

41
Reje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

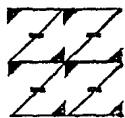
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"
UNIDAD UNIVERSITARIA DE INVESTIGACION EN CARIOLOGIA



DETERMINACION DE FLUORURO EN SAL Y AGUA DE CONSUMO HUMANO DE RESIDENTES DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
OLVERA VERA SARA

U N A M
ZARAGOZA



LO HUMANO
EJE
DE NUESTRA REFLEXION

ASESORES ; M. O. DOLORES DE LA CRUZ CARDOSO
Q.F B. FELIPE A. PEREZ VEGA

MEXICO, D. F.

MAYO 1994

**TESIS COM
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN:

UNIDAD UNIVERSITARIA DE INVESTIGACION EN CARIOLOGIA

F E S "ZARAGOZA"

U N A M

JURADO

PRESIDENTE	Q.F.B. FELIPE PEREZ VEGA
VOCAL	M.O. DOLORES DE LA CRUZ CARDOSO
SECRETARIO	Q.F.B. G. VERONICA JAVIER BASILIO
SUPLENTE	BIOL. MARICELA ARTEAGA MEJIA
SUPLENTE	Q.F.B. LETICIA CRUZ ANTONIO

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

SARA VERA DE OLVERA

GONZALO OLVERA CAMARGO

Como un testimonio de eterno agradecimiento por el gran apoyo moral y económico que desde siempre me brindaron y con el que he podido realizar una de mis más grandes metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A CARLOS

Por su siempre apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

M.O. DOLORES DE LA CRUZ CARDOSO

Q.F.B. FELIPE PEREZ VEGA

A MI ESCUELA

FES ZARAGOZA, UNAM

INDICE

	PAG
INTRODUCCION.....	1
I. FUNDAMENTACION DEL TEMA.....	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
III. OBJETIVOS.....	7
IV. HIPOTESIS.....	8
V. MATERIAL Y EQUIPO.....	9
A. MATERIAL.....	9
B. EQUIPO.....	10
VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	11
A. DIAGRAMA DE FLUJO.....	12
B. TRATAMIENTO PREVIO DEL MATERIAL.....	13
C. FASE INFORMATIVA PARA LOS DONADORES DE MUESTRAS.....	13
D. RECOLECCION DE MUESTRAS.....	13
E. IDENTIFICACION DE MUESTRAS.....	13
F. AGUA.....	14
F.1. TRATAMIENTO DE MUESTRAS.....	14
F.2. ANALISIS QUIMICO.....	14
F.2.1. PREPARACION DE LA CURVA ESTANDAR.....	14
F.2.2. PREPARACION DEL BLANCO DE REACTIVOS.....	14
F.2.3. DETERMINACION DE FLUORURO.....	15
G. SAL.....	16
G.1. TRATAMIENTO DE MUESTRAS.....	16
G.2. ANALISIS QUIMICO.....	16
G.2.1. PREPARACION DE LA CURVA ESTANDAR.....	16
G.2.2. PREPARACION DEL BLANCO DE REACTIVOS.....	17
G.2.3. DETERMINACION DE FLUORURO.....	17
VII. RESULTADOS.....	18
TABLA I.....	18
TABLA II.....	19
TABLA III.....	20

GRAFICA 1	CONCENTRACION DE FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO. AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993...	21
TABLA IV.	.....	22
TABLA V.	.....	23
GRAFICA 2	MUESTRAS POR MARCA DE AGUA. AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.....	24
TABLA VI.	.....	25
GRAFICA 3	PROMEDIO DE FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO. AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.....	26
TABLA VII.	.....	28
ANALISIS ESTADISTICO DE MUESTRAS DE AGUA.....		29
TABLA VIII.	.....	31
GRAFICA 4.	CONCENTRACION DE FLUORURO EN SAL DE CONSUMO HUMANO. AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.....	32
TABLA IX.	.....	33
GRAFICA 5	MUESTRAS POR MARCA DE SAL. AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.....	34
TABLA X.	.....	35
GRAFICA 6	PROMEDIO DE FLUORURO EN SAL DE CONSUMO HUMANO. AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.....	36
TABLA XI.	.....	38
ANALISIS ESTADISTICO DE MUESTRAS DE SAL.....		39
VIII.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	41
IX.	CONCLUSIONES.....	45
X.	RECOMENDACIONES.....	47
XI.	BIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXO.	.....	51

