu = 0.01 \text{ ppm}$$

$$H_1: \mu > 0.01 \text{ ppm}$$



$$gl = 7 - 1$$

$$gl = 6$$

$t_p$  = Práctica y se determina mediante la siguiente formula:

$$t_p = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

El rango de concentración real de flúor viene dada mediante la siguiente formula:

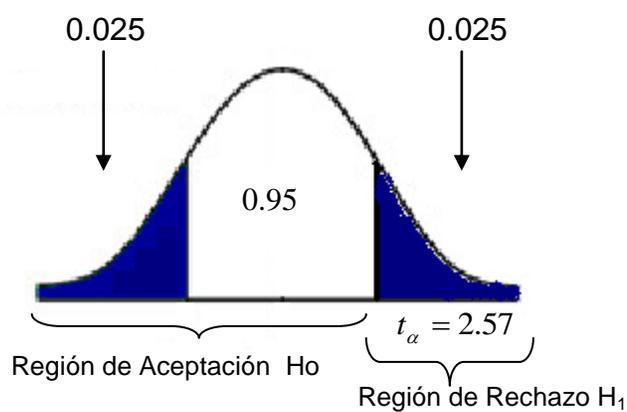
$$\bar{x} - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

### Municipio de El Sauce

Hipótesis

$$H_0: \mu = 0.01 \text{ ppm}$$

$$H_1: \mu > 0.01 \text{ ppm}$$



$$\begin{aligned} \text{gl} &= 6 - 1 \\ \text{gl} &= 5 \end{aligned}$$

$$\alpha = 0.025$$

$t_p$  = Práctica y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$t_p = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

El rango de concentración real de flúor viene dada mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{x} - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

#### **4.4 Principio del método.**

El electrodo de fluoruro es un sensor selectivo de iones; el elemento clave es el cristal de fluoruro de lantano a través del cual se establece un potencial con soluciones de fluoruro de distinta concentración. El cristal está en contacto con la solución de muestra en un lado y en una solución de referencia en la otra.

La actividad del ión fluoruro depende de la fuerza iónica total de la solución y del pH, así como el derivado complejante del fluoruro, la adición de un tampón adecuado proporciona una fuerza iónica ambiente casi uniforme, ajusta el pH y distribuye los complejos de forma que el electrodo mide la concentración del ión en estudio.

#### **Interferencia**

El fluoruro forma complejo con varios cationes polivalentes especialmente aluminio y hierro. La proporción de esa formación depende pH de la solución, niveles relativos de fluoruro y especies formadoras de complejo.

El componente del tampón EDTA (Acido cicloexilendiamintetracético). Complejará preferentemente los cationes interferentes liberando iones fluoruro.

El tampón mantiene el pH arriba de 5.0 para reducir al mínimo el complejo de fluoruro de hidrógeno (HF) y por lo tanto al mantener el pH en el rango descrito no se den interferencias del ión hidrógeno, el grado de complejación depende de la concentración de los agentes complejantes, de la concentración total de fluoruro y de la fuerza iónica total de la solución.

Por lo anterior se ha desarrollado una solución llamada TISAB (Solución Buffer ajustadora de la fuerza iónica total), precisamente para fijar las condiciones adecuadas para el análisis de fluoruro ya que provee una fuerza iónica, descompleja al analito y mantiene un pH adecuado.

Existen diversas composiciones del TISAB, una fórmula típica es la siguiente:

- \* Acido acético glacial
- \* Citrato de sodio
- \* Acetato de sodio
- \* Cloruro de sodio
- \* pH (Ver anexo N°16)

En la práctica las soluciones problema y los estándares se diluyen en una proporción 1:1 con TISAB con lo cual se mantiene un pH óptimo proveído por el tampón acetato / ácido acético, los iones metálicos interferentes se complejan con el citrato y la fuerza iónica debida principalmente al cloruro de sodio es tal que la concentración de los iones fluoruros libres puede conocerse utilizando los potenciales registrados en circuito de medición potenciométrica.

## **4.5 Metodología analítica**

### **4.5.1 Técnicas potenciométricas.**

Para efectos de análisis químico cuantitativo el ión fluoruro es susceptible de ser determinado mediante diversas técnicas analíticas una de ellas es la potencimetría directa se perfila como una de las más adecuadas para

desarrollar la metodología para la determinación de fluoruro en leche materna utilizando para ello electrodo de ión selectivo para flúor.

Para realizar la determinación de flúor se ajusto la solución tampón TISAB III (Solución ajustadora de la fuerza iónica) a un pH optimo de 5.38 ya que el rango ideal de trabajo es a un pH de 5.0 – 5.5 para mantener un equilibrio de los iones en solución.

Para la preparación de los reactivos se utiliza agua desmineralizada para evitar interferencia entre los iones a determinar, el tipo de material que se utiliza es de plástico siguiendo el mismo propósito.

Durante el análisis se adiciono igual cantidad de TISAB III a los estándares y muestras para poderlas leer en una relación de 1:1 y se agitan durante 3 a 5 minutos antes de realizar las lecturas teniendo en cuenta de tapar las muestras para evitar la evaporación del ion  $F^-$  a analizar.

#### **Preparación de la solución patrón de flúor.**

1. Pesar 2.2112 g de fluoruro de sodio, previamente desecado a  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 2 horas en estufa, enfriar en un desecador.
2. Transferir a un balón volumétrico de 1000.0 mL y disolver adicionando 500.0 mL de agua desmineralizada. Agitando constantemente hasta completa disolución.
3. Llevar a volumen con agua desmineralizada (estándar de 1000 ppm de flúor)

### 4.5.3 Preparación de los estándares de calibración de flúor.

A partir de la solución patrón de flúor de 1000 ppm preparar una serie de estándares de calibración de 0.05 ppm, 0.06 ppm, 0.07 ppm, 0.08 ppm, 0.1 ppm, 0.2 ppm, 0.3 ppm

1. Pipetear 50.0 uL de la solución patrón de flúor y transferir a balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar. Llevar a volumen con agua desmineralizada. (Estándar de calibración de 0.05 ppm).
2. Pipetear 60.0 uL de la solución patrón de flúor y transferir a balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar. Llevar a volumen con agua desmineralizada. (Estándar de calibración de 0.06 ppm).
3. Pipetear 70.0 uL de la solución patrón de flúor y transferir a balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar. Llevar a volumen con agua desmineralizada. (Estándar de calibración de 0.07 ppm).
4. Pipetear 80.0 uL de la solución patrón de flúor y transferir a balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar. Llevar a volumen con agua desmineralizada. (Estándar de calibración de 0.08 ppm).

5. Pipetear 100.0 uL de la solución patrón de Flúor y transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar.
6. Llevar a volumen con agua desmineralizada (Estándar de calibración de 0.1 ppm).
7. Pipetear 200 .0 uL de la solución patrón de Flúor y transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar.Llevar a volumen con agua desmineralizada (Estándar de calibración de 0.2 ppm).
8. Pipetear 300.0 uL de la solución patrón de Flúor y transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar aproximadamente 30.0 mL de agua desmineralizada y agitar.Llevar a volumen con agua desmineralizada (Estándar de calibración de 0.3 ppm).

#### **4.5.4 Preparación de solución tampón reguladora de la fuerza iónica (TISAB)**

1. Pesar 58.50 g de cloruro de sodio, 61.50 g de acetato de sodio, 0.150 g de citrato de sodio y disolver en 500 mL de agua desmineralizada y filtrar.
2. Transferir a balón volumétrico de 1000.0 mL y se procede a disolver la solución con agitador magnético durante 10 minutos, retirar el agitador y adicionar 14.3 mL de ácido acético concentrado

3. Medir el pH de la solución, si este no está entre el rango de 5.0 – 5.5 ajustarlo con ácido acético 0.1N ó Hidróxido de sodio 0.1N, aforar a volumen con agua desmineralizada.

#### **4.5.5 Calibración del potenciómetro y pendiente de trabajo**

- a) Conectar las terminales de los electrodos al potenciómetro.
- b) Colocar 50.0 mL de agua desmineralizada y 50.0 mL de TISAB III o 90.0 mL de agua y 10.0 mL de TISAB III en un beaker de 250 mL
- c) Seleccionar el estándar de 1000 ppm y pipetear 1.0 mL de estándar en un beaker llevar a volumen de 100.0 mL, agitar, leer cuando la lectura este estable, registrar el potencial del electrodo en milivoltios mV.
- d) Enjuagar los electrodos, repetir el procedimiento descrito para las disoluciones del estándar de fluoruro realizando las lecturas de menor a mayor concentración para los demás estándares
- e) Pipetear 10.0 mL del mismo estándar en el mismo beaker, agitar cuando se estabilice, registrar la lectura, el potencial del electrodo en mV.

La pendiente de trabajo es la pendiente proporcionada por cada equipo de trabajo, en este caso tiene un rango de trabajo de 54 – 60 mV/década y viene dada por la diferencia entre la primera y segunda lectura del potencial del electrodo cuando la temperatura de la solución es 25 °C la cual debe encontrarse en el rango descrito, si la diferencia en potencial no es con respecto a este rango, referirse a (manual del usuario). (Ver anexo N° 26)

Resultado:

Primera lectura            108.8 mV

Segunda lectura            50.4 mV

Diferencia  $108.8 \text{ mV} - 50.4 \text{ mV} = 58.4 \text{ mV}$  esta es la pendiente del equipo de trabajo lo cual indica que esta funcionando bien para poder realizar las determinaciones necesarias.

El pH de la solución ajustadora de la fuerza iónica esta dentro del rango de pH según especificaciones del equipo, el valor con el que se trabajo es el de 5.38 con TISAB III. (Ver anexo N° 26)

#### **4.5.6 Elaboración de la curva de calibración de flúor.**

1. Pipetear 25.0 mL de cada uno de los estándares de calibración de flúor y colocar separadamente en beakers plásticos de 100 mL.
2. Adicionar a cada beaker 25 mL de la solución tampón reguladora de la fuerza iónica (TISAB).
3. Agitar la solución del estándar de calibración de 0.05 ppm durante 3 minutos.
4. Detener la agitación y observar que no haya presencia de burbujas en la solución ni en los electrodos.
5. Introducir los electrodos a la solución y esperar que el valor indicado que aparece en la pantalla del equipo se estabilice.
6. Anotar el valor final leído por el equipo en milivoltios (mV)
7. Repetir del paso 1 al 6 con los estándares de calibración restantes.

8. Trasladar ordenadamente los valores medidos (en mV) a un diagrama de calibración en función del logaritmo de la concentración de flúor de cada una de las correspondientes soluciones de los estándares (eje de abscisas) utilizando papel logarítmico.
9. Determinar la pendiente de la curva de calibración.
10. Calibrar sucesivamente con las diferentes concentraciones de flúor de menor a mayor concentración
11. Pipetear 25.0 mL de cada uno de los estándares de calibración de flúor y colocar separadamente en beakers plásticos de 100.0 mL.
12. Adicionar a cada beaker 25.0 mL de la solución tampón reguladora de la fuerza iónica (TISAB).
13. Agitar la solución del estándar de calibración de 0.05 ppm durante 3 minutos.
14. Detener la agitación y observar que no haya presencia de burbujas en la solución ni en los electrodos.
15. Introducir los electrodos a la solución y esperar que el valor indicado que aparece en la pantalla del equipo se estabilice.
16. Anotar el valor final leído por el equipo en milivoltios (mV)
17. Repetir del paso 3 al 6 con los estándares de calibración restantes.
18. Trasladar ordenadamente los valores medidos (en mV) a un diagrama de calibración en función del logaritmo de la concentración de flúor de cada

una de las correspondientes soluciones de los estándares (eje de abscisas) utilizando papel logarítmico.

19. Determinar la pendiente de la curva de calibración.
20. Calibrar sucesivamente con las diferentes concentraciones de flúor de menor a mayor concentración

#### **4.5.7 Preparación de las muestras de leche materna**

1. Las muestras después que se han mantenido almacenadas y congeladas a una temperatura de  $-21^{\circ}\text{C}$  se descongelan hasta temperatura ambiente previo su respectivo análisis.
2. Medir exactamente 25.0 mL de la muestra con pipeta graduada y colocar en un beaker plástico de 100 mL.
3. Adicionar 25.0 mL exactamente de TISAB III y agitar
4. El tiempo de agitación es de 3-5 minutos cubriendo el beaker para evitar evaporación del ion en estudio
5. Realizar la determinación a través del electrodo selectivo para flúor cuando no haya formación de burbujas para evitar cualquier interferencia

#### **4.5.8 Cuantificación de flúor en las muestras de leche materna.**

1. Homogenizar la solución de la muestra durante 3 minutos.
2. Detener la agitación y observar que no haya presencia de burbujas en la solución ni en los electrodos.
3. Introducir los electrodos a la solución y esperar que el valor indicado que aparece en la pantalla del equipo se estabilice.

4. Anotar el valor final leído por el equipo.
5. Repetir el mismo procedimiento con cada una de las muestras ha analizar.
6. Determinar con ayuda del diagrama de calibración las concentraciones de flúor de las muestras a partir de los valores leídos (en mV) o calcularlas haciendo uso de la pendiente.

**Consideraciones importantes.**

- Se debe lavar el electrodo de flúor combinado después de haber realizado las lecturas antes de introducirlo en la próxima solución.
- Todas las medidas deben efectuarse en las mismas condiciones de agitación, es decir: misma velocidad de agitación, misma barra agitadora, misma distancia del electrodo a la barra agitadora, etc.
- Las soluciones de los estándares de calibración y de las muestras deben estar a la misma temperatura y deben ser de preparación reciente.
- Encender el equipo 15 minutos antes de realizar las lecturas.
- La curva de calibración debe prepararse cada vez que se use el equipo lo mismo que la determinación de cada muestra.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Para llevar a cabo esta investigación primero se revisaron antecedentes sobre la concentración de flúor en el agua de abastecimiento en los municipios de Ozatlán y El Sauce.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la concentración de flúor promedio en leche materna para el municipio de Ozatlán es de 0.0669 ppm y para el municipio de El Sauce es de 0.1159 ppm, se observa que los resultados obtenidos de El Sauce son mayores que los que se obtuvieron para el municipio de Ozatlán, es posible que esta diferencia se deba al poco tiempo que las madres del segundo municipio han estado consumiendo flúor en el agua de bebida.

### 5.1 Identificar el rango de la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán, El Sauce y el área metropolitana de San Salvador.

Se realizo primero la identificación del rango de trabajo mediante una curva previa de calibración y de lecturas de muestras para determinar cual era el rango de lectura; ya que no se tienen antecedentes; lo que a su vez sirvió como un ensayo preliminar de trabajo, luego se procedió a realizar los análisis correspondientes con el rango ya establecido. (Ver anexo N° 17)

Se identifica la concentración de flúor en los municipios de **Ozatlán** y **El Sauce**, para el análisis se utilizaron siete muestras para el municipio de **Ozatlán** y seis

muestras para **El Sauce**, obteniéndose los resultados de dichos análisis que se presentan en la Tabla N° 7 y N° 10 respectivamente, para calcular la concentración de flúor en partes por millón (ppm) la ecuación de Nerts se adaptó a la línea recta, partiendo de los valores de lecturas obtenidas en milivoltios. Sensibilidad del método (Ver anexo N° 27)

## 5.2 Cuantificar la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Oztatlán y El Sauce.

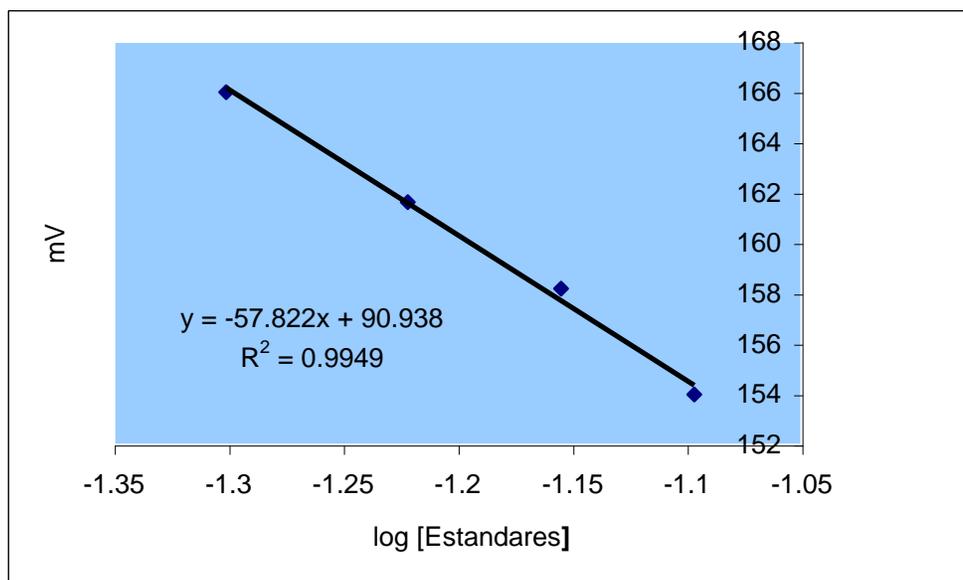
Para cuantificar la concentración de flúor, se tomaron muestras de leche materna de madres donantes del municipio de **Oztatlán y El Sauce**, los análisis se realizaron en el laboratorio de CENSALUD. Antes de realizar el análisis las muestras fueron almacenadas a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , luego para realizar las determinaciones se procedieron a descongelar hasta temperatura ambiente. Se prepararon una serie de estándares (ver Anexo N° 17) para elaborar las curvas de calibración respectivas para cada municipio; los resultados de lecturas de estándares se presentan en la siguiente Tabla N° 5

**Tabla N° 5 Resultados de lecturas de estándares en milivoltios (mV) para el Municipio de Oztatlán.**

Estándar	Lectura mV (Y)	Log estándar (X)
0.05	166	- 1.3010
0.06	161.63	- 1.2218
0.07	158.2	- 1.1549
0.08	154	- 1.0969

Con los datos de la tabla anterior se procedió a graficar las lecturas de los estándares en milivoltios vrs Log de la concentración del estándar obteniéndose así la curva de calibración para el municipio de **Ozatlán**.