INTRODUCCION

En México la prevalencia e incidencia de caries es de alto nivel en menores de 12 años de edad de acuerdo a los reportes en el mapa epidemiológico mundial de la Organización Mundial de la Salud, en donde hasta el momento todas aquellas acciones de prevención masiva han resultado poco efectivas por múltiples problemas. Razón por la cual se empleó el método de fluoruración de la sal como medida preventiva-masiva de esta enfermedad, y a partir del 27 de mayo de 1991 (20), México se convierte en el séptimo país a nivel mundial en adoptar este método al incorporar una concentración de 250 mg \pm 50 mg de fluoruro por Kg de sal.(2)

El gobierno Mexicano después del análisis de experiencias de otros países en la fluoruración de la sal, adoptó esta medida masiva en la prevención de la caries considerando las características propias de nuestro país como son:

La alta prevalencia e incidencia de caries dental en niños menores de 12 años de edad que es población de alto riesgo y la dificultad para la operación de otros métodos de prevención masiva.

La fluoruración del agua es la medida preventiva desde 1945 más utilizada a nivel mundial; sin embargo en México existen infinidad de obstáculos de tipo administrativo, técnico y presupuestales; insuficiente capacidad del líquido a nivel urbano-marginal y/o rural-dispersa y deficiente control de calidad, entre otros, los que han imposibilitado que esta medida sea efectiva, ya que sólo el 2% de la población nacional, logró operar con regularidad sus sistemas de fluoruración. Siendo el caso de algunos sectores de los Mochis, Sin. y de Monterrey, N. L. en 1971.(20)

Los beneficios de la fluoruración de la sal en comparación con la fluoruración del agua, ha demostrado ser mejor hasta un 60% de acuerdo a los datos obtenidos en evaluaciones epidemiológicas de Suiza en la década de los cincuentas, Colombia en los sesentas y Costa Rica, Jamaica y Francia, en los ochentas; razón por la cual México implementa esta medida, considerando las características de amplia cobertura, bajo costo, continuidad y seguimiento de la medida.(20)

Actualmente existe un acuerdo suscrito entre la Secretaría de Salud, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Asociación Mexicana de la Industria Salinera A.C., firmado en mayo de 1991 mismo que junto con la publicación en el Diario Oficial de la Federación del Reglamento Relativo a la Yodación y Fluoruración de la Sal, representa un esfuerzo iniciado el 10 de agosto de 1981.(20)

Estas acciones forman parte de las estrategias para el cumplimiento de los objetivos enmarcados en el Programa Nacional de Salud 1989 - 1994 del Gobierno Mexicano y de los compromisos internacionales contraídos en la resolución XXXIX de 1979, del Consejo Directivo de la Organización Mundial de la Salud y de la Cumbre Mundial de la Infancia.(20)

Con base a lo anterior el presente trabajo consistió en un estudio epidemiológico a partir de la regulación en el abasto y consumo de sal fluorurada como vehículo fortificado. Realizando un análisis químico de fluoruro natural en agua y un análisis de fluoruro en sal de mesa, ambos de consumo humano de residentes del área metropolitana de la Ciudad de México.

Estos análisis se efectuaron a través de una técnica potenciométrica con electrodo específico de fluoruro, permitiendo así determinar la concentración de fluoruro en agua y en sal de consumo humano.

Los resultados obtenidos se organizaron por marca y por zona de red pública intradomiciliaria de agua y por marca de sal. Y en promedio se obtuvo 0.128 ppm en agua y 134.967 ppm de fluoruro en sal.

De ahí que este estudio permitió evaluar la ingesta de fluoruro por agua y sal de mesa, el cual se encuentra en la clasificación como ingesta baja, para alcanzar los beneficios de prevención de caries dental.(10)

II. FUNDAMENTACION DEL TEMA

La práctica de la fluoruración controlada para la prevención de caries dental a nivel mundial inicia en 1945 con el establecimiento de que cantidades óptimas de fluoruro en agua reducen la incidencia de caries dental. Estos estudios dieron la pauta para que diferentes países adoptaran la fluoruración del agua como una importante medida de salud pública, entre ellos el Reino Unido, URSS, Canadá, Estados Unidos, algunos países europeos, Australia, países de Oriente y Latinoamericanos entre los que se encuentran Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Perú, Venezuela y México (9) (12) (15).

Los resultados en la disminución de la caries a partir del establecimiento de la mencionada medida, han sido muy satisfactorios, sin embargo, muchos países no disponen de un sistema de abastecimiento de agua de cobertura total a su población, además de carecer de la tecnología y del personal especializado para la implementación y control posterior, por estas razones la fluoruración del agua resulta insuficiente para enfrentar la problemática de caries dental (7).

En Suiza en 1950, Wespi comenzó a considerar la adición de fluoruro a la sal, iniciándose la producción industrial en 1955 con 90 ppm de ión fluoruro, dosis que fue insuficiente para lograr efectos importantes en la reducción de caries dental y en 1962 Marthaler y Shernadi demostraron que la dosis debería aumentarse a 250 ppm de ión fluoruro, aplicándose esta medida a partir de 1970, los resultados en la reducción de la caries equivalen a los obtenidos con el agua fluorurada es decir, entre el 60 y 70 % (7).

En México la fluoruración del agua se promovió desde 1970. Pero el hecho de que en el país el 56.2 % de la población carezca de agua potable intradomiciliaria motivaron a la realización de los estudios necesarios que permitieron en 1988 decretar la fluoruración de la sal como medida preventiva (7) (18).

En 1984 el programa Nacional de Salud establece como meta la disminución de la caries dental en un 40 % y en 1985 el Estado de México recibe la autorización de la Subsecretaría de Servicios de Salud determinando como programa prioritario a nivel nacional la fluoruración de la sal como medida preventiva. En ese mismo año el Estado de México recibe la autorización de la Secretaría de Salud a través de la Subsecretaría de Regulación Sanitaria para el consumo de sal fluorurada en el territorio estatal (7) (18).

El 23 de diciembre de 1988 en Diario Oficial de la Federación se publicó la Norma Oficial Mexicana para la sal yodada-fluorurada, la cual establece que toda la sal refinada de mesa contendrá $250 \text{ ppm} \pm 50 \text{ ppm}$ de fluoruro y la Dirección General de Medicina Preventiva determinó que el agua de consumo humano no deberá contener más de 0.7 ppm del mismo ión, ambos valores considerados en el área metropolitana de la Ciudad de México (2).

En 1991 México extiende a nivel nacional el proyecto iniciado en el Estado de México, ocupando así el séptimo lugar entre los países con programas vigentes de fluoruración de la sal a nivel mundial (20). Considerando las siguientes características:

AMPLIA COBERTURA. Actualmente la producción de abasto de sal refinada industrializada es para más del 85% de la población mexicana y considerando los actuales niveles de producción por arriba de 18 000 tn mensuales, lo que hace posible satisfacer la demanda de la población mexicana.

BAJO COSTO. Es bajo el costo que representa adicionar a la sal el fluoruro de potasio que se requiere para obtener $250 \pm 50 \text{ mg}$ de fluoruro por Kg de sal, así mismo el costo del kilogramo de sal para la población es accesible.

EFFECTIVIDAD. La sal forma parte de la canasta básica mexicana, por lo tanto la sal fluorurada representa el único vehículo fortificado de consumo masivo que puede garantizar una prevención efectiva contra la caries dental.