En la siguiente gráfica se presenta la curva de calibración.



**Fig N° 1** Curva de calibración de las lecturas de los estándares en milivoltio (mV) vrs Log de la concentración en partes por millón (ppm) para el municipio de **Ozatlán**

Para cada lectura realizada se tomó un volumen de 25.0 mL de muestra y 25.0 mL de TISAB III se agitaron las muestras de 3 - 5 minutos cubriendo el beaker para evitar que se evaporara el ion en estudio, luego se introduce el electrodo para hacer la medición correspondiente de concentración que se obtuvieron en milivoltios (mV) para luego obtener la concentración en partes por millón.

Para el municipio de **Ozatlán**, en la siguiente tabla se presentan los resultados de lecturas en milivoltios de leche materna obtenidos:

**Tabla N° 6 Resultados de lecturas de la concentración de flúor en milivoltios (mV) para el municipio de Ozatlán.**

N° muestras Ozatlán	E (mV)
33*	155.43
20	158.46
27	152.3
10	160.43
65	161.2
04	163.43
19	162.6

Para calcular la concentración de flúor en partes por millón se utilizó la siguiente fórmula partiendo de la ecuación de Nerst:

$$E = K - 0.059 \log [F^-]$$

Al adaptar la ecuación anterior a la línea recta se obtiene lo siguiente ecuación utilizando los datos de la curva de calibración obtenida para el municipio de Ozatlán

$$Y = mx + b$$

$$E = - 57.822 \log C_{ppm} + 90.938$$

Despejando se tiene:

$$C_{ppm} = 10^{\left(\frac{90.938 - E}{57.822}\right)}$$

Donde: E: lectura en milivoltios

57.822 pendientes de la curva de calibración

90.938 intercepto

C: concentración en ppm.

Tomando el valor de lectura de la muestra N° 33 de la **Tabla N° 6** se tiene

$$\text{Sustituyendo: } C_{ppm} = 10^{\left(\frac{90.938-155.43}{57.822}\right)} * (\text{Muestra N}^\circ 33)$$

$$C_{ppm} = 10^{\left(\frac{64.492}{57.822}\right)}$$

$$C_{ppm} = 10^{(1.115354)}$$

$$C_{ppm} = 0.0767 \text{ ppm} *$$

Aplicando la fórmula para los siguientes valores del **Tabla N° 6** se tiene la concentración de flúor en partes por millón para cada muestra.

**Tabla N° 7 Resultados de la concentración de flúor para el municipio de Ozatlán, haciendo uso de la formula obtenida a partir de la curva de calibración.**

N° muestras	Lectura promedio (mV)	Concentración de flúor (ppm)
33	155.43	0.0767 *
20	153.46	0.0679
27	152.3	0.0868
10	160.43	0.0628
65	161.2	0.0609
04	163.43	0.0557
19	162.6	0.0576

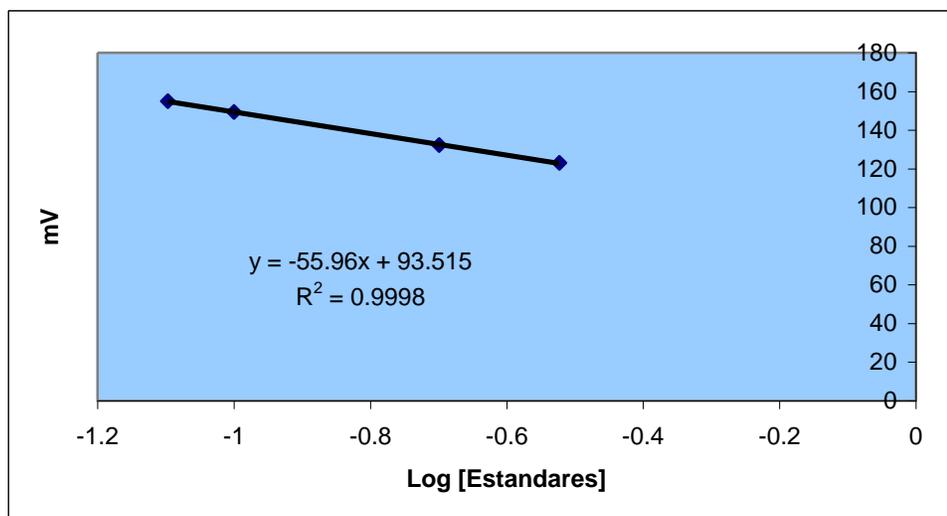
Se procedió de igual manera para el municipio de El Sauce se prepararon una serie de estándares, luego se elaboro la curva de calibración para poder leer cada una de las muestras recolectadas y así poder calcular las concentración en partes por millón de flúor.

**Tabla N° 8 Resultado de las lecturas de estándares en milivoltios para el municipio de El Sauce**

Estándar (ppm)	Lectura mV (Y)	Log estándar (X)
0.08	155.0	- 1.0969
0.1	149.47	- 1
0.2	132.31	- 0.6990
0.3	123.0	- 0.5229

Con los datos de la **Tabla N° 8** se procedió a graficar las lecturas de los estándares en milivoltios vrs Log de la concentración del estándar en ppm, obteniéndose así la curva de calibración para el municipio de **El Sauce**.

En el siguiente gráfico se presenta la curva de calibración



**Fig N° 2** Curva de calibración de las lecturas de los estándares en milivoltio (mV) vrs Log de la concentración en partes por millón (ppm) para el municipio de **EL Sauce**

En la siguiente **Tabla N° 9** se presentan las lecturas en milivoltios de cada muestra de leche materna para el municipio de **El Sauce**.

**Tabla N° 9 Resultado de las lecturas de la concentración de flúor en milivoltios (mV) para el municipio de El Sauce**

N° muestras	E (mV)
17	141.3
11	144.1
22	145.1
29	148.03
34	147.56
32	150.3

Para calcular la concentración de flúor en partes por millón se utilizo la siguiente fórmula partiendo de la ecuación de Nerst:

$$E = K - 0.059 \text{ Log } [F^-]$$

Al adaptar esta ecuación a la línea recta se obtiene la siguiente ecuación utilizando los datos de la curva de calibración obtenida para el municipio de El Sauce

$$Y=mx+b$$

$$E = - 55.96 \log C_{ppm} + 93.515$$

Despejando se tiene:

$$C_{ppm} = 10^{\left(\frac{93.515-E}{55.96}\right)}$$

Donde: E: lectura en milivoltios

55.96 pendientes de la curva de calibración

93.515 intercepto

C: concentración en ppm.

Tomando el valor de lectura de la muestra N°17 de **la Tabla N° 9** se tiene:

$$\text{Sustituyendo: } C_{ppm} = 10^{\left(\frac{93.515-141.3}{55.96}\right)} * (\text{Muestra N° 17})$$

$$C_{ppm} = 10^{\left(\frac{47.785}{55.96}\right)}$$

$$C_{ppm} = 10^{(0.8539)}$$

$$C_{ppm} = 0.1399 \text{ ppm} *$$

Aplicando la formula para los siguientes valores de la **Tabla N° 9** se tiene la concentración de flúor en partes por millón para cada muestra.

**Tabla N° 10 Resultados de la concentración de flúor para el municipio de El Sauce, haciendo uso de la formula obtenida apartir de la curva de calibración Municipio de El Sauce.**

N° muestra	Lectura Promedio (mV)	Concentración de flúor (ppm)
17	141.3	0.1399*
11	144.1	0.1247
22	145.1	0.1197
29	148.03	0.1061
34	147.56	0.1082
32	150.3	0.0966
n=6	Promedio 146.06 mV	Promedio 0.1159

Se cuantifico la concentración de flúor para ambos municipios obteniendo valores promedio, para el municipio de **Ozatlán** se obtuvo una concentración de **0.0669 ppm** y para el municipio de **El Sauce 0.1159 ppm** ambos promedio de valores sobrepasan el limite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de 0.01 ppm.

Se realizó los cálculos de desviación estándar para el municipio de **Ozatlán**

mediante la fórmula:  $S_C = S_E \left| \frac{dC}{dE} \right|$

$S_c$  = desviación estándar de la muestra sustituida en la formula

$$t_p = \frac{\bar{x} - \mu}{S_C / \sqrt{n}} = \frac{1.1289 - 0.01}{0.4337 / \sqrt{6}} = 6.319 \quad \text{Para el municipio de Ozatlán}$$

$$t_p = \frac{\bar{x} - \mu}{S_C / \sqrt{n}} = \frac{2.0147 - 0.01}{0.6398 / \sqrt{6}} = 7.675 \quad \text{Para El municipio de El Sauce}$$

De las lecturas en milivoltios quedando como resultado así:  $S_E = 4.032 \text{ mV}$

Teniendo el resultado anterior se procede a realizar la corrección de la desviación estándar de las lecturas en milivoltios, haciendo uso de los datos que se obtienen en la curva de calibración correspondiente quedando de la siguiente forma:

Sustituyendo se tiene:

$$S_C = S_E \left| 10^{(90.938 - E) / 57.822} (\ln 10) (-1 / 57.822) \right|$$

$$S_C = S_E \left| C (\ln 10) (-1 / 57.822) \right|$$

$$S_C = S_E \left| 0.03982 C \right|$$

$$S_C = 0.0107 \text{ ppm}$$

Este último resultado es la desviación corregida de los datos de lectura obtenidos y el verdadero

El intervalo de confianza esta dado mediante la siguiente formula:

$$\bar{C} - t_{\alpha/2} \frac{S_C}{\sqrt{n}} < C < \bar{C} + t_{\alpha/2} \frac{S_C}{\sqrt{n}}$$

Quedando el intervalo así:

$$1.69 \times 10^{-4} < C < 3.71 \times 10^{-4}$$

El cual indica que en ese rango descrito se encuentra el verdadero valor de la concentración de flúor para el municipio de **Ozatlán**.

De igual forma se procedió para hacer la determinación en el municipio de **El Sauce** así:

De las lecturas en milivoltios quedando como resultado así:  $S_E = 3.21 \text{ mV}$

Teniendo el resultado anterior se procede a realizar la corrección de la desviación estándar de las lecturas en milivoltios, haciendo uso de los datos que se obtienen en la curva de calibración correspondiente quedando de la siguiente forma:

Sustituyendo se tiene:

$$S_C = S_E \left| 10^{(93.515 - E)/55.96} (\ln 10) (-1/55.96) \right|$$

$$S_C = S_E \left| C (\ln 10) (-1/55.96) \right|$$

$$S_C = S_E \left| 0.04115C \right|$$

$$S_C = 0.01530 \text{ ppm}$$

Este último resultado es la desviación corregida de los datos de lectura obtenidos y el verdadero

El intervalo de confianza esta dado mediante la siguiente formula:

$$\bar{C} - t_{\alpha/2} \frac{S_C}{\sqrt{n}} < C < \bar{C} + t_{\alpha/2} \frac{S_C}{\sqrt{n}}$$

Quedando el intervalo siguiente así:

$$5.67 \times 10^{-4} < C < 8.62 \times 10^{-4}$$

El cual indica que en ese rango descrito se encuentra el verdadero valor de la concentración de flúor para el municipio de **El Sauce**.

El nivel de flúor es mayor que el nivel que reporta la Organización Mundial para la Salud (OMS) que es de 0.01ppm de flúor encontrado naturalmente en la leche materna.

Para obtener los grados de libertad se hace necesario aplicar la siguiente fórmula:  $gl = n - 1$  en donde  $n$  es el tamaño de muestra, así se tiene que para el municipio de **Ozatlán** con 6 grados de libertad el valor crítico que le corresponde con  $t_{0.025}$  es 2.45 el cual se encuentra en la fila 6 columna 9 rotulada con  $t_{0.025}$  (por ser bilateral de la tabla, el valor de  $t$  calculada es 6.319 en valor absoluto que  $t_{\alpha}$  por lo tanto es mayor y según los datos obtenidos hay evidencia aparente de aceptar la hipótesis alternativa

**El Sauce** con 5 grados de libertad el valor crítico que le corresponde con  $t_{0.025}$  es 2.57 el cual se encuentra en la fila 4 columna 9 rotulada con  $t_{0.025}$  (por ser bilateral) de la tabla  $t$  de student. (Ver anexo N° 15)

Se puede observar que  $t$  calculada es 7.675, en valor absoluto que  $t_{\alpha}$  por lo tanto es mayor y según los datos obtenidos hay evidencia aparente para aceptar la hipótesis alternativa.

Al haber diferencia significativa entre lo estipulado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y lo que se encontró en ambos municipios se determina mayor concentración de flúor en leche materna en el municipio de El Sauce, encontrando así que los dos municipios en estudio se encuentran fuera del límite permitido por dicha organización.

El ministerio de Salud pública y Asistencia Social ha realizado análisis en agua de consumo del área metropolitana y de otros lugares y municipios de **El Salvador obteniendo para unos lugares resultados favorables y desfavorables** según se indica. El análisis se realizó en el 2005 por lo que las muestras de el área metropolitana analizadas se tomaran como una comparación entre los municipios estudiados. (Ver Anexo N° 19)

También se presentan a continuación el resultado de los análisis incluyendo todas las muestras de los municipios en estudio con su respectiva curva de calibración.

Los resultados obtenidos fueron de acuerdo a lo que se esperaba no hay diferencia entre el primer análisis de muestras y el total de muestras la concentración de flúor en las muestras de leche no varía.

Se prepararon los mismos estándares para cada municipio obteniendo las pendientes de la curvas en el rango que dice el manual del usuario por lo que el equipo estaba en condiciones para poder realizar las lecturas de las muestras.

**Tabla N° 11 Resultado de lectura y Log. de los estándares para el municipio de Ozatlán.**

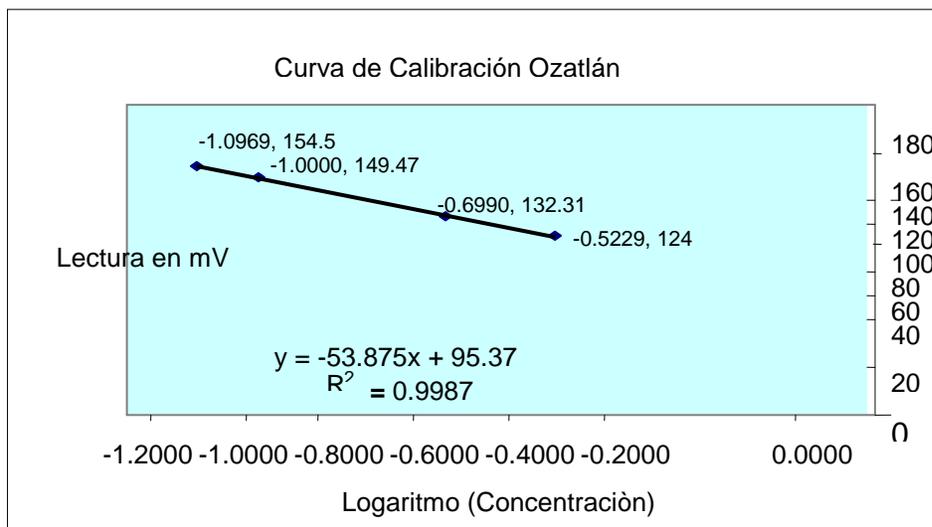
Estándares (ppm)	Log Estándares (x)	Lecturas (mV) (y)
0.05	-1.30	166
0.06	-1.22	1161.63
0.07	-1.15	158.2
0.08	-1.10	154.0

**Tabla N° 12 Promedio de lecturas y cálculos de concentración de flúor en Leche materna en ppm. Para el municipio de Ozatlán.**

N° De muestra	Primera lectura (Mv)	Segunda lectura (Mv)	Tercera lectura (Mv)	Promedio (Mv)	Log (conc.)	C ppm de Flúor liberado
17	142.5	154.6	149.8	142.3	-0.8710	0.1345
7	152.8	149.	157.5	153.1	-1.0715	0.0848
33	151.5	153.7	161.1	155.43	-1.1142	0.0768
20	157.5	155.8	162.1	158.46	-1.1717	0.0673
27	147.8	152.6	156.5	152.3	-1.0567	0.0877
10	157.1	159.3	164.9	160.43	-1.2070	0.0620
65	158.3	161.1	164.2	161.26	-1.2219	0.0599
04	160.4	161.9	168.0	163.43	-1.2627	0.0546
19	159.4	161.7	166.7	162.6	-0.2464	0.5657

En la **Tabla N° 12** se presentan los resultados del análisis de las muestras seleccionadas para el municipio de **Ozatlán** incluyendo las muestras que entran en la curva de calibración correspondiente así como las que no entran en la curva de calibración.

Presentación de todos los datos de concentración de Flúor en mV para el municipio de **Ozatlán**.



**Fig. Nº 3** Curva de calibración utilizando todos los datos de lectura para El municipio de **Ozatlán**, lectura en mV. Vrs. Log de concentración de estándares en ppm.

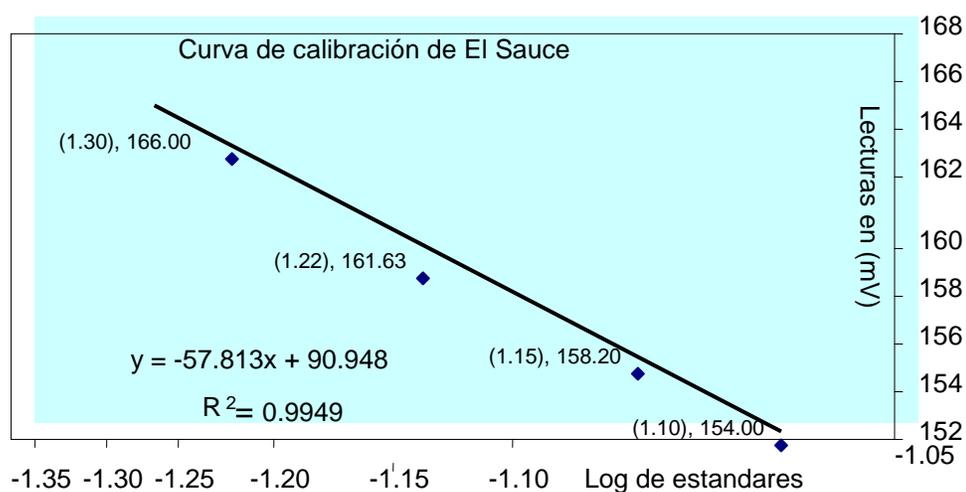
**Tabla Nº 13** Resultado de lectura y Log. De los estándares para el municipio de **El Sauce**.