CONTINUIDAD Y SEGUIMIENTO DE LA MEDIDA. En consideración al acuerdo de concertación suscrito en mayo de 1991 entre el gobierno federal y el sector industrial salinero, queda claro que la continuidad y sostenimiento de esta medida no representa detrimento económico para el erario público, el sector industrial, ni la renta familiar; garantizando la continuidad a mediano y largo plazo, por lo que existe la posibilidad de evaluar y retroalimentar esta medida.(4) (10) (20)

Por su magnitud y trascendencia, la caries dental es un problema de salud pública no sólo en México sino a nivel Mundial. La fluoruración de la sal es una medida masiva de prevención contra ésta enfermedad por lo que, para asegurar la ingesta diaria de la dosis óptima de fluoruro como medida profiláctica, fue necesario analizar el contenido de flúor en agua y sal de la población que consume la sal yodada-fluorurada.(22)

El propósito de analizar el contenido de fluoruro en agua de consumo humano en una zona de más de 10 000 habitantes es con el fin de establecer si el nivel de concentración de fluoruro es elevado para plantear que se evite el consumo de sal fluorurada. El análisis en la sal de mesa es con la finalidad de asegurar la homogeneidad en la cantidad de fluoruro debido a que cantidades excesivas de éste ión causan una desfiguración de los dientes conocida como esmalte vetado ó fluorosis dental y que por otra parte cantidades menores de la concentración óptima pueden reducir los beneficios de prevención a caries dental.(11) (22) (25)

De ahí que el objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio epidemiológico consistente en un análisis químico de fluoruro de las fuentes de abastecimiento de agua y sal de consumo humano de residentes del área metropolitana de la Ciudad de México que acuden a la FES Zaragoza de la UNAM, dicho análisis permitió calcular y evaluar la ingesta total diaria de fluoruro por agua y sal en los habitantes de ésta comunidad.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El propósito de la fluoruración controlada es prevenir la caries dental, sin embargo no se tenía la certeza si la población del área metropolitana de la ciudad de México estaba consumiendo sal fluorurada, la cual teóricamente se encuentra para venta al público desde 1991; o bien si la fluoruración estaba en la concentración óptima. Por otro lado también se dudaba de la concentración de ión fluoruro en agua de consumo humano de la misma población.

De acuerdo a la norma oficial publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1988, la sal refinada de mesa yodada-fluorurada deberá contener $250 \text{ ppm} \pm 50 \text{ ppm}$ de ión fluoruro; y según la Dirección General de Medicina Preventiva el agua de consumo humano no contendrá más de 0.7 ppm de ión fluoruro para el área metropolitana de la Ciudad de México.

Esto fue importante porque si bien el consumo de ión fluoruro en concentraciones óptimas es benéfico para la profilaxis de caries dental, en exceso puede causar fluorosis dental, afectando de éste modo la apariencia de los dientes; por otra parte, la deficiente dosificación del fluoruro del nivel óptimo, puede reducir los beneficios de prevención de esta enfermedad bucal.

De ésta manera el análisis y la determinación de fluoruro en agua y sal de consumo humano de residentes del área metropolitana de la Ciudad de México brindó una orientación de la ingesta diaria de fluoruro para poder evaluar así los efectos de la fluoruración por medio de la sal fluorurada, como medida profiláctica de caries dental destinada a la población de alto riesgo, los menores de 12 años de edad.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la cantidad de fluoruro en agua y sal de consumo humano de residentes del área metropolitana de la ciudad de México (estudiantes de la FES Zaragoza de la UNAM), mediante el método potenciométrico con electrodo selectivo para fluoruro.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Muestrear al azar y sin reemplazo a participantes voluntarios que residan en el área metropolitana de la ciudad de México y que acuden a la FES Zaragoza para que donaran muestras de agua y sal de consumo común.

- b) Realizar un análisis químico de fluoruro en muestras de agua y sal para consumo humano donadas de los residentes anteriormente descritos.

- c) Cuantificar el ión fluoruro en partes por millón (ppm), de las muestras donadas por marca de sal, marca de agua o por región de la red de agua pública intradomiciliaria.

- d) Realizar una estadística descriptiva a los resultados obtenidos de agua y sal por marca o por región de agua, según sea el caso.

IV. HIPOTESIS

Al realizar un análisis químico de sal y de agua de consumo humano se espera cuantificar una concentración de fluoruro aproximada a lo establecido oficialmente que es de 250 ± 50 ppm de fluoruro para el área metropolitana de la Ciudad de México en sal de mesa refinada yodatada-fluorurada; por otra parte se espera que el agua de la misma zona no contenga cantidades mayores a 0.7 ppm de fluoruro.

V. MATERIAL Y EQUIPO

A. MATERIAL.

1. Material de vidrio

Matraces volumétricos de 10 ml PYREX

Pipetas volumétricas de 1 ml PYREX

Pipetas volumétricas de 5 ml PYREX

2. Material de polietileno

208 frascos con tapa de rosca con capacidad para 20 g

208 frascos con tapa hermética con capacidad para 150 ml

422 viales con capacidad para 20 ml

3. Material diverso

Microespatula de acero inoxidable

Papel glassine

Perilla de seguridad

Piceta de 250 ml

4. Ractivos

- Solución estándar de fluoruro de sodio CORNING de 100 ppm para estandarización de electrodos selectivos Lote: 4778170, Núm de catálogo 0241322
- TISAB, Solución Amortiguadora para ajustar la Fuerza Iónica Total de pH 5.5 CORNING, FAD (Fluoride Analysis Diluent), Lote: 0840521, Núm. de catálogo 478172
- Acido clorhídrico J. T. Baker
- Agua desionizada.

B. EQUIPO

Balanza analítica Mettler H 80

Cronómetro CASSIO

Agitador magnético S/M

Parrilla de agitación S/M

Potenciómetro CORNING Modelo 255

Electrodo combinado para fluoruro ORION M 96-09

VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL

El análisis químico se realizó con 198 muestras de sal y 201 muestras de agua, ambas de consumo humano donadas voluntariamente por residentes del área metropolitana de la Ciudad de México que acuden a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM.

Se aplicaron los cuestionarios PFS-B/93 y PFS-C/93*, elaborados por la Secretaría de Salud los cuales consistieron en indicar los datos personales del participante así como la procedencia de las muestras; y que para el presente trabajo ayudó a obtener información útil para interpretar los resultados de las muestras de agua y sal respectivamente, tal información fue marca de sal, marca de agua o fuente de abastecimiento en caso de que el participante no consumiera agua envasada.

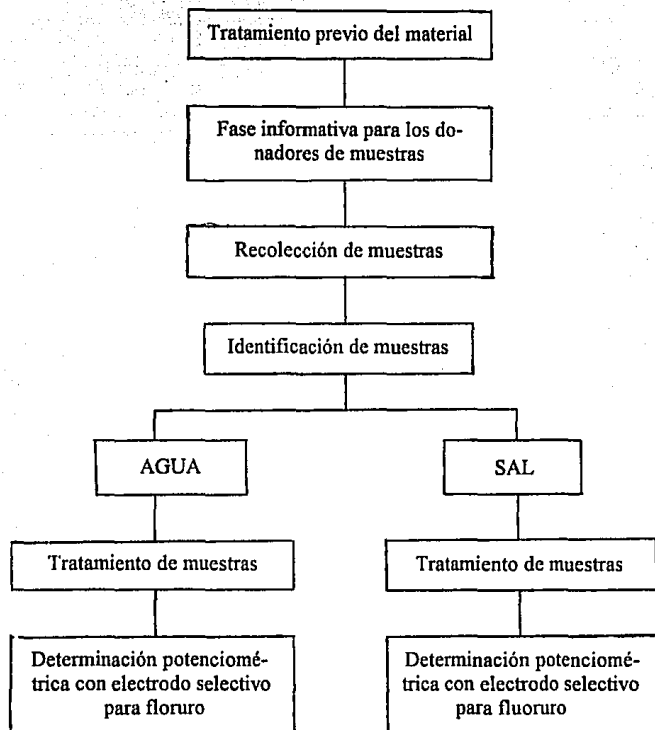
A cada participante se le otorgó los contenedores tratados previamente que fueron necesarios para cada muestra.