Estándares	Log (estándares) (x)	Lecturas (Mv) (y)
0.08	-1.10	154.5
0.1	-1.00	149.5
0.2	-0.70	132.3
0.3	-0.52	124.0

**Tabla N° 14 Promedio de lecturas y cálculos de concentración de flúor en Leche materna en ppm. Para el municipio de El Sauce.**

N° De muestra	Primera Lectura (Mv)	Segunda lectura (Mv)	Tercera Lectura (Mv)	Promedio	Log (estándares)	Conc.ppm de Flúor
50	129.1	128.2	134.5	130.6	-0.6858	0.2061
53	132.6	137.6	138.5	136.23	-0.7827	0.1649
17	139.8	139.3	144.8	141.3	-0.8709	0.1346
11	142.5	145.4	144.4	144.1	-0.9193	0.1204
22	146.1	147.0	142.2	145.1	-0.9366	0.1157
29	151.2	148.6	144.3	148.03	-0.9868	0.1030
34	148.9	150.6	143.2	147.56	-0.9799	0.1047
32	153.0	153.0	144.8	150.3	-1.0266	0.0940

En la **Tabla N° 14** se presentan los resultados del análisis de las muestras seleccionadas para el municipio de **El Sauce** incluyendo las muestras que entran en la curva de calibración correspondiente así como las que no entran en la curva de calibración . Presentación de todos los datos de concentración de Flúor en mV. Para el municipio de **El Sauce**.



**Fig.**

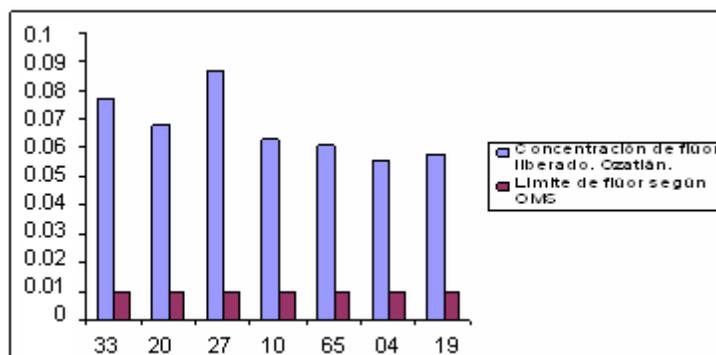
**N° 4** Curva de calibración utilizando todos los datos de lectura para el municipio de **El Sauce**, lectura en mV. vrs. Log de concentración de estándares en ppm.

### 5.3 Comparar los resultados obtenidos en los diferentes municipios con el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Comparando los resultados obtenidos de la cuantificación de flúor en leche materna de los diferentes municipios, se tiene que los valores sobrepasan el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es 0.01 ppm, hallado naturalmente en la leche, lo que es 100 veces menor al agregado al agua artificialmente, pero la condición cambia al estudiar poblaciones donde se tiene antecedentes que el agua de consumo presenta concentraciones elevadas de fluoruros.

**Tabla N° 15 Comparativo de valores individuales de concentración de Flúor obtenido en el municipio de Ozatlán.**

N° de muestra	Concentración de flúor en ppm	Límite permitido por la OMS
33	0.0767	0.01ppm
20	0.0679	
27	0.0868	
10	0.0628	
65	0.0609	
04	0.0557	
19	0.0576	

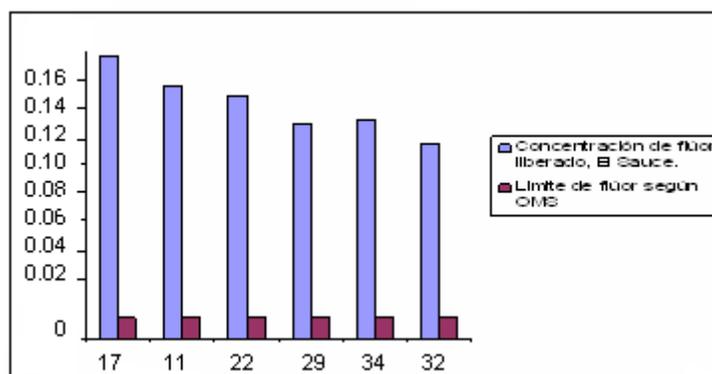


**Fig. N° 5** Relación de la concentración de flúor encontrado con el límite de Organización Mundial de La Salud (OMS).

Utilizando solo los valores de las lecturas de flúor realizadas para el municipio de Ozatlàn que entran en la curva de calibración.

**Tabla N° 16 Comparativo de valores individuales de concentración de flúor obtenidos en el municipio de El Sauce.**

N° de muestra	concentración de flúor en ppm	Limite permitido por la OMS
17	0.1399	0.01 ppm.
11	0.1247	
22	0.1197	
29	0.1061	
34	0.1082	
32	0.0966	



**Fig. N° 6** Relación de la concentración de flúor encontrado con el límite de Organización Mundial de La Salud (OMS).

Utilizando solo los valores de las lecturas de flúor realizadas para el municipio de El Sauce que entran en la curva de calibración

Para ambos municipios la concentración de flúor sobrepasa el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS)

En este estudio también se realizó una comparación de la relación que hay entre la edad de la madre y la cantidad de flúor que aporta al bebé en el periodo de lactancia, así como el aporte que el bebé recibe de la madre.

**Tabla N° 17 Concentración de flúor aportado y edad de la madre para el municipio de Ozatlán.**

(y) concentración de flúor (ppm)	(x) Edad de la madre (años)
0.0767	21
0.0679	21
0.0868	18
0.0628	19
0.0609	29
0.0557	22
0.0576	26

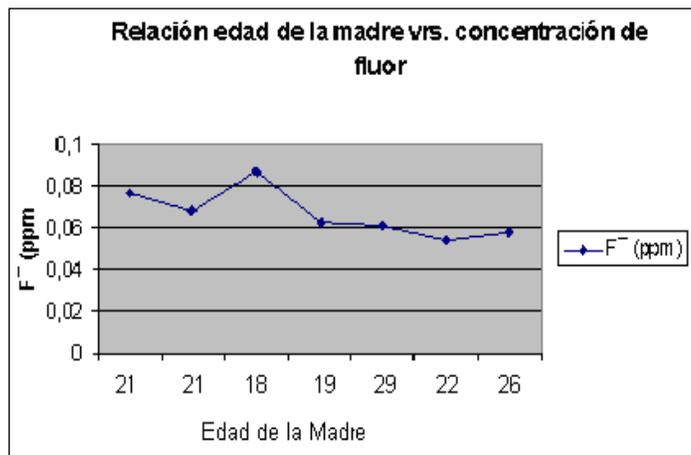
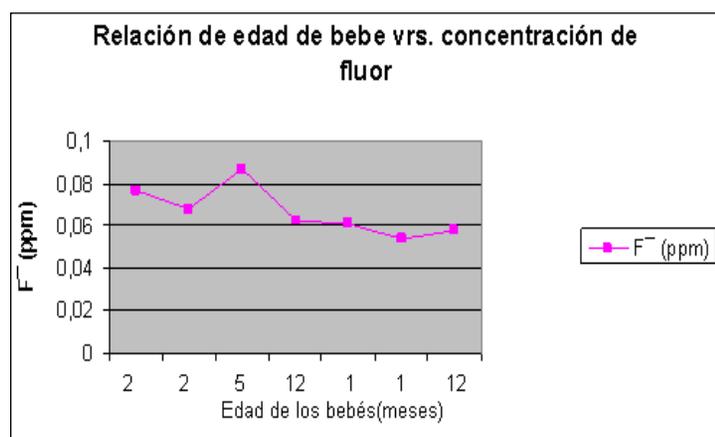


Fig N° 7 Relación de la edad de la madre vs la concentración de flúor que aporta a través de la leche materna para el municipio de Ozatlán.

En la figura se observan los cambios que se presentan con el aporte de flúor dependiendo de la edad de la madre, a menor edad de la madre hay mayor aporte de flúor a través de la leche

**Tabla N°18 Relación de la concentración de flúor que recibe el bebe vrs edad para el municipio de Ozatlán**

Edad de los bebés en meses	Concentración de flúor recibido por el bebe
2	0.0767
2	0.0679
5	0.0868
12	0.0628
1	0.0609
1	0.0557
12	0.0576

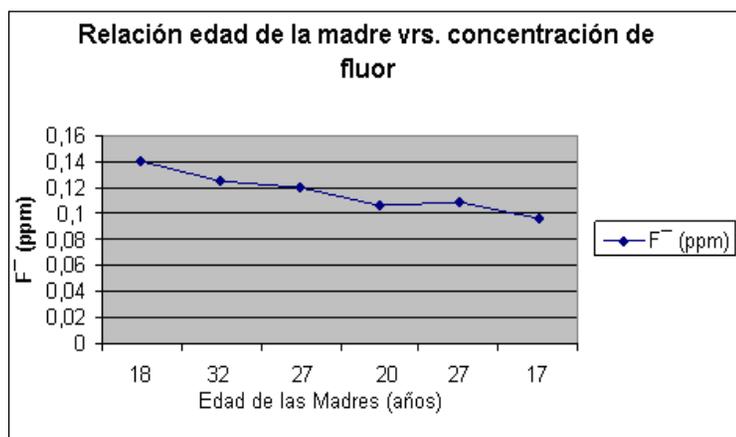


**Fig N° 8** Relación del edad del bebe vrs la concentración de flúor que recibe a través de la leche materna para el municipio de Ozatlán.

En la figura se observa el comportamiento que tiene el grafico dependiendo de la edad de la madre y el aporte que recibe a través de la leche, el pico máximo es el 5 meses la madre de ese bebe tiene 18 años, al inicio de la lactancia el aporte es mayor por parte de la madre en optimas condiciones de salud y alimentación.

Tabla N° 19 Relación de la concentración de flúor vrs edad de la madre para el Municipio de El Sauce.

Edad de madre en años	Aporte de flúor en (ppm)
18	0.1399
32	0.1247
27	0.1197
20	0.1061
27	0.1082
17	0.0966



**Fig N° 9** Relación de la edad de la madre vrs la concentración de flúor que aporta a través de la leche materna para el municipio de El Sauce.

En la figura se observa que a mayor edad de la madre el aporte de flúor es menor debido a condiciones de salud, estado nutricional y excreción, a menor edad de la madre mayor es el aporte a través de la leche materna a su hijo, en este municipio puede variar un poco la concentración de flúor debido a que las concentraciones de flúor en agua son elevadas 2.19 ppm.

Tabla N° 20 Relación de la concentración de flúor que recibe el bebe vrs edad para el municipio de El Sauce.

Edad de los bebés en meses	Aporte que recibe de flúor (ppm)
5	0.1399
7	0.1247
1	0.1197
11	0.1061
12	0.1082
4	0.0966

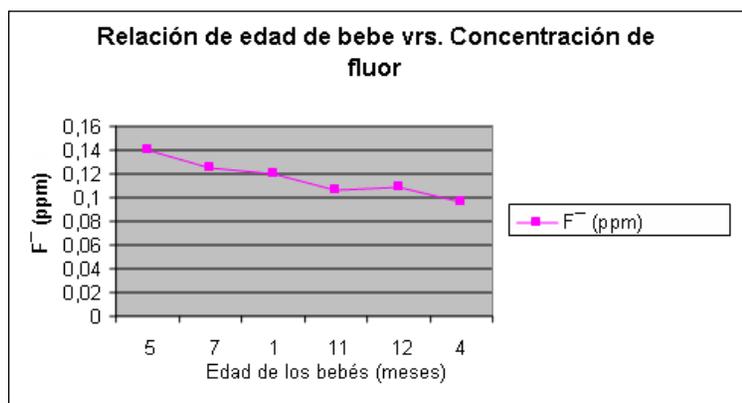


Fig N° 20 Relación de la edad del bebe vrs la concentración de flúor que recibe a través de la leche materna para el municipio de El Sauce.

En la figura se observa que a medida aumenta la edad del bebe aumenta el aporte de flúor debido a la edad de la madre y estado nutricional.

**5.4 Dar a conocer los resultados obtenidos a los profesionales relacionados con la salud que prescriben flúor, multivitaminas, minerales y dentífricos que impartan charlas de orientación especiales en estas comunidades sobre la ingesta de flúor.**

Se elaboró un resumen en el cual se presentan los resultados obtenidos a los Directores de las Unidades de Salud de los municipios en estudio para dar a conocer la concentración de flúor en las muestras de leche y así brindar orientación y concientizar a la población del uso adecuado de la ingesta de flúor por diferentes medios

Es muy importante que la población sepa de la problemática de su municipio debido a la alta concentración de flúor que tiene el agua de bebida y los riesgos que presenta su salud dental en niños y adolescentes ya que desde temprana edad inicia el deterioro de sus dientes, los médicos recibieron con mucho agrado el estudio y prometieron tomar en cuenta nuestra recomendaciones. (Ver

anexo N° 28)

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. Se identifico la presencia del ion flúor a través del método de potenciometria directa, usando electrodo selectivo obteniendo las lecturas en milivoltios, para obtener partes por millón (ppm) se utilizo la ecuación de Nerst adaptada a la línea recta.
2. La concentración de flúor promedio encontrada en el municipio de El Sauce es mayor que el promedio de el municipio de Ozatlán, por lo que se considera apropiado seguir en él un estudio más riguroso empleando otro tipo de muestra como sangre, orina, sal, plasma, uñas, etc. para una mejor evaluación y control de la fluoruración.
3. El Municipio de Ozatlán presenta un promedio de lecturas de concentración de flúor más bajo que las encontradas en El municipio de El Sauce, pero siempre superior al limite que dicta la Organización Mundial de la Salud (OMS), esto debido a que es en este último municipio hay factores provocados por otros elementos como traza del elemento hierro que interfieren en la cuantificación de los niveles de flúor en el agua.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos los valores sobrepasan el límite permitido de concentración de flúor en leche materna comparado con el límite de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de 0.01ppm. Generando la certeza de que se desarrolle una fluorosis dental o

esquelética dependiendo de los niveles ingeridos y acumulados en el organismo humano.

5. El promedio de la concentración de flúor que se encontró en el análisis de leche materna en el municipio de Ozatlán es de 0.0669 ppm y para el municipio de el Sauce es de 0.1159 ppm ambos resultados sobrepasan los límites permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
6. Al comparar los resultados de ambos municipios entre si y con los resultados de dos muestras del área metropolitana de San Salvador como son Soyapango 0.018 ppm e Ilopango 0.012 ppm tomadas estas dos últimas muestras como blanco y por un muestreo puntual dirigido y al azar el municipio de El Sauce presenta las concentraciones más elevadas.
7. Al realizar los cálculos correspondientes en el análisis utilizando las lecturas de las muestras que se pueden leer en la curva de calibración así como al utilizar todos los valores de todas las determinaciones realizadas no se encontró diferencia significativa ya que el coeficiente de correlación es cercano o similar en ambas determinaciones, lo que se puede observar en las curvas de calibración correspondientes.
8. Los fluoruros pueden ayudar a prevenir la aparición de caries, pero si se ingieren grandes cantidades dañan el desarrollo de los dientes (fluorosis dental) y los huesos (fluorosis esquelética). Las poblaciones que consumen agua de bebida fluorada de forma artificial en productos

fluorados como las pastas dentales y enjuagues bucales desarrollan menos caries ya que la cantidad de flúor suministrada es más controlada así como consumir agua con niveles necesarios de flúor.

9. Se realizó una comparación del aporte de flúor recibido por el bebe en relación a la edad de la madre, con ello se puede observar que en el gráfico a medida que aumenta la edad de la madre el aporte de flúor es menor y esto es debido a que el nivel de excreción es menor en una persona adulta.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Utilizar agua potable que sea suministrada por una institución gubernamental donde los niveles de flúor no supere el límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para que la población consuma agua de calidad y para preparar los alimentos así también el uso controlado y supervisado de productos de limpieza dental como pastas fluoradas o suplementos que lo contengan.
2. Desarrollar un programa de orientación e información dirigido a los profesionales de la salud y a los padres de manera sencilla y comprensible aconsejándoles sobre las medidas preventivas más adecuadas según las características de su área de influencia.
3. Continuar este tipo de investigación haciendo uso de la colaboración de un grupo de personas con mayores controles para la toma de muestras y poder realizar el análisis en otro tipo de muestra como pueden ser orina, plasma y uñas ya que también se les puede analizar.
4. Crear proyectos para el tratamiento de agua de consumo humano en los lugares de estudio a fin de garantizar el consumo óptimo necesario de la cantidad de flúor que el organismo humano necesita si este no es abastecido por alguna institución gubernamental.
5. Realizar una investigación para determinar por medio de otro estudio más riguroso y controlado de un grupo determinado de personas que estén dispuestos a ser evaluados periódicamente para determinar cuales

son los efectos biológicos de la exposición a diferentes niveles de fluoruros, en las zonas donde existe una concentración excesivamente alta de los mismos en forma natural como lo son los municipios en estudio, ya que existe poca información en nuestro medio determinando así que es necesario que se siga este tipo de investigación para beneficio de la sociedad y por los derechos del niño de gozar de una buena salud física y mental.