La muestra de agua que se analizó fue la que el participante utiliza para consumo humano comúnmente ya sea de la red pública intradomiciliaria o agua envasada y él mismo la depositó en el contenedor que se le proporcionó. El tamaño de muestra de agua fue de 50 ml aproximadamente.

La muestra de sal que se analizó fue la sal de mesa que el mismo participante utiliza comúnmente para su consumo y él mismo la depositó en el contenedor que se le proporcionó. El tamaño de muestra de sal fue de 10 g aproximadamente.

* ver anexo.

A. DIAGRAMA DE FLUJO



B. Tratamiento previo del material.

El material que contuvieron las muestras de agua fue de polietileno con capacidad de 150 ml y con tapa hermética del mismo material. Para las muestras de sal fue de polietileno con capacidad para 20 g con tapa de rosca del mismo material. Y para los dos tipos de materiales se les dió en siguiente tratamiento:

Se lavó con una solución de detergente biodegradable

Se enjuagó con agua corriente

Se sumergió el material en ácido clorhídrico 0.1 M durante 5 minutos

Se enjuagó con agua desionizada

Se secaron completamente.

C. Fase informativa para los donadores de muestras.

A los participantes se les proporcionó la información necesaria acerca del trabajo a realizar y de la importancia de su colaboración; al mismo tiempo se les otorgó el material contenedor de las muestras así como los cuestionarios PFS-B/93 y PFS-C/93, para agua y sal respectivamente; se les explicó la forma de llenarlos, de la toma de muestra y del tamaño de la misma en el contenedor correspondiente para cada una.

D. Recolección de muestras.

Después de haber fijado la fecha para la entrega de muestras, éstas se recogieron así como los cuestionarios correspondientes a cada una.

E. Identificación de muestras.

Cada muestra de agua y de sal se identificó de acuerdo al folio correspondiente del cuestionario otorgado al participante.

F. AGUA

F.1. Tratamiento de muestras

Cada muestra de agua se homogenizó y se tomó una alícuota de 5 ml que se colocó en un vial de polietileno y se le adicionó una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB de pH 5.5.

F.2. Análisis químico.

F.2.1. Preparación de la curva estándar de calibración

A partir de una solución estandar de 100 ppm de fluoruro de sodio se prepararon tres soluciones cuya concentración fueron de 0.05, 0.1 y 1 ppm. De cada una de éstas se tomaron alícuotas de 5 ml, se depositaron en un vial de polietileno y se les adicionó una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB de pH 5.5.

Se programó el potenciómetro con electrodo selectivo para fluoruro para las tres soluciones de la curva estandar iniciando con la de menor concentración.

Se verificó que el electrodo tuviera el nivel adecuado de solución de llenado, se lavó perfectamente tres veces con agua desionizada y se secó completamente.

Se introdujo el electrodo en la solución de menor concentración y se le aplicó agitación lenta y constante durante tres minutos, teniendo cuidado de que el electrodo no tuviera contacto con el vial o con la barra magnética.

Se tomó la lectura y se continuó de la misma manera con las siguientes soluciones estandar.

F.2.2. Preparación del blanco de reactivos.

En un vial de polietileno se colocaron 5 ml de agua desionizada, la misma que se empleó para preparar las soluciones anteriormente citadas y se le adicionó 5 ml de solución amortiguadora TISAB de pH 5.5.

F.2.3. Determinación de fluoruro.

Una vez programado el potenciómetro se lavó el electrodo tres veces con agua desionizada y se secó perfectamente.

Posteriormente se leyó el blanco de reactivos y las muestras de agua preparadas, cada solución a leer se agitó lentamente con un magneto durante 3 minutos, en cada lectura se enjuagó el electrodo con agua desionizada.