6. Realizar la determinación y cuantificación de cualquier sustancia susceptible de poder ser analizada por el método de potenciometría directa utilizando ion selectivo, se debe identificar bien el rango de trabajo a través de la curva de calibración; así como el rango de estándares a usar cercano a las lecturas esperadas teóricamente en un estudio determinado.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. Bonilla G, 1997. Métodos prácticos de inferencia estadística, 2ª edición UCA Editores, San Salvador El Salvador.
2. Castro Cáliz, N.E 1997. Alternativas de solución para regular la concentración de flúor a los límites permitidos en las aguas de los municipios de Ozatlán y el Sauce. Facultad de Química y Farmacia, universidad de El Salvador.
3. Córdova Campos, H.C 2001. Evaluación de la presencia y concentración del ion Flúor en las distintas marcas de sal distribuidas en la ciudad de San Salvador, durante el periodo comprendido de septiembre a noviembre de 1999.Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador.
4. Gómez Santo, G 2002. Flúor, Fluorosis Dental, pautas para el consumo de dentífricos y aguas en Canarias. 1a edición, Santa Cruz de Tenerife.
5. Helsing, E 1993. Guía práctica para una buena lactancia, 1a edición, editorial Pax- México, México.
6. Higashida, B 2000. Odontología Preventiva, 2ª edición Mc. Graw – Hill Interamericana Editores S.A. de C.V, impreso en México.
7. International Programme on Chemical Safety (IPCS) 2002 Environmental Health Criteria 227 Fluorides; World Health Organization Genova.
8. Katz, S 1975 Odontología preventiva en acción, Editorial Medica Panamericana S.A. Impreso en Argentina, Buenos Aires, tomo I y II.

9. Kirk, E. R 1962. Enciclopedia de Tecnología Química, Unión Tipográfica, editorial Hispanoamericana, 1<sup>a</sup> edición en español, tomo VIII Volumen 1, México,
10. Mejía León P.C 1992. Comportamiento Químico del flúor en el agua potable. Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM). 1992.
11. Monografía del Departamento de La Unión y sus municipios. Instituto Geográfico Nacional Ing. Pablo Arnoldo Guzmán. Centro Nacional de Registro. El Salvador, septiembre 1999
12. Osorno, J. 1990. Hacia una feliz lactancia materna, Texto Practico para profesionales de la salud UNICEF Reimpresión autorizada, impresos litográficos de C .A. El Salvador C .A.
13. Payés Hernández J.E 1994. Determinación de fluoruros en pastas Dentífricas aplicando Potenciometria Directa. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador.
14. Suárez López, M.M 2004-2005 Técnicas Electro analíticas de Análisis, Parte I, Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Autónoma de Madrid.
15. Usulután. Monografía del Departamento y sus municipios. Instituto Geográfico Nacional Ing. Pablo Arnoldo Guzmán. El Salvador, diciembre 1996.
16. Internet  
[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/manchi/tercero/5/5.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/manchi/tercero/5/5.html)

Determinación del contenido de fluoruros en preparados farmacéuticos mediante Potenciometría con electrodo selectivo de iones Universidad de Madrid España.

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002451.html>

Producción de Leche Materna reflejo de la eyección.

<http://www.wordreference.com/definicion/leche>

Definición de leche.

<http://www.cyberpediatria.com/caries2.htm>

Usos del flúor.

<http://es.geocities.com/embarazo/lactancia.htm>

Componentes de la Leche Materna

[http://www.inciensa.sa.cr/contenido/como\\_lo\\_hacemos/CNR/CNRSO/AnalisisCNRSO.htm](http://www.inciensa.sa.cr/contenido/como_lo_hacemos/CNR/CNRSO/AnalisisCNRSO.htm)

Determinación de análisis de laboratorio.

Dra. Mary Tere Salas coordinadora del área de Investigación del Programa de Fluoración de la sal en Costa Rica.

## **GLOSARIO.**<sup>(16)</sup>

**Electrodo selectivo de iones (ISE):** Consiste en una membrana que responde más o menos selectivamente a un Ion determinado, y que esta en contacto, por una parte, con la disolución del Ion a determinar, y por otra generalmente, con una disolución del mismo Ion a una actividad fija, la cual esta a su vez en contacto con un electrodo de referencia apropiado.

**Exostosis:** Proyección ósea recubierta de cartílago que sale de cualquier hueso formador de cartílago.

**Flúor:** Es un gas de color amarillo verdoso claro.

**Flúorapatita:** Flúorofosfato de calcio en presentación natural.

**Fluoruro:** compuesto de flúor con un metal, un no metal, o un radical orgánico el anión del flúor.

**Fluorosis:** Condición causada por una captación excesiva de fluoruros (de 2 o más ppm en el agua de bebida) caracterizada principalmente por el moteado, teñido o hipoplasia del esmalte de los dientes, aunque también se afecta los huesos del esqueleto.

**Glicólisis:** Conversión de glucosa a ácido láctico (en vez de los productos de oxidación del piruvato).

**Hipoplasia:** Atrofia debida a una destrucción de algunos elementos y no simplemente a su reducción general en tamaño.

**Lixiviación:** Es una operación general de análisis inmediato que consiste en lavar una sustancia compleja, de modo reiterado y metódico, con un líquido que disuelva parte de los constituyentes de aquella.

**Potenciometría:** Es la medida de un potencial con el fin de conocer la actividad (concentración) de una sustancia en disolución.

**Potenciometría directa:** Consiste en la medida de la concentración de una especie química, midiendo directamente el potencial con el que esta directamente relacionada, mediante una función logarítmica conocida como ecuación de Nernts.

**ANEXO N° 1**

Anexo N° 1

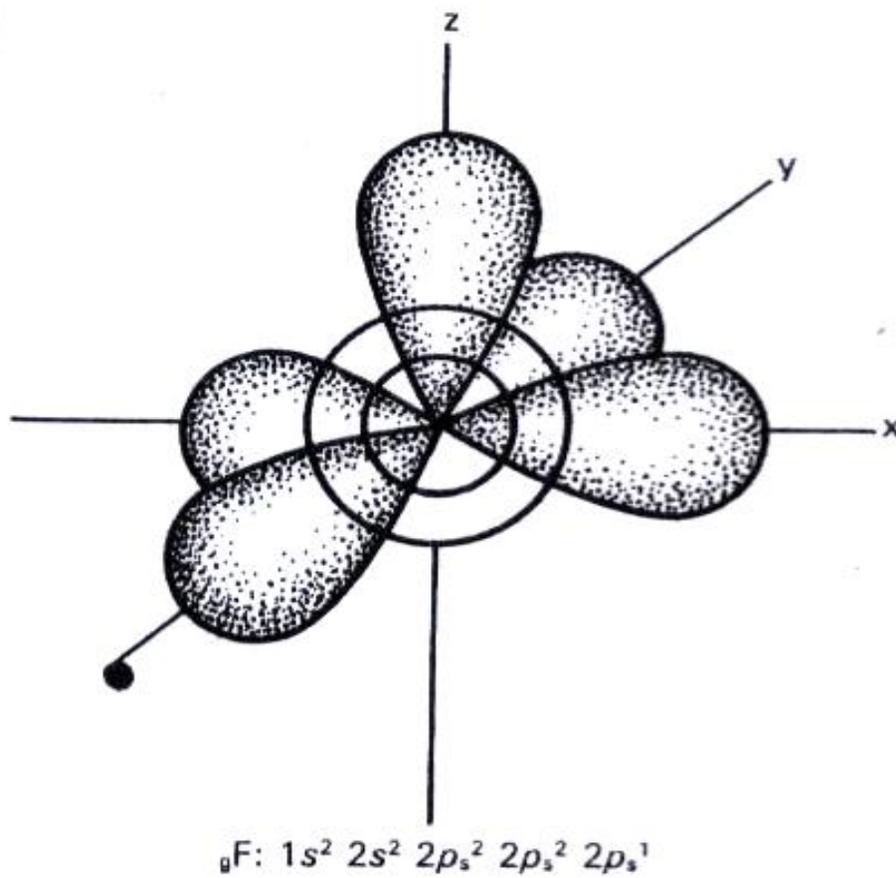


Fig. 1 Modelo de Dirac para el átomo de flúor<sub>(6)</sub>

**ANEXO N° 2**

## Anexo N° 2

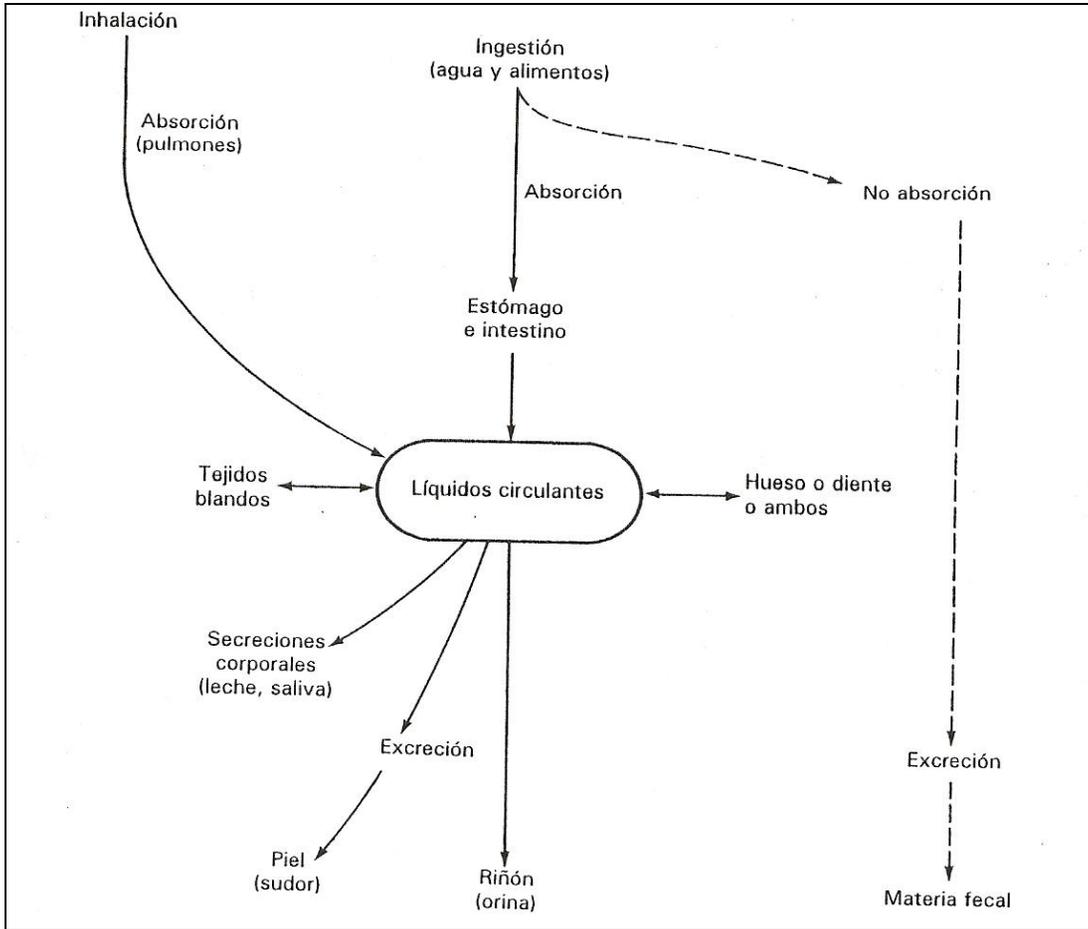


Fig N° 2 Metabolismo del Flúor<sub>(6)</sub>

**ANEXO N° 3**

Anexo N° 3

Tipos de fluorosis dental<sup>(16)</sup>



Fig N° 3 Fluorosis leve



Fig N° 4 Fluorosis Moderada



Fig N° 5 Fluorosis Moderada



Fig N° 6 Fluorosis Grave

Anexo N° 3  
(cont.)



Fig N° 7 Fluorosis Grave



Fig N° 8 Fluorosis Dental severa

**ANEXO N° 4**

Anexo N° 4  
Caries Dental<sup>(16)</sup>

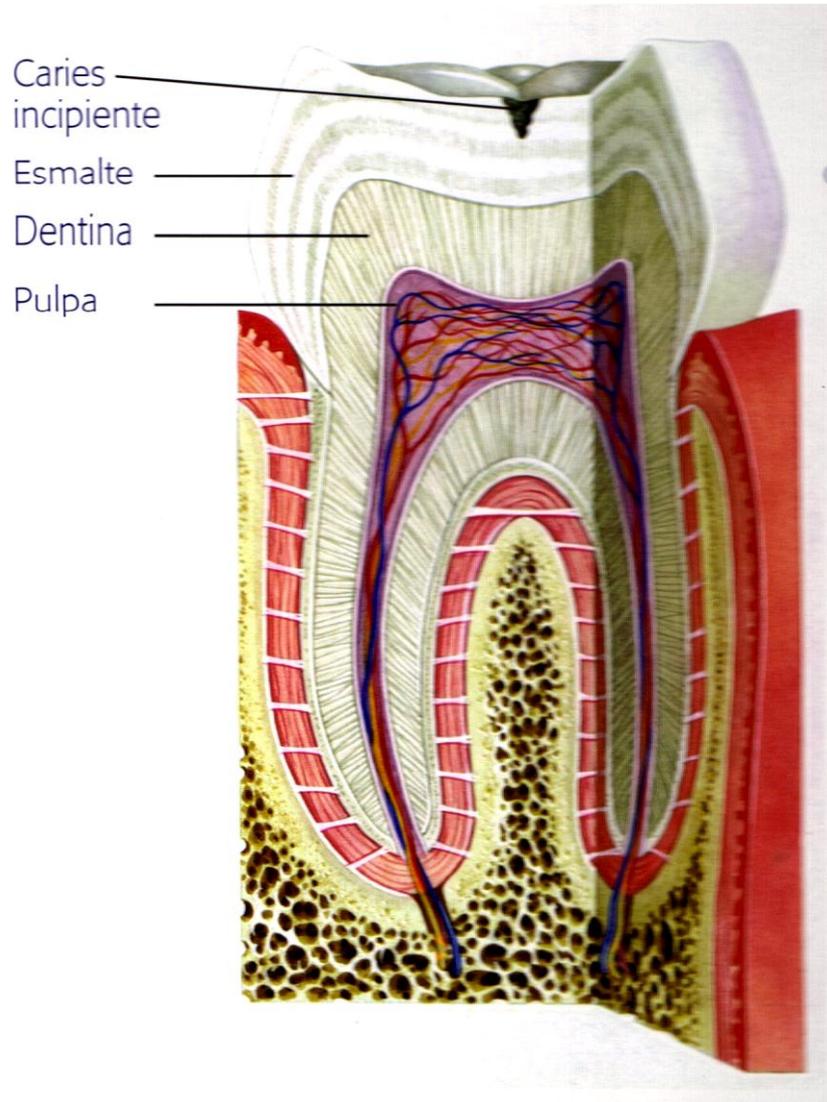


Fig N° 9 Partes de un Diente con caries

**ANEXO N° 5**

Anexo N° 5

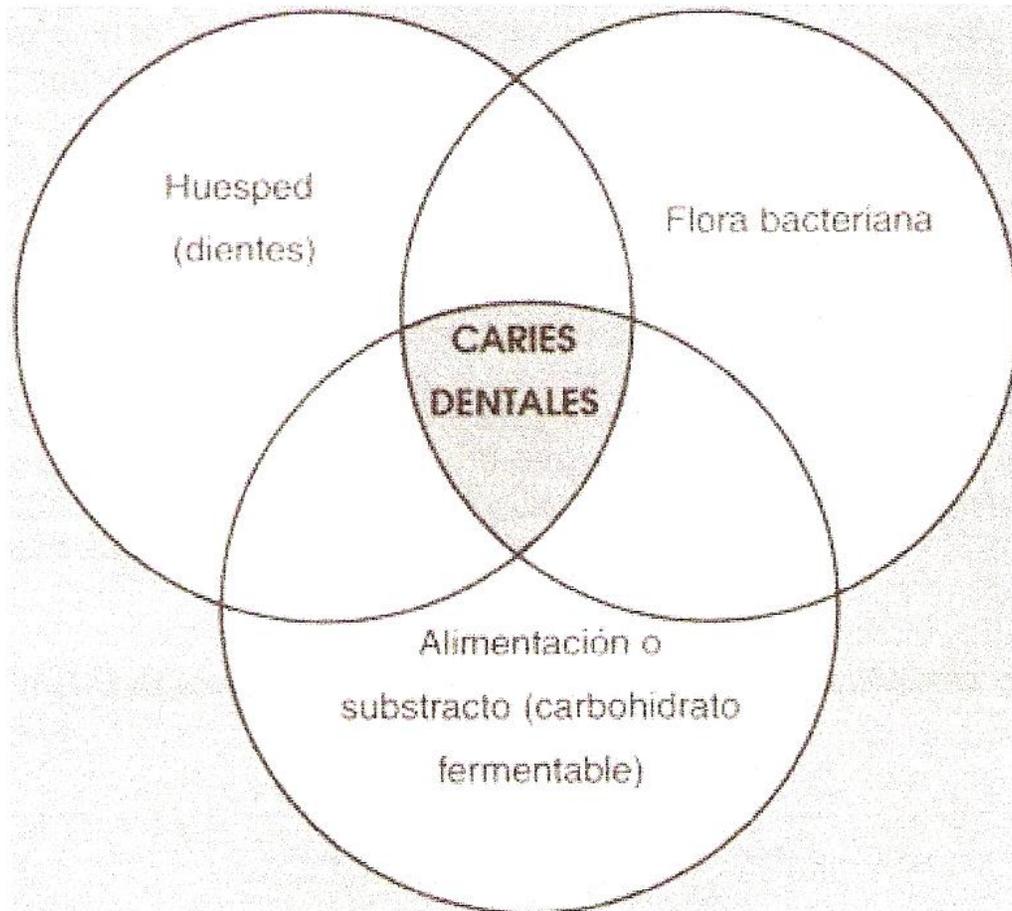


Fig N° 10 Factores que contribuyen a la caries Dental<sup>(16)</sup>

**ANEXO N° 6**

Anexo N° 6  
Fluorosis Esquelética <sup>(16)</sup>

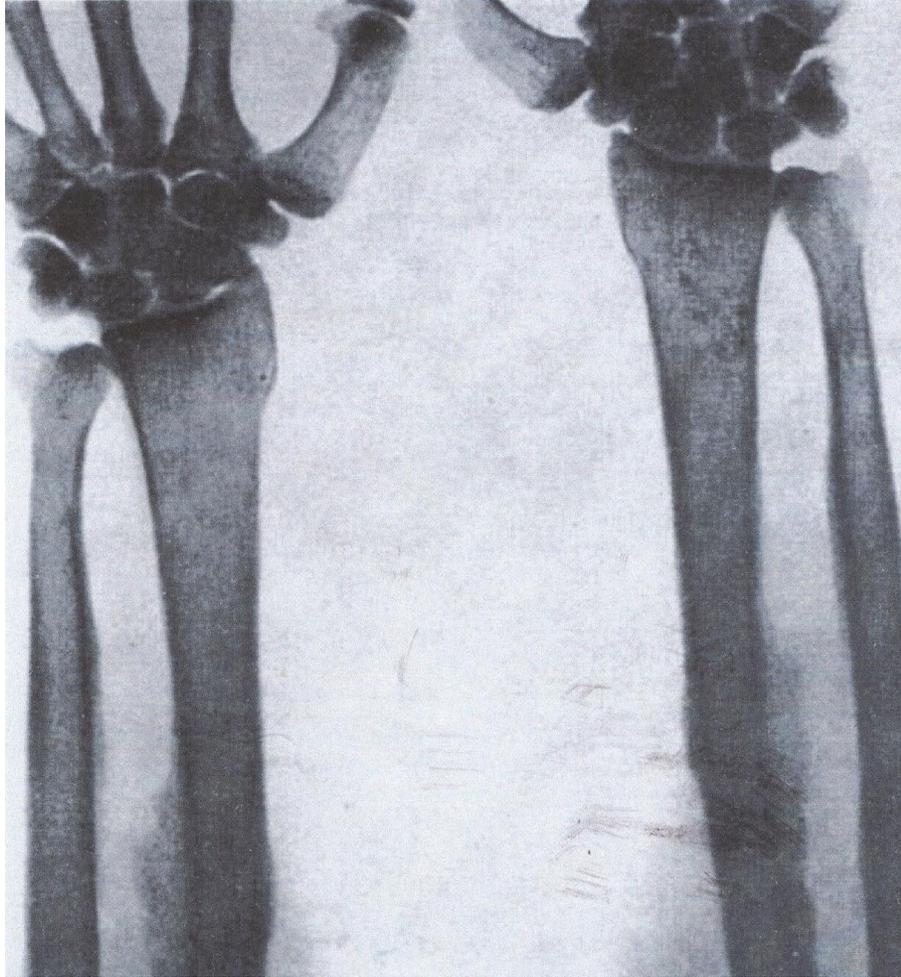


Fig N° 11 Radiografía de los antebrazos de una persona con fluorosis esquelética, se evidencia una mayor densidad ósea y calcificación entre el radio y el cúbito.

CONT.

Anexo N° 6



Fig N° 12 Fluorosis invalidante

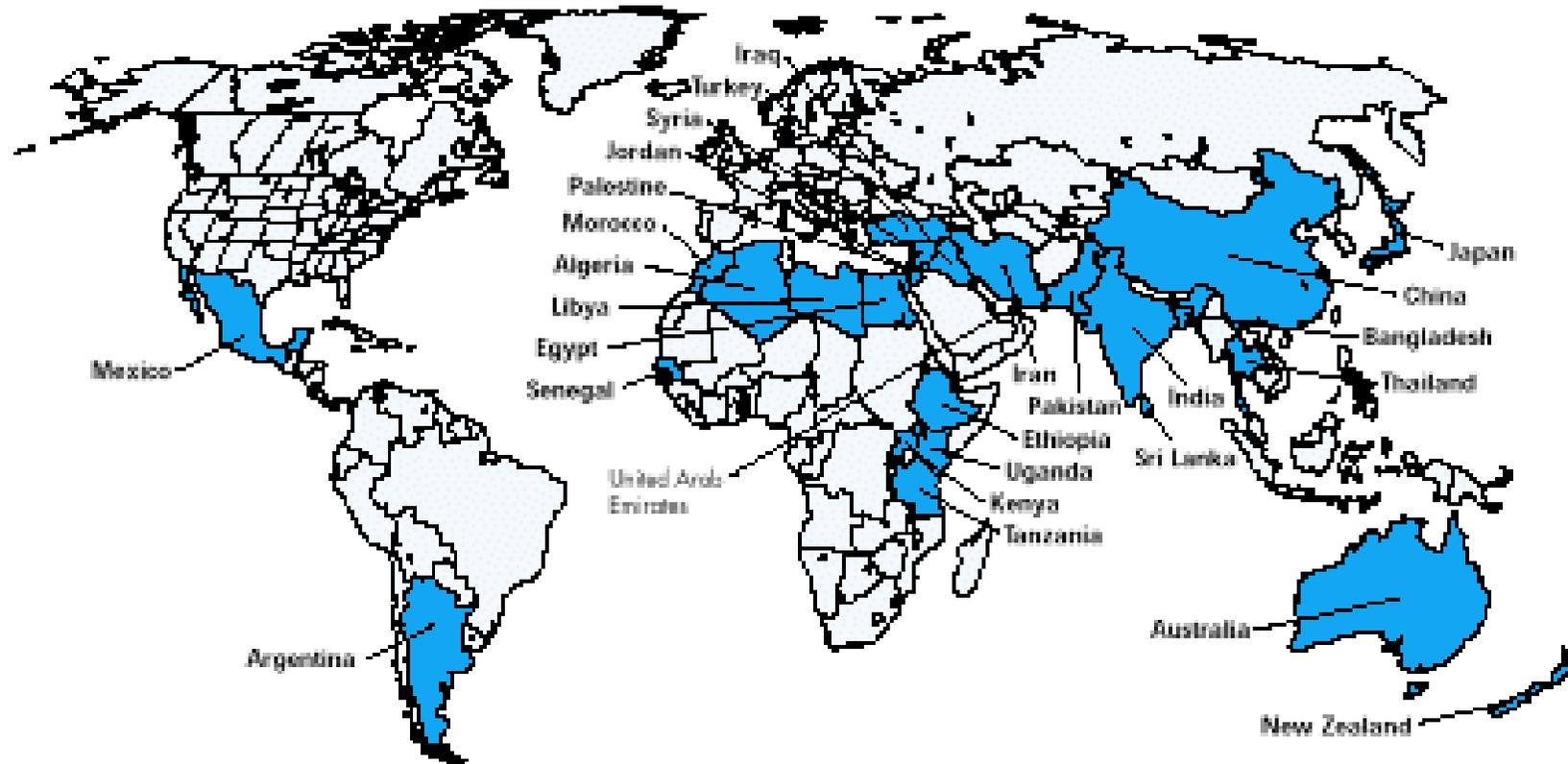


Fig N° 13 Fluorosis invalidante



Fig Nº 14 Tipos de Flúorosis deformativa.

Anexo N° 6



*Countries with endemic fluorosis due to excess fluoride in drinking water*

Fig N° 15 Países que presentan fluorosis Endémica<sup>(16)</sup>

**ANEXO N° 7**

Anexo N° 7

Tabla N° 1. Aminoácidos presentes en la leche materna <sup>(12)</sup>

CONCENTRACIÓN DE AMINOACIDOS LIBRES EN LA LECHE HUMANA (mmol/dl)			
	Calostro	Leche transición	Leche madura
Acido glutámico	36-68	88-127	101-180
Glutamina	2-9	9-20	13-58
Taurina	41-45	34-50	27-67
Alanina	9-11	13-20	17-26
Treonina	5-12	7-8	6-13
Serina	12	6-11	6-14
Glicina	5-8	5-10	3-13
Acido aspártico	5-6	3-4	3-5
Leucina	3-5	2-6	2-4
Cistina	1-3	2-5	3-6
Valida	3-4	3-6	4-6
Lisina	5	1-1	2-5
Histidina	2	2-3	0.4-3.0
Fenilalanina	1-2	1	0.6-2.0
Tirosina	2	1-2	1-2
Argina	3-7	1-5	1-2
Isoleucina	2	1-2	1
Omitina	1-4	1	0.5-0.9
Metionina	0.8	0.3-3.0	0.3-0.8
Fosfoserina	8	5	4
Fosfetanolamina	4	8	10
Alfaaminobutirato	1	0.4-1.4	0.4-1.0
Triptofano	5	1	1
Prolina	--	6	2-3

Ref. Lawrence RA: Breastfeeding. A. guide for medical profesion. 1989

MINERALES EN LA LECHE DE VACA (por 100 ml)				
Minerales	Calostro	L. transición	L. madura	L. vaca
Calcio mg	39.0	46.0	35.0	130.0
Cloro mg	85.0	46.0	40.0	108.0
Cobre mg	40.0	50.0	40.0	14.0
Hierro mg	70.0	70.0	100.0	70.0
Magnesio mg	4.0	4.0	4.0	125.0
Fósforo mg	14.0	20.0	15.0	120.0
Potasio mg	74.0	64.0	57.0	145.0
Sodio mg	48.0	29.0	15.0	58.0
Azufre mg	22.0	20.0	14.0	30.0

**ANEXO N° 8**

Anexo N° 8

Tabla N° 2 Leche madura <sup>(5)</sup>

COMPOSICION DEL CALOSTRO Y DE LA LECHE HUMANA MADURA					
Es interesante observar las diferencias que se han encontrado entre el calostro de 1 a 5 días y la leche humana madura que se produce después de los 30 días de lactancia postparto.			18 : 2 n-6 linoleico	6.8	7.2
Las cantidades corresponden al contenido de los constituyentes en gramos, miligramos o nanogramos por 100 ml.			18 : 3 n-3 linoléico	--	1.0
			C20 y C22 poli insaturados	10.2	2.9
			Colesterol mg	27	16
			<b>Vitaminas liposolubles</b>		
			Vit A (equiv. retinol) µg	89	47
			Beta caroteno µg	112	23
			Vit D µg	--	0.004
			Vit E (tot. tocoferoles) µg	1280	315
			Vit K µg	0.23	0.21
			<b>Vitaminas hidrosolubles</b>		
			Tiamina µg	15	16
			Riboflavina µg	25	35
			Niacina µg	75	200
			Ac. fólico µg	--	5.2
			Vit. B 6 µg	12	28
			Biotina µg	0.1	0.6
			Acido pantoténico µg	183	225
			Vit. B 12 µg	200	26
			Acido ascórbico µg	4.4	4.0
			<b>Minerales</b>		
			Calcio mg	23	28
			Magnesio mg	3.4	3.0
			Sodio mg	48	15
			Potasio mg	74	58
			Cloro mg	91	40
			Fósforo mg	14	15
			Azufre mg	22	14
			<b>Elementos traza</b>		
			Cromo µg	--	39
			Cobalto µg	--	1
			Cobre µg	46	35
			Flúor µg	--	7
			Yodo µg	12	7
			Hierro µg	45	40
			Manganeso µg	--	0.4-1.5
			Níquel µg	--	2.0
			Zinc µg	540	166
<b>Componente</b>	<b>Calostro</b>	<b>L. madura</b>			
Energía Kcal	58	70			
Total de sólidos g	12.8	12.0			
Lactosa g	5.3	7.3			
Nitrógeno total mg	360	171			
Nitrógeno proteico mg	313	129			
Nitrógeno no proteico mg	47	42			
Proteína total g	2.3	0.9			
Caseína mg	140	187			
Alfa Lactoalbúmina mg	218	161			
Lactoferrina mg	330	167			
IgA mg	364	142			
<b>Aminoácidos</b>					
Alanina mg	--	52			
Arginina mg	126	49			
Aspartato mg	--	110			
Cistina mg	--	25			
Glutamato mg	--	196			
Glicina mg	--	27			
Histidina mg	57	31			
Isoleucina mg	121	67			
Leucina mg	221	110			
Lisina mg	163	79			
Metionina mg	33	19			
Fenilalanina mg	105	44			
Prolina mg	--	89			
Serina mg	--	54			
Treonina mg	148	58			
Triptofano mg	52	25			
Tirosina mg	--	38			
Valina mg	169	90			
Taurina mg	--	8			
Urea mg	10	30			
Creatinina mg	--	3.3			
<b>Grasas totales g</b>	<b>2.9</b>	<b>4.2</b>			
<b>Acidos grasos (% del total)</b>					
12 : 0 láurico	1.8	5.8			
14 : 0 mirístico	3.8	8.6			
16 : 0 palmítico	26.2	21.0			
18 : 0 esteárico	8.8	8.0			
18 : 1 oleico	36.6	35.5			

**ANEXO N° 9**

Anexo N° 9

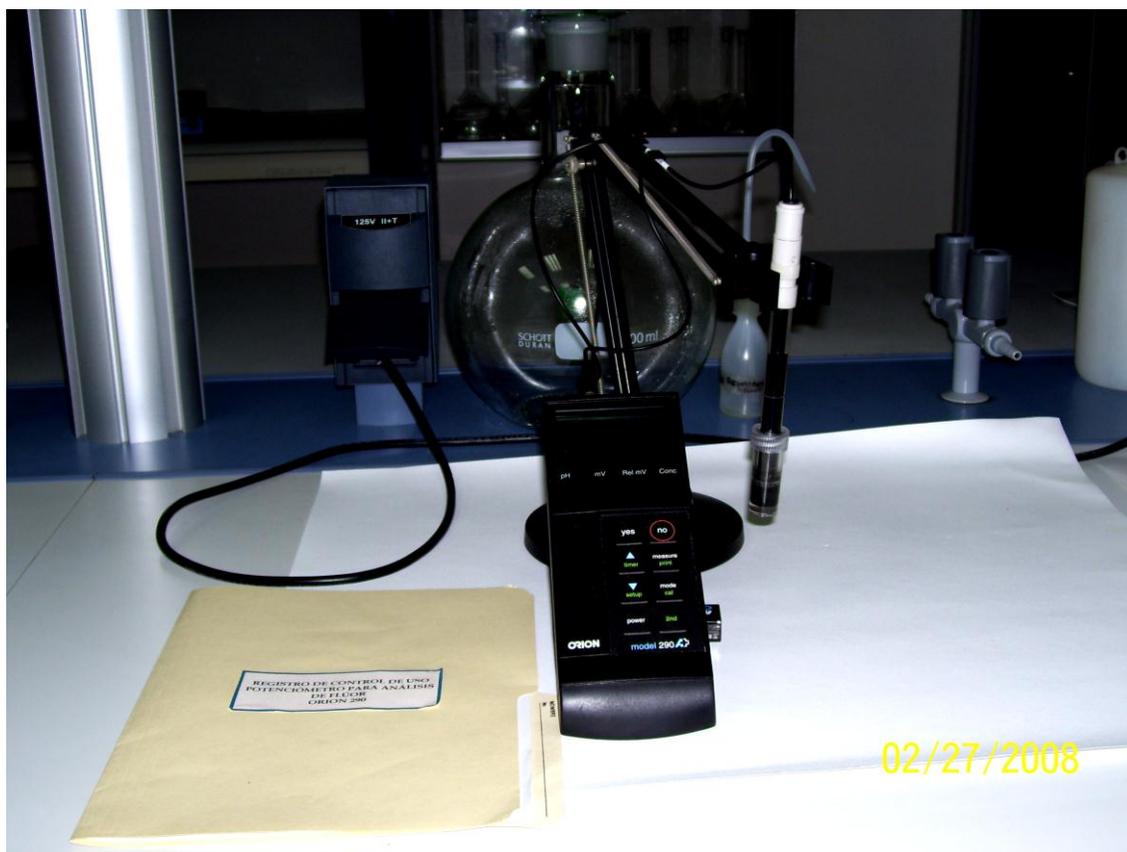


Fig N° 16 Potenciómetro y electrodo ion selectivo de flúor

**ANEXO N° 10**



Anexo N° 10

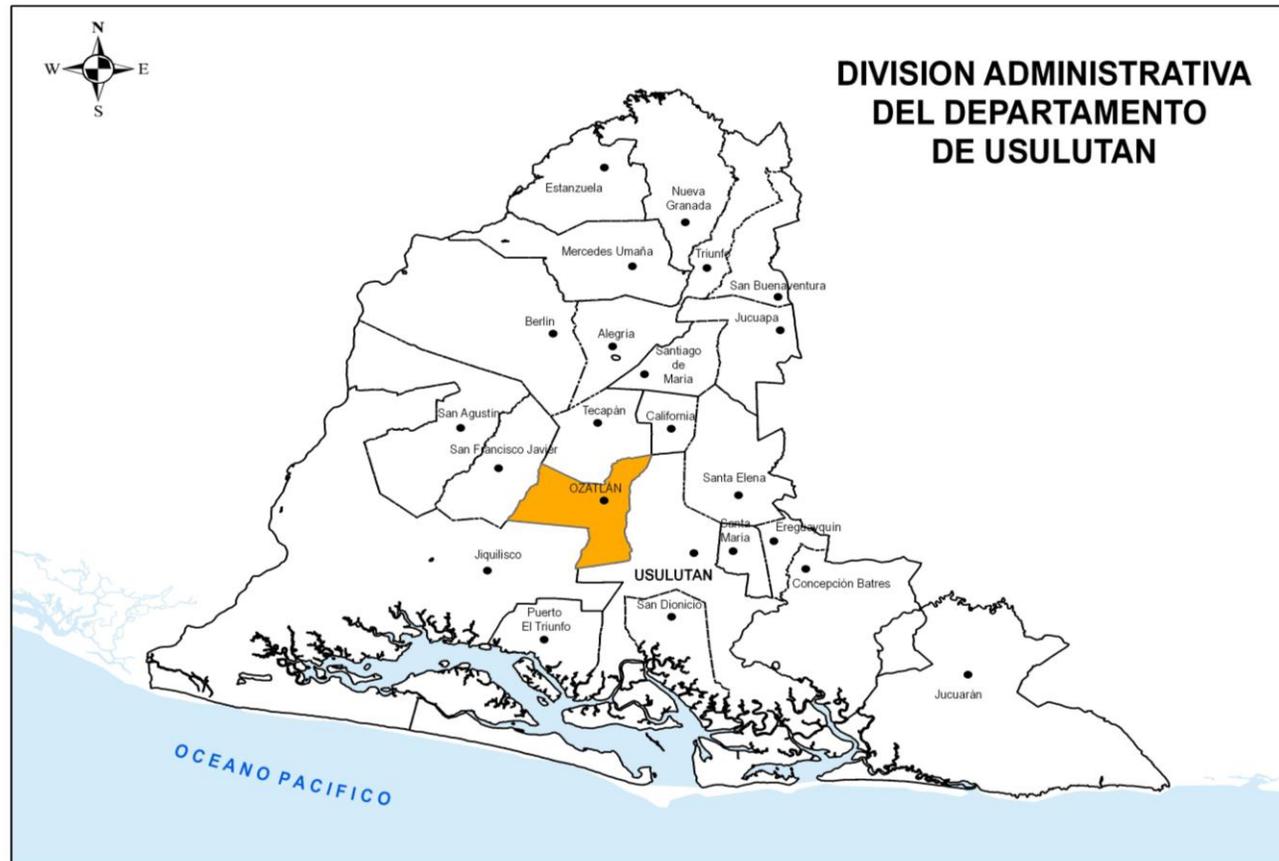


Fig N° 17 Mapa del Departamento de Usulután, municipio en estudio Ozatlán <sup>(15)</sup>

Anexo N° 10

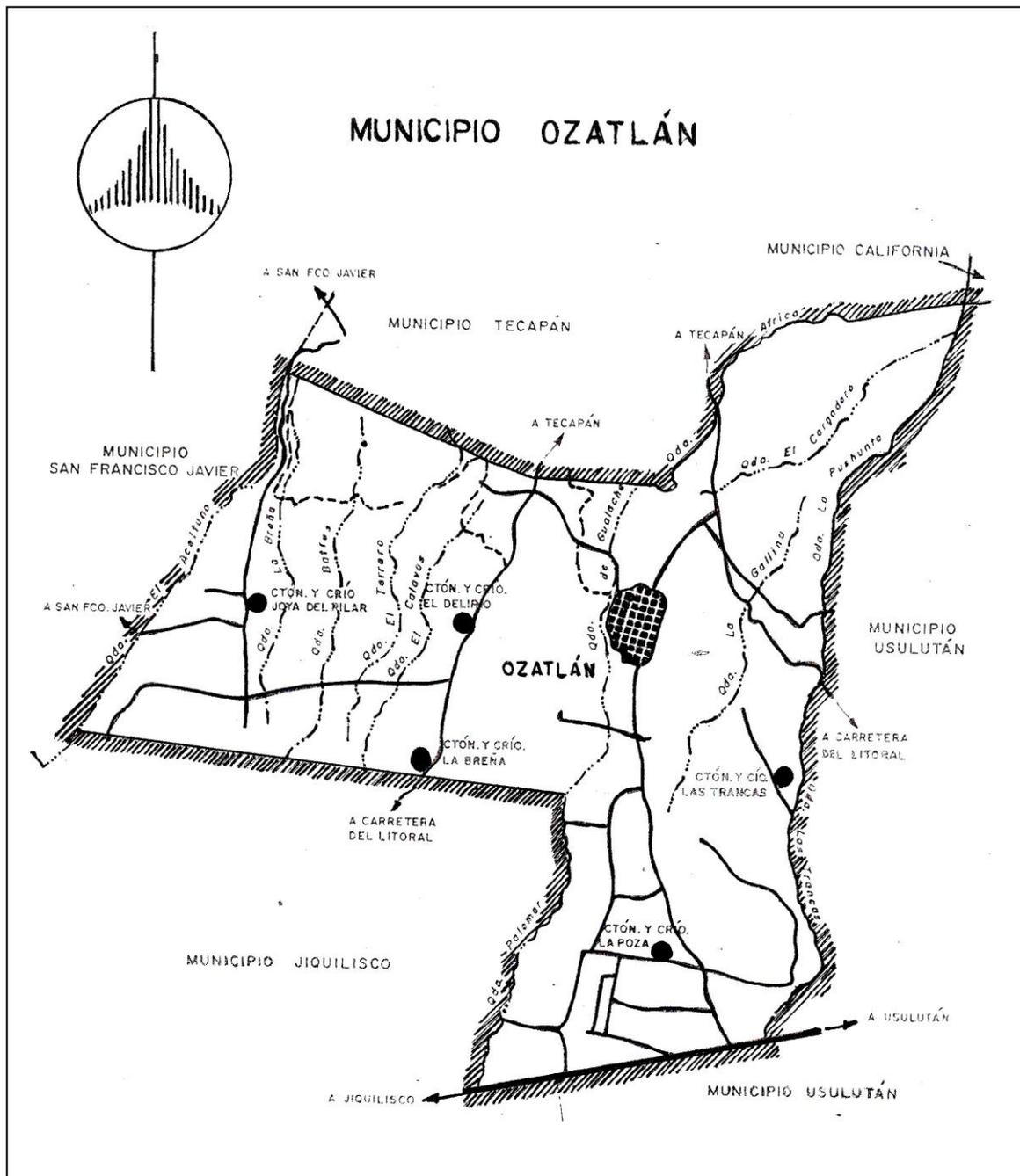


Fig N°18 División Geográfica del municipio de Ozatlán (15)

**ANEXO N° 11**

Anexo N° 11

**DIVISION ADMINISTRATIVA  
DEL DEPARTAMENTO  
DE LA UNIÓN**



Fig N°19 Mapa del Departamento de La Unión, municipio en estudio  
El Sauce <sup>(11)</sup>



**ANEXO N° 12**

## Anexo N° 12

### Técnica de extracción manual

- Lavar muy bien las manos con jabón y ojalá escobillar las uñas. La madre que amamanta debe mantener las uñas cortas para facilitar una buena higiene de ellas y evitar rasguños en el pecho o al niño.
- Secar las manos con una toalla limpia, usada sólo para ese fin, o con toallas desechables.

Masajear el pecho suavemente en forma circular, siguiendo la ubicación de los lóbulos mamarios, para estimular la producción de leche (fig. 1).

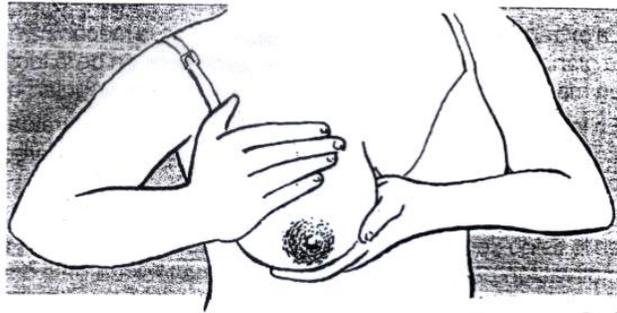


Fig. 1

Frotar suavemente los pezones para estimular los reflejos hormonales de la lactancia.

Sostener el frasco o recipiente en la mano, apoyándolo en una mesa para que se mantenga en una posición estable.

Inclinarse el cuerpo, acercando el pecho al recipiente.

Con la mano libre, tomar el pecho rodeándolo con los dedos en C: el pulgar por encima, apoyado detrás de la areola, y el resto de los dedos por debajo, cuidando que el índice quede también por detrás de la areola.

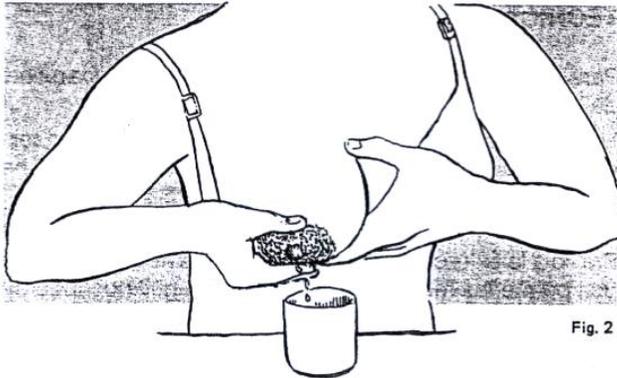


Fig. 2

Presionar la base de la mama, empujándola contra la pared del tórax, para exprimir hacia los senos lactíferos la leche que está en los alvéolos y conductos.

Comprimir la mama con el dedo pulgar por encima en el límite externo de la areola, o a 3 ó 4 centímetros de la base del pezón cuando ésta es muy amplia.

Presionar el dedo pulgar in situ, sin que resbale hacia el pezón ni frotar la piel (fig. 2).

Presionar y soltar en forma intermitente y rítmica: presionar, soltar, presionar, etc.

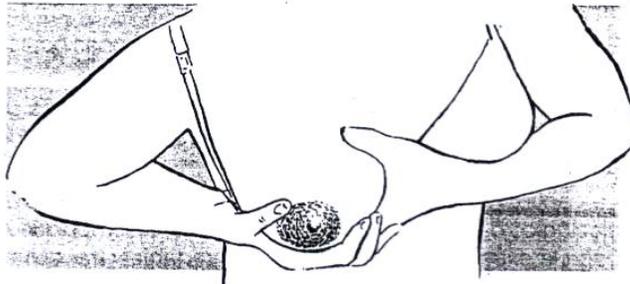


Fig. 3

Fig N° 21 Técnicas de extracción manual de leche materna <sup>(12)</sup>

**ANEXO N° 13**

## Anexo N°13

### Condiciones de almacenamiento de las muestras



Fig N° 22 Hielera térmica para transporte de muestras



Fig N° 23 Refrigerante temperatura – 21.0 °C

**ANEXO N° 14**

Anexo N° 14

Hoja de recolección de datos del muestreo municipio de Ozatlán

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



“DETERMINACION DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN LECHE  
MATERNA EN LOS MUNICIPIOS DE OZATLÁN Y EL SAUCE APLICANDO  
POTENCIOMETRIA DIRECTA”.

HOJA DE CONTROL PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS  
MUNICIPIO DE OZATLÁN.

Nº De Muestra	Edad de la Madre (años)	Edad del bebé	Cantidad de Muestra	Fecha de Recolección
33	21	2 meses	100.0ml	08/marzo/07
20	21	2 meses	“	“
27	18	5 meses	“	“
10	19	1 año	“	“
65	29	35 días	“	“
4	22	1 mes	“	“
19	26	1 año	“	“

Cont. anexo N° 14

Hoja de recolección de datos del muestreo municipio de El Sauce

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



“DETERMINACION DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR EN LECHE  
MATERNA EN LOS MUNICIPIOS DE OZATLÁN Y EL SAUCE APLICANDO  
POTENCIOMETRIA DIRECTA”.

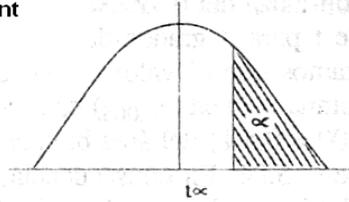
HOJA DE CONTROL PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS  
MUNICIPIO DE EL SAUCE.

Nº De Muestra	Edad de la Madre (años)	Edad del bebé	Cantidad de Muestra	Fecha de Recolección
17	18	5 meses	100.0ml	07/marzo/07
11	32	7 meses	“	“
22	27	1 mes	“	“
29	20	11 meses	“	“
34	27	1 año	“	“
32	17	4 meses	“	“

**ANEXO N° 15**

Anexo N° 15  
 Tabla N° 3 Distribución t de Student<sub>(1)</sub>

Tabla de distribución t de Student  
 con v grados de libertad



v	t <sub>.45</sub>	t <sub>.40</sub>	t <sub>.30</sub>	t <sub>.25</sub>	t <sub>.20</sub>	t <sub>.10</sub>	t <sub>.05</sub>	t <sub>.025</sub>	t <sub>.01</sub>	t <sub>.005</sub>
1	.158	.325	.727	1.000	1.376	3.08	6.31	12.71	31.82	63.66
2	.142	.289	.617	.816	1.061	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92
3	.137	.277	.584	.765	.978	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84
4	.134	.271	.569	.741	.941	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60
5	.132	.267	.559	.727	.920	1.48	2.02	2.57	3.36	4.03
6	.131	.265	.553	.718	.906	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71
7	.130	.263	.549	.711	.896	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50
8	.130	.262	.546	.706	.889	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36
9	.129	.261	.543	.703	.883	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25
10	.129	.260	.542	.700	.879	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17
11	.129	.260	.540	.697	.876	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11
12	.128	.259	.539	.695	.873	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06
13	.128	.259	.538	.694	.870	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01
14	.128	.258	.537	.692	.868	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98
15	.128	.258	.536	.691	.866	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95
16	.128	.258	.535	.690	.865	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92
17	.128	.257	.534	.689	.863	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90
18	.127	.257	.534	.688	.862	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88
19	.127	.257	.533	.688	.861	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86
20	.127	.257	.533	.687	.860	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84
21	.127	.257	.532	.686	.859	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83
22	.127	.256	.532	.686	.858	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82
23	.127	.256	.532	.685	.858	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81
24	.127	.256	.531	.685	.857	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80
25	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79
26	.127	.256	.531	.684	.856	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78
27	.127	.256	.531	.684	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77
28	.127	.256	.530	.683	.855	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76
29	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76
30	.127	.256	.530	.683	.854	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75
40	.126	.255	.529	.681	.851	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70
60	.126	.254	.527	.679	.848	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66
120	.126	.254	.526	.677	.845	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62
∞	.126	.253	.524	.674	.842	1.28	1.845	1.06	2.33	2.58

**ANEXO N° 16**

## Anexo N° 16

Tabla N° 4 Composición de los diferentes tipos de TISAB<sup>(16)</sup>

Componentes	TISAB típico	TISAB de bajo nivel	TISAB I	TISAB II	TISAB III	TISAB IV
Acido acético glacial	0.15M	57.0ml	14.3ml	57.0ml	57.0ml	
Hidróxido de sodio		5.0M		5.0M	5.0M	
Cloruro de sodio	1.0M	58.0g	58.44g	58.0g	58.0	
Citrato de sodio	0.001M		0.150g	12.0g		
Acetato de sodio	0.75M		61.53g			
*Agua	**500ml	500ml	**500ml	*500ml	500ml	500ml
pH	5.0-5.5	*	*	*	*	
Hidroximetilaminometano						242.0g
Tartrato de Sodio						230.0g
Acido clorhídrico concentrado (36-38)%						84ml

\*Agua destilada.

\*\*Agua desmineralizada

**ANEXO N° 17**

## Anexo N° 17

Reactivos, materiales y equipo para la preparación de los estándares, solución TISAB y determinación de flúor.

### **Materiales.**

- Aro metálico.
- Pera de goma. (Aspirador).
- Pie metálico.
- Papel filtro poro fino.
- Papel toalla.
- Agitadores magnéticos.
- Balón volumétrico de plástico: 100.0 mL, 250.0 mL, 1000.0 mL
- Beaker de plástico: 30 mL, 50 mL, 100 mL, 200 mL.
- Micropipetas volumétricas.
- Probetas graduadas
- Embudo.
- Frascos de polietileno.
- Hielera térmica
- Termometro graduado 0 – 150 °C
- Pizeta
- Bureta con llave de plástico.

**Reactivos.**

- Acetato de sodio.
- Acido acético.
- Agua desmineralizada
- Citrato de sodio.
- Cloruro de sodio.
- Estándar de trabajo de fluoruro de Sodio.

**Equipo.**

- Agitador magnético.  
Marca: SBS  
Modelo: A-160
- Balanza Analítica.  
Marca: COBOS PRECISION.  
Modelo: AY 220.
- Estufa.  
Marca: Raypa.  
Modelo: EV-50.
- Medidor de pH.  
Marca: Crison  
Modelo: Basic 20.
- Electrodo combinado Ion Selectivo de Flúor.  
Marca: Orión  
Modelo Aplus: 290

**ANEXO N° 18**

Anexo N° 18

Cálculos

Preparación de estándares de calibración.

Esquema de dilución:

Pureza: 98.3 %

Estándar de trabajo: NaF.

P.M: 42.0 g NaF

P.M: 19.0 g F

42.0 g NaF ----- 19.0 g F

1.0003 g F -----100.0%

2.2112 g NaF----- X

X -----98.3%

X = 1.0003 g F

X = 1.0175 g F

2.2112 g NaF = 1.0175 g F (Estándar de 1000 ppm).

1.0175 g F ----- 1000 mL

-----50 uL-----100 mL (0.05ppm)

-----60 uL-----100 mL(0.06ppm)

-----70 uL-----100 mL (0.07ppm)

-----80 uL-----100 mL (0.08ppm)

-----100 uL-----100 mL (0.1ppm)

-----200 uL-----100 mL (0.2ppm)

-----300 uL-----100 mL (0.3 ppm)

Cont. Anexo N° 18

Tabla N° 5 Cálculos de preparación de estándares partiendo de la solución patrón de 1000 ppm.

(st) ppm	Volumen teórico (mL)
0.08	50.0 uL
0.07	60.0 uL
0.06	70.0 uL
0.05	80.0 uL
0.1	100.0 uL
0.2	200.0 uL
0.3	300.0 uL

**ANEXO N° 19**

Anexo N° 19

Niveles de flúor encontrados en el agua realizados por Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA) en el año 2006

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA).  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD Y CONTAMINANTES EN EL AGUA.  
CONSOLIDADO DEL COMPORTAMIENTO DEL FLUOR EN EL AMSS

CÓDIGO	REFERENCIA	DIRECCIÓN O FUENTE	DEPTO	MUNICIPIO	PUNTO MUESTREADO	FUENTE	FECHA DE ANÁLISIS	TIPO DE AGUA	mg/L
6156587	0829-06	EDIFICIO CORREOS DE EL SALVADOR, DIAGONAL UNIVERSITARIA, CENTRO DE GOBIERNO.	SAN SALVADOR	SAN SALVADOR	GRIFO DE PATIO	DISTRIBUCIÓN	25/09/2006	TRATADA	0.58
6136503	0432-06	COLONIA LAS COLINAS, CUESTA PALO ALTO, CARRETERA A PANCHIMALCO	SAN SALVADOR	PANCHIMALCO	GRIFO DE PATIO	DISTRIBUCIÓN	30/08/2006	TRATADA	0.64
6082640	0390-06	RESIDENCIAL SANTA LUCIA, CALLE PRINCIPAL, CASA #2	SAN SALVADOR	ILOPANGO	GRIFO DE PILA	DISTRIBUCIÓN	28/08/2006	TRATADA	0.77

*[Firma manuscrita]*

**ANDA**  
GERENCIA TÉCNICA  
DEPTO. DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
Y CONTROL DE CONTAMINANTES EN EL AGUA

Tabla N° 6 Resultado de análisis de flúor en agua en diferentes fuentes de procedencia, realizado por MSPAS año 2006

DIRECCION DE TOMA DE MUESTRA	ORIGEN DEL AGUA	FECHA RECOLECCION	FLUORUROS mg/l
Carret. De Oro, Col las Cañas	Red de Distribución	15/06/2005	0.25
Planta de Tratamiento Las Pavas, San Isidro. Lempa	Río	15/11/2005	0.40
Carretera de Oro Km 14 1/2 cantón Cabañas. Ciudad Delgado	-----	05/12/05	0.80
Planta rebombeo Carretera de Oro	Red de distribución	11/01/06	0.25
Col. Popotlán II Av. Masatepeque ANDA	Red de distribución	11/01/06	0.50
Calle Plan del Pito #1, Mejicanos. ANDA	Red de distribución	16/01/06	0.30
Planta de tratamiento, Río Lempa	Río	17/01/06	0.25
Tanque de Abastecimiento Residencial La Gloria	Tanque de Abastecimiento	23/01/06	0.20
Col. Amatepec. Ave. Los Pinos c/sur	----- -	06/02/06	1.00
Colonia Guadalupe	Red de distribución	-----	0.25
Planta de tratamiento Joya Grande	Red de distribución	08/02/06	0.15
Final calle Meléndez, contiguo a zona franca.	Red de distribución (ANDA)	-----	0.25
Planta de Tratamiento de Río Lempa	Río	14/02/06	0.10
Av. Paleca . Col. Santa Patricia II Pje. El Mango	Pozo	20/02/06	0.50
Calle central # 6. Cuscatancingo	Red de distribución	21/02/06	0.35
Com. Los Angeles. Cas. San Blas c/ San Rafael	Pozo	21/02/06	0.00
Carretera a Suchitoto Km 20, pozo # 3 San Martin	Red de distribución	22/02/06	0.60
Cant. Av. El Paisnal. Aguilares	Red de distribución (ANDA)	22/02/06	0.15
Cantón Caña Brasas. EL Cafetal	Red de distribución	01/03/06	0.25
Urb. Nuevos Horizontes, Pol 30 pasaje 27. # 2	Red de distribución	15/03/06	0.20
Col. Miralvalle, calle el Algodón. Tanque de Anda T-4 S.S	Red de distribución	20/03/06	0.55
Planta Rebombeo de ANDA, calle de Oro. Ilop.	Red de distribución	22/03/06	0.45

Unidad de Salud	Red de distribución	27/03/06	0.45
6° Av. Nte. Barrio Mercedes	Red de distribución	-----	0.20
Puerto La Libertad	Red de distribución	18/04/06	0.35
Planta de Bombeo Galuchapa, Changallo.	-----	19/04/06	1.00
Cantón Caña Brava C. Ppal. El Cafetal	Red de distribución	19/04/06	0.80
Ahuachapán Colonia El Juguete.	Red de distribución	20/04/06	0.35
Caserio Huisisilapa. Cantón Obraje Nuevo	-----	25/04/06	0.30
Planta de Tratamiento Guluchapa, Shangallo	Red de Distribución	26/04/06	0.30
Santiago Texacuangos, Planta de Tratamiento de Joya Grande	Red de Distribución	26/04/06	0.25
Equipo Técnico de Zona ETZ. U.S. Barrios	Red de Distribución	26/04/06	0.45
Centro Escolar Angela de Romero, C. Brasilia, Ciudad Obrera Apopa	----- -----	26/04/06	0.20
Planta de Rebombeo carretera de Oro	Red de Distribución	03/05/06	0.25
Unidad de Salud, Col. Guadalupe, calle principal	Red de Distribución	08/05/06	0.35
Planta de Tratamiento Km 32 carretera a S.S	-----	09/05/06	0.40
Caserio El Llano frente al Centro Escolar: Chorro público ANDA	Red de Distribución	17/05/06	0.60
Pozo de Captación ANDA km 20 carretera a Suchitoto San Martín	Pozo	17/05/06	1.00
Planta de Tratamiento Río Lempa	-----	23/05/06	0.15
Rebombeo El Cafetal	Red de Distribución	31/05/06	0.05
Altos del Cerro Edf. 12	Red de Distribución	05/06/06	0.25
Col. San Francisco, Pje. 3 # 12, San Martín	Red de Distribución	07/06/06	0.25

Cont. Tabla N° 6

Cont. ANEXO N° 19

Información proporcionada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

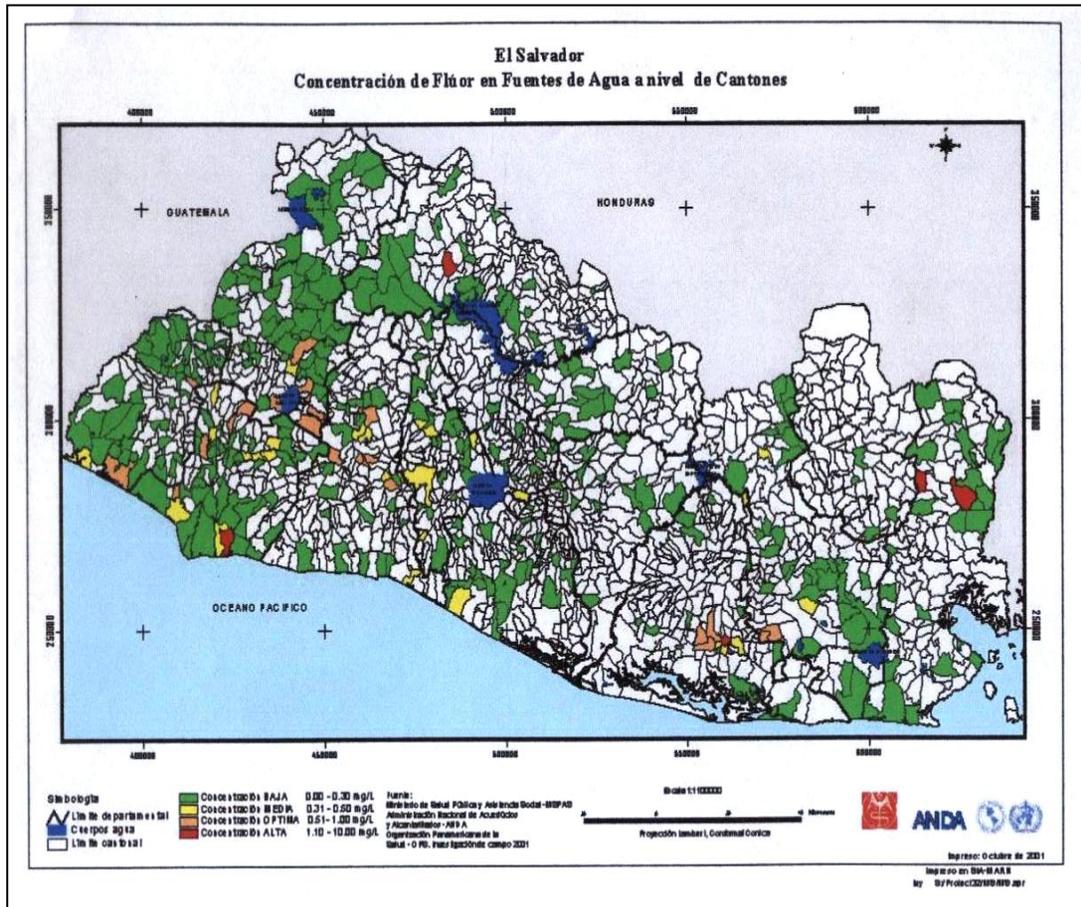


Fig N° 24 Mapa de EL Salvador. Zonas de mayor concentración de flúor en agua a nivel de cantones.

**ANEXO N° 20**

Anexo N° 20

Carta de petición a la Unidad de Salud de El Sauce para la colaboración de recolección de muestras de leche materna

 HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA 165 Años servicio de la Educación Superior Salvadoreña	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
	Ciudad Universitaria Final 25 Avenida Norte San Salvador, El Salvador	PBX 225-1500 y 2235-4724 ext. 5060; Tele-Fax ext. 5024 Correo: censalud@cic.ues.edu.sv censalud.ues@gmail.com censalud_ues@yahoo.es

San Salvador, Miércoles 28 de junio de 2006

Dra. María del Rosario Orellana  
Directora  
Unidad de Salud de El Sauce  
Departamento de La Unión  
Presente

CENSALUD-103-06/2006  
Asunto: Solicitud de apoyo para recolectar leche materna.

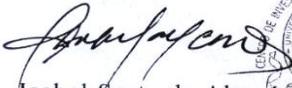
Estimada Dra. Orellana:

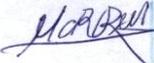
Reciba un saludo cordial y nuestros mejores deseos para que continúe cosechando éxitos en su desarrollo profesional y personal. Nos dirigimos a Usted para solicitarle de la manera más atenta su valiosa colaboración, en el sentido de canalizar la recolección y donación de leche materna de 10 madres, con el objetivo de utilizarla en el trabajo de investigación denominado: "Determinación y cuantificación de flúor en la leche materna y su incidencia en la niñez en los municipios de Ozatlán y El Sauce, aplicando Potenciometría Directa"

No omitimos manifestarle que una vez finalizada la investigación, se le hará llegar una copia del documento final, la cual consideramos será de gran beneficio para su institución y la población.

Agradeceremos su pronta respuesta y su amable atención a la presente, reiterándole nuestro saludo.

Atentamente,

 Lic. Isabel Sorto de Alarcón Asesor Jefe del Laboratorio de Control de Calidad Físico-Químico de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD)	 Dr. Rafael A. Cedillos Director Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) Universidad de El Salvador
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

  
Dra. María del Rosario Orellana  
J. V. P. M. No. 5126

Fotos de visita y charla de orientación a madres donantes



Fig N° 25 Unidad de Salud el Sauce, La Unión



Fig N° 26 Charla de orientación a madres donantes, El Sauce.

Cont. De anexo N° 20  
Carta de petición a la Unidad de Salud de Ozatlán para la colaboración de  
recolección de muestras de leche materna.

USO 2627 8074  
Cel 7795003'



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



---

HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA  
165 Años  
servicio de la  
Educación Superior  
Salvadoreña

Ciudad Universitaria  
Final 25 Avenida Norte  
San Salvador, El Salvador

PBX 225-1500 y 2225-4724 ext. 5060, Tele-Fax ext 5024  
Correo: censalud@cic.ues.edu.sv  
censalud.ues@gmail.com  
censalud\_ues@yahoo.es

San Salvador, Miércoles 28 de junio de 2006

Dr. Roberto Morán  
Director  
Unidad de Salud de Ozatlán  
Departamento de Usulután  
Presente

CENSALUD-104-06/2006  
Asunto: Solicitud de apoyo para  
recolectar leche materna.

Estimado Dr. Morán:

Reciba un saludo cordial y nuestros mejores deseos para que continúe cosechando éxitos en su desarrollo profesional y personal. Nos dirigimos a Usted para solicitarle de la manera más atenta su valiosa colaboración, en el sentido de canalizar la recolección y donación de leche materna de 10 madres, con el objetivo de utilizarla en el trabajo de investigación denominado: "Determinación y cuantificación de flúor en la leche materna y su incidencia en la niñez en los municipios de Ozatlán y El Sauce, aplicando Potenciometría Directa"

No omitimos manifestarle que una vez finalizada la investigación, se le hará llegar una copia del documento final, la cual consideramos será de gran beneficio para su institución y la población.

Agradeceremos su pronta respuesta y su amable atención a la presente, reiterándole nuestro saludo.

Atentamente,



Lic. Isabel Sorto de Alarcón  
Asesor  
Jefe del Laboratorio de Control de  
Calidad Físico-Químico de  
Medicamentos, Cosméticos y Alimentos  
del Centro de Investigación y  
Desarrollo en Salud (CENSALUD)





Dr. Rafael A. Cedillos  
Director  
Centro de Investigación y Desarrollo  
en Salud (CENSALUD)  
Universidad de El Salvador



  
3/7/06

Fotos de visita y charla de orientación a madres donantes



Fig N° 27 Unidad de Salud de Ozatlán, Usulután.



Fig N° 28 Charla de orientación a madres donantes, Ozatlán.

**ANEXO N° 21**

Anexo N° 21

Copia autenticada de CENSALUD socilitando a laboratorio TERAMED la donación de agua desmineralizada para el análisis.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICO  
DE MEDICAMENTOS, COSMÉTICOS Y ALIMENTOS



CENSALUD, 22 de febrero de 2007.

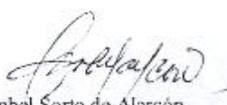
Don:  
Rafael Aguilar  
Gerente General  
Laboratorios TERAMED  
Presente.

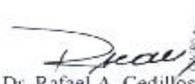
Estimado Sr. Aguilar:

Reciba un cordial saludo y nuestros mejores deseos para que continúe cosechando éxitos en su desarrollo empresarial y personal. Nos dirigimos a Usted para solicitarle de la manera más atenta su valiosa colaboración, en el sentido de donarnos cinco galones de agua desmineralizada que nos servirá para utilizarla en el trabajo de investigación denominado: "Determinación y cuantificación de fluor en la leche materna y su incidencia en la niñez en los municipios de Ozatlan y el Sauce, aplicando Potenciometría Directa".

Agradeciendo su valiosa colaboración le reiteramos nuestros mejores saludos.

Atentamente.

  
Licda. Isabel Sorto de Alarcón,  
Jefe del Laboratorio de Control de Calidad de  
Análisis Físicoquímico, Alimentos y  
Cosméticos.

  
Dr. Rafael A. Cedillos  
Director  
Centro de Investigación y Desarrollo en Salud  
(CENSALUD)  
Universidad de El Salvador

F.  29/02/07.

**ANEXO N° 22**

Anexo N° 22

Copia dirigida al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
<b>HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA</b> 703 Años Al servicio de la Educatión Superior salvadoreña	Ciudad Universitaria Pasal 23 Avenida Norte San Salvador, El Salvador	PBX 225-1500 ext. 5060; Fax No. 225-1500 ext 5024 Correo: censalud.ues@yahoo.es censalud.ues@gmail.com censalud@cic.ues.edu.sv

San Salvador, 19 de septiembre de 2006

CENSALUD-155-09/2006  
Asunto: Solicitud información.

Ing. Julio Alvarado  
Gerencia Gestión de Calidad  
Ministerio de Salud Pública y  
Asistencia Social (MSPAS)  
Presente

Estimado Ing. Alvarado:

Reciba un saludo cordial y nuestros mejores deseos de éxito en su importante labor al frente de la Gerencia de Gestión de Calidad del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

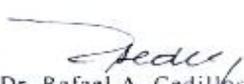
Me dirijo a Usted para informarle que el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, está colaborando con estudiantes tesis de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, para el desarrollo de una investigación sobre la **"Determinación de fluor en la leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce, de la República de El Salvador"**.

Con todo respeto solicitamos a Usted su colaboración en el sentido de proporcionarnos la **última evaluación realizada** por su Institución de la **Concentración de flúor en el agua de la Zona Metropolitana de San Salvador.** Es de nuestro interés conocerlo para que sirva de referencia en la investigación que se realiza.

Agradecemos su pronta atención y su amable respuesta a la presente, nos suscribimos de Usted.

Atentamente,

HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA

 Lic. Isabel Sorto de Alarcón Asesora de tesis	 CENSALUD Centro de Investigación y Desarrollo en Salud Universidad de El Salvador	 Dr. Rafael A. Cedillos Director
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Centro de Investigación y Desarrollo en Salud  
(CENSALUD)  
Universidad de El Salvador

*Recibido*  
*2015/06*

**ANEXO N° 23**

Anexo N° 23  
Copia de la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillado brindando  
información de análisis de flúor en agua de el área metropolitana de San  
Salvador



Gerencia Técnica

San Salvador, 20 de Octubre de 2006  
Ref.: 200.529.2006

Dr. Rafael A. Cedillos  
Director del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud,  
Universidad de El Salvador  
Presente.

Apreciable Dr. Cedillos:

En atención a información solicitada sobre la Evaluación de Concentración de Flúor en el Agua de la Zona Metropolitana de San Salvador para ser tomada como referencia para el estudio "Determinación de Flúor en la Leche Materna", le remito resultados obtenidos en tres puntos del AMSS, las lecturas corresponden a la Calidad del Agua Suministrada en ese momento, pudiendo variar dependiendo del número de sistemas en operación. Como referencia adicional se dispone de un *Estudio de Concentración de Flúor en Fuentes de Agua a Nivel de Cantones - El Salvador*, del cual hay un mapa disponible en la dirección [www.mspas.gob.sv/sis\\_mapas/sis\\_mapa\\_fluor.htm](http://www.mspas.gob.sv/sis_mapas/sis_mapa_fluor.htm).

Atentamente

Ing. Jorge Antonio Rivas Mata  
Gerente Técnico de ANDA

Col. Libertad, Ave. Don Bosco, Edificio ANDA, San Salvador, El Salvador  
Tel. 2247-2701, Fax 2247-2702  
E-Mail [jrivas@anda.gob.sv](mailto:jrivas@anda.gob.sv) y [gerenciatecnica@anda.gob.sv](mailto:gerenciatecnica@anda.gob.sv)

Cont. Anexo N° 23

Carta dirigida a Asociación Nacional de Acueductos sobre información de análisis de fluor en el agua del área metropolitana de San Salvador.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA

163 Años  
Al servicio de la  
Educación Superior  
salvadoreña

Ciudad Universitaria  
Final 25 Avenida Norte  
San Salvador, El Salvador

PBX 225-1500 ext. 5060, Fax No. 225-1500 ext. 5024  
Correo: censalud\_ues@yahoo.es  
censalud\_ues@gmail.com  
censalud@cic.ues.edu.sv

San Salvador, 19 de septiembre de 2006

CENSALUD-155-09/2006  
Asunto: Solicitud información.

Ing. Antonio Rivas Mata  
Gerente Técnico  
Asociación Nacional de Acueductos (ANDA)  
Presente

Estimado Ing. Rivas Mata:

Reciba un saludo cordial y nuestros mejores deseos de éxito en su importante labor al frente de la Gerencia Técnica de ANDA.

Me dirijo a Usted para informarle que el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, está colaborando con estudiantes tesis de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, para el desarrollo de una investigación sobre la "**Determinación de fluor en la leche materna** en los municipios de Ozatlán y El Sauce, de la República de El Salvador".

Con todo respeto solicitamos a Usted su colaboración en el sentido de proporcionarnos la **última evaluación realizada** por su Institución de la **Concentración de flúor en el agua de la Zona Metropolitana de San Salvador.** Es de nuestro interés conocerlo para que sirva de referencia en la investigación que se realiza.

Agradecemos su pronta atención y su amable respuesta a la presente, nos suscribimos de Usted.

Atentamente,

HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA

Lic. Isabel Sorto de Alarcón  
Asesora de tesis



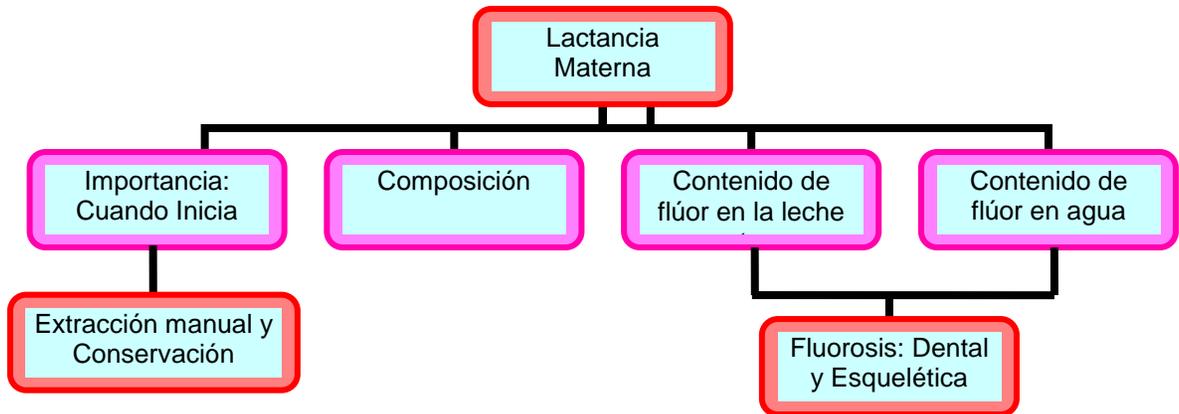
Dr. Rafael A. Cedillos  
Director

CENSALUD  
Centro de Investigación y Desarrollo en Salud  
(CENSALUD)  
Universidad de El Salvador



**ANEXO N° 24**

Anexo N° 24  
Mapa conceptual de orientación  
Charla de orientación para madres donantes



Referencia: Elaborado por Roselia Gómez C

**ANEXO N° 25**

Anexo N° 25

**Acuerdos sobre los niveles de flúor y los artículos según la  
Organización Mundial de la Salud (OMS)**

**32003L0040**

Directiva 2003/40/CE de la Comisión, de 16 de mayo de 2003, por la que se fija la lista, los límites de concentración y las indicaciones de etiquetado para los componentes de las aguas minerales naturales, así como las condiciones de utilización del aire enriquecido con ozono para el tratamiento de las aguas minerales naturales y de las aguas de manantial

*Diario Oficial N° L 126 de 22/05/2003 p. 0034 - 0039*

Directiva 2003/40/CE de la Comisión  
de 16 de mayo de 2003

LA COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,  
Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea,

Vista la Directiva 80/777/CEE del Consejo (1), de 15 de julio de 1980, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales, cuya última modificación la constituye la Directiva 96/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (2), y, en particular, el apartado 1 de su artículo 11,

Considerando lo siguiente:

(1) Ciertos componentes pueden estar presentes en estado natural en algunas aguas minerales naturales a causa de su origen hidrogeológico y presentar un riesgo para la salud pública a partir de determinada concentración. Parece, pues, necesario establecer límites de concentración para estos componentes en las aguas minerales.

(2) La Directiva 80/777/CEE prevé en su artículo 11 la posibilidad de adoptar límites de concentración armonizados para los componentes de las aguas minerales naturales, previa consulta al Comité científico de la alimentación humana, así como de adoptar indicaciones de etiquetado para señalar, cuando proceda, la presencia de algunos componentes a elevadas concentraciones.

**(3) El Comité científico de la alimentación humana emitió un dictamen(3) sobre el arsénico, el bario, el flúor, el boro y el manganeso y validó, para otros componentes de las aguas minerales naturales, los límites recomendados por la OMS para el agua potable.**

(4) La norma del Códex "aguas minerales naturales"(4) revisada establece, con fines sanitarios, una lista de componentes y sus límites máximos. Dicha norma

fue adoptada basándose en los datos científicos internacionales más recientes y garantiza una protección suficiente de la salud pública.

**(5) Generalmente se admite que la aportación alimentaria de flúor en dosis bajas puede tener una acción beneficiosa sobre la dentición. Por el contrario, una aportación global de flúor demasiado elevada puede generar efectos dañinos sobre la salud pública. Conviene, pues, prever un límite máximo armonizado para el flúor en las aguas minerales naturales que permita una protección suficiente de la población en su conjunto.**

**(6) La Organización Mundial de la Salud recomendó un valor guía para el flúor en el agua potable, y el Comité científico para la alimentación humana lo validó para las aguas minerales naturales en el dictamen antes citado. Con el fin de proteger a los lactantes y a los niños que constituyen la población más sensible con relación al riesgo de fluorosis, conviene, además, prever una indicación de etiquetado para las aguas cuyo contenido en flúor sea superior a este valor guía, que sea fácilmente visible para el consumidor.**

(10) A efectos de la salud pública, las aguas minerales naturales cuyo contenido en algunos componentes supere los límites máximos para estos componentes deberán ser objeto de tratamientos de separación de dichos componentes. Con el fin de que los operadores puedan realizar las inversiones necesarias para ajustarse a estas nuevas normas, conviene prever plazos suficientes antes de la entrada en aplicación de los límites máximos de concentración para estos componentes y, en particular, para el flúor y el níquel, para los cuales todavía no se ha efectuado una evaluación y una autorización a escala comunitaria de ningún tratamiento de separación.

HA ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

Artículo 1

La presente Directiva establece la lista de los componentes de las aguas minerales naturales que pueden presentar un riesgo para la salud pública, los límites para el contenido admisible de estos componentes, los plazos de aplicación para estos límites y las indicaciones de etiquetado para algunos componentes. Dichos componentes deben estar naturalmente presentes en el agua y no deben provenir de una posible contaminación del manantial.

Esta Directiva define también las condiciones de utilización del aire enriquecido con ozono para la separación de los compuestos del hierro, el manganeso, el azufre y el arsénico de las aguas minerales naturales y de las aguas de manantial, y la indicación de etiquetado que deben llevar las aguas que hayan sido objeto de este tratamiento.

## **Artículo 2**

1. En el momento de ser envasadas, las aguas minerales naturales deberán ajustarse, no más tarde del 1 de enero de 2006, a los límites de concentración máximos previstos en el anexo I para los componentes que figuren en dicho anexo.

**2. Sin embargo, en el caso de los fluoruros y del níquel, el plazo contemplado en el apartado 1 se amplía hasta el 1 de enero de 2008.**

3. No obstante lo dispuesto en el apartado 1, y en el marco del procedimiento de reconocimiento oficial de las aguas minerales naturales captadas en su territorio, las autoridades competentes de los Estados miembros podrán referirse a un valor guía más bajo para los nitratos y los nitritos, a condición de que se aplique un mismo valor guía a todas las peticiones que les sean presentadas.

## **Artículo 3**

A efectos de los controles oficiales, para el análisis de los componentes recogidos en el anexo I los Estados miembros respetarán las especificaciones que figuran en el anexo II.

## **Artículo 4**

**1. Las aguas minerales naturales cuya concentración de flúor sea superior a 1,5 mg/l deberán incluir en su etiquetado la indicación "contiene más de 1,5 mg/l de flúor: no adecuada para el consumo regular de los lactantes y niños menores de 7 años".**

## **Artículo 10**

La presente Directiva entrará en vigor el vigésimo día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea.

## **Artículo 11**

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 16 de mayo de 2003.

Por la Comisión

David Byrne

Miembro de la Comisión

(1) DO L 229 de 30.8.1980, p. 1.

(2) DO L 299 de 23.11.1996, p. 26.

(3) Dictamen sobre el arsénico, el bario, el flúor, el boro y el manganeso en las aguas minerales naturales, de 13 de diciembre de 1996.

(4) CÓDEX STAN 108-1981, REV 1 1997, revisada en la 7a sesión del CCNMW (octubre de 2000).

(5) OMS (1996): directrices sobre la calidad del agua potable, 2a edición, volumen 2.

**ANEXO N° 26**

## Anexo N° 26

Electrodo de combinación de fluoruro  
Parte no. 302576.0 / 300739.1  
Instrucciones de uso.

### **Especificaciones:**

Tipo	Membrana de cristal de estado sólido.
Rango	0.02 ppm hasta saturación ( $10^{-6}$ M hasta saturación)
Rango temperatura	De 0 hasta 80° C
Referencia interna	Doble unión
Resistencia	< 10 megahoms
Pendiente	$-57 \pm 2$ mV/decena
Rango ideal de pH	5 – 7 pH
Tiempo de respuesta	95% a 1000 ppm en 15 segundos
Interferencias	OH-
Ajustador de fuerza de La solución iónica de Llenado (TISAB)	TISAB

### **Preparación del electrodo:**

1. Quitar la cubierta protectora del extremo del electrodo y asegurarse de que la membrana sensora removible esté bien apretada (no tocar la membrana sensora).
2. Agregar la solución de llenado, si es necesario, de forma que el electrodo quede completamente lleno.

3. El agujero de llenado se deberá mantener durante la medición y cerrado durante el almacenaje.
4. Conectar el electrodo al medidor como se indica en el manual del medidor.
5. Introducir el electrodo durante al menos 2 horas en solución estándar cercana a la mínima concentración medida de manera rutinaria.

**Técnicas de medición:**

1. Agregar 1.0 ml de TISAB a cada 50.0 ml de estándar y a las muestras (o hasta que el pH se encuentre en el rango deseado).
2. Estandarizar como mínimo diariamente, para obtener las lecturas más precisas.
3. Al estandarizar siempre comenzar primero con la concentración más baja.
4. Siempre utilizar estándares recientes que abarquen el rango de concentración a ser medido.
5. Durante la estandarización, dejar tiempo para que el electrodo se estabilice antes de estandarizar el medidor.
6. Después de agregar el TISAB, cubrir el beaker con un material plástico tal como Parafilm para reducir la evaporación del ión.
7. Agitar todos los estándares y muestras en igual condición
8. Entre muestras, enjuagar con agua desmineralizada el electrodo.

### **Almacenamiento de electrodo:**

- Almacenamiento a corto plazo.  
Almacenar a un estándar que esté cercano a la mínima concentración medida de forma rutinaria.
- Almacenamiento a largo plazo.  
Almacénese seco.

### **Guía de fallas:**

1. Llevar a cabo soluciones estándar de 1000.0 ppm y 100.0 ppm utilizando dilución en serie.
2. Agregar la TISAB a ambos estándares.
3. Agitar el estándar, esperar a una lectura estable y anote la lectura en mV.
4. Las lecturas en mV deberán ser de  $57 \pm 2$  mV.
5. De no ser así, limpie como se describe a continuación y vuelva a hacer la prueba.
6. Si la limpieza no resuelve el problema reemplazar la membrana sensora

### **Procedimiento de limpieza:**

#### **General.**

- Enjuagar el cuerpo y el elemento sensor con agua desmineralizada
- Limpiar la membrana utilizando un lienzo abrasivo muy fino.
- Enjuagar en el estándar cercano las mediciones habituales, durante varias horas.

**ANEXO N° 27**

## Anexo N° 27

### **Sensibilidad del método.**

La curva de calibración viene dada por la ecuación  $Y = mx$  (1), en donde la constante (m) es llamada sensibilidad y corresponde a la constante de proporcionalidad entre la señal y la concentración.

Esta proporcionalidad es útil sobre un restringido intervalo de valores.

A valores muy bajos de concentración la señal es demasiado pequeña y está sujeta a una gran incertidumbre.

A valores muy altos la proporcionalidad dada en la ecuación (1) puede dejar de ser válida.

Si la respuesta a concentración cero de analito no es conocida de antemano es necesaria una calibración con un mínimo de dos puntos. Para esta calibración se utiliza un modelo lineal con un término constante.

Señal = Señal del blanco x constante x la concentración.

Por lo que  $Y = b + mx$

El término (b) indica la magnitud de la señal estimada del blanco, mientras que (m) es la pendiente de la recta de calibración e indica nuevamente la sensibilidad.

La gráfica de la curva de calibración se obtiene ploteando el valor de la mV de las lecturas en la línea de las coordenadas y el valor de la concentración del estándar en la coordenada logarítmica. Usando la curva de calibración se determina la concentración desconocida por interpolación.

**ANEXO N° 28**

## Carta dirigida al Director de la Unidad de Salud de El Sauce



**Universidad de El Salvador**  
**Centro de Investigación y Desarrollo en Salud**  
Autogista Norte y Final 25 Avenida Norte, Ciudad Universitaria,  
Campus Central, Edif. CENSALUD, San Salvador, El Salvador, C. A.  
Tel. PBX (503) 2225-1500 ext. 5060 (Correo) y 5024 (Dirección-telefax)  
e-mail: censalud.ues@gmail.com

San Salvador, 24 de noviembre de 2008

DRA. MARÍA DEL ROSARIO ORELLANA  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE SALUD DE EL SAUCE,  
DEPARTAMENTO LA UNIÓN,  
PRESENTE.

Estimada Dra. Orellana:

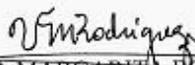
Reciba un cordial saludo y nuestros mejores deseos para que continúe cosechando éxitos en su desarrollo profesional y personal. El motivo de la presente es agradecerles a Usted y al personal bajo su dirección, la colaboración brindada para la ejecución de nuestro trabajo de graduación.

Aprovechamos para hacerle entrega de los resultados del trabajo de investigación denominado "Determinación de la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce, aplicando Potenciometría Directa", realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad, con muestras provenientes de las Unidades de Salud de El Sauce y Ozatlán, por las bachilleres Roselia Josefina Gómez Cedillos y Vanesa Margarita Rodríguez Mejía, estudiantes de la carrera de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, asesorada por la docente-investigadora Licda. Isabel Sorto de Alarcón.

Reiteramos nuestro agradecimiento por su invaluable apoyo y su amable atención. Nos suscribimos de Usted.

Cordialmente,

  
BR. ROSELIA JOSEFINA GÓMEZ

  
BR. VANESA MARGARITA RODRÍGUEZ

  
LICDA. ISABEL SORTO DE ALARCÓN  
DOCENTE-INVESTIGADORA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
Y JEFE DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD (CENSALUD)  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



  
Dra. MARÍA DEL ROSARIO ORELLANA  
DOCTOR EN MEDICINA  
J. V. P. M. No. 8126

Anexo N° 28

Entrega de reporte del análisis a la Unidad de Salud de El Sauce



## Carta dirigida al Director de la Unidad de Salud de Ozatlán



**Universidad de El Salvador**  
**Centro de Investigación y Desarrollo en Salud**  
Autopista Norte y Final 25 Avenida Norte, Ciudad Universitaria,  
Campus Central, Edif. CENSALUD, San Salvador, El Salvador, C. A.  
Tel. PBX (503) 2225-1500 ext. 5060 (Conun) y 5024 (Dirección-telefax)  
e-mail: censalud.ues@gmail.com

San Salvador, 24 de noviembre de 2008

**DR. ROBERTO MORÁN**  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE SALUD DE OZATLÁN,  
DEPARTAMENTO USULUTÁN,  
PRESENTE.

Estimado Dr. Morán:

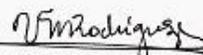
Reciba un cordial saludo y nuestros mejores deseos para que continúe cosechando éxitos en su desarrollo profesional y personal. El motivo de la presente es agradecerles a Usted y al personal bajo su dirección, la colaboración brindada para la ejecución de nuestro trabajo de graduación.

Aprovechamos para hacerle entrega de los resultados del trabajo de investigación denominado "Determinación de la concentración de flúor en leche materna en los municipios de Ozatlán y El Sauce, aplicando Potenciometría Directa", realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad, con muestras provenientes de las Unidades de Salud de El Sauce y Ozatlán, por las bachilleres Roselia Josefina Gómez Cedillos y Vanesa Margarita Rodríguez Mejía, estudiantes de la carrera de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, asesorada por la docente-investigadora Licda. Isabel Sorto de Alarcón.

Reiteramos nuestro agradecimiento por su invaluable apoyo y su amable atención. Nos suscribimos de Usted.

Cordialmente,

  
BR. ROSEJIA JOSÉFINA GÓMEZ

  
BR. VANESA MARGARITA RODRÍGUEZ



  
  
**LICDA. ISABEL SORTO DE ALARCÓN**  
DOCENTE-INVESTIGADORA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
Y JEFE DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DEL  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD (CENSALUD)  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Cont. Anexo N° 28

Entrega de reporte del análisis a el municipio de Ozatlán.