Eventualmente se verificó que el pH de las muestras fuera de 5.5

A cada lectura del potenciómetro se le restó el valor del blanco de reactivos, 0.01 ppm.

Posteriormente los resultados se organizaron según la marca de agua o por región de la red pública intradomiciliaria.

Los resultados se reportaron en ppm de fluoruro, o lo que es lo mismo en mg de fluoruro por litro de agua.

G. SAL

G.1. Tratamiento de muestras

Cada muestra de sal se homogenizó y se pesó 1 g, éste se disolvió en un matraz aforado de 10 ml y se llevó hasta la marca con agua desionizada, se tomó una alícuota de 5 ml la cual se colocó en un vial de polietileno y se le adicionó una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB de pH 5.5.

G.2. Análisis químico.

G.2.1. Preparación de la curva estándar de calibración

A partir de una solución estandar de 100 ppm de fluoruro de sodio se prepararon tres soluciones cuya concentración fue de 1 ppm, 10 ppm y 50 ppm. De cada una de éstas soluciones se tomaron alícuotas de 5 ml que se depositaron en un vial de polietileno y se les adicionó una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB de pH 5.5.

Se programó el potenciómetro con electrodo selectivo para fluoruro con las tres soluciones de la curva estandar, iniciando por la de menor concentración.

Se verificó que el electrodo tuviera el nivel adecuado de solución de llenado, se lavó perfectamente tres veces con agua desionizada y se secó completamente.

Se introdujo el electrodo en la solución de menor concentración y se le plió agitación lenta y constante durante tres minutos, teniendo cuidado de que el electrodo no tuviera contacto con el vial o con la barra magnética.

Posteriormente se tomó la lectura y se continuó de la misma manera para las siguientes soluciones estandar.

Una vez programado el equipo, se lavó el electrodo perfectamente tres veces con agua desionizada y se secó completamente.

G.2.2. Preparación del blanco de reactivos

En un vial de polietileno se colocaron 5 ml de agua desionizada que se utilizó para la preparación de las soluciones antes citadas y se le adicionó una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB de pH 5.5.

G.2.3. Determinación de fluoruro

Posteriormente se leyó el blanco de reactivos y las muestras de sal preparadas, cada solución a leer se agitó lentamente con un magneto durante 3 minutos, en cada lectura se lavó el electrodo con agua desionizada y se secó perfectamente.

Eventualmente se verificó que el pH de las muestras fuera de 5.5.

A cada lectura del potenciómetro se le restó el valor del blanco de reactivos, 0.01 ppm.

Se calculó la concentración de fluoruro en sal tomando en cuenta la dilución 1:10 efectuada en el tratamiento de las muestras. Es decir, cada resultado se multiplicó por 10.

Los resultados obtenidos se organizaron por marca de sal registrada.

Posteriormente se reportaron en ppm de fluoruro, o lo que es lo mismo en mg de fluoruro por Kg de sal.

VII. RESULTADOS

El presente trabajo comprende el análisis químico de ión fluoruro, a través del método potenciométrico con electrodo específico para fluoruro, realizado en 201 muestras de agua y 198 muestras de sal de mesa ambas de consumo humano de residentes del área metropolitana de la Ciudad de México que acuden a la FES Zaragoza de la UNAM.

Dicho análisis permitió cuantificar la concentración de fluoruro promedio en agua y sal, 0.128 y 134.967 ppm de fluoruro respectivamente, como lo expresa la Tabla I.

TABLA I.

*PROMEDIO DE CONCENTRACION DE FLUORURO EN MUESTRAS DE
AGUA Y SAL
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.*

<i>MUESTRA</i>	<i>NUM. DE DETERMINACIONES</i>	<i>PROMEDIO (ppm de fluoruro)</i>
AGUA	201	0.128 ± 0.103
SAL	198	134.967 ± 91.461

FUENTE: DIRECTA

En la Tabla II se observa la cantidad de fluoruro ingerido teóricamente a través de agua y sal y el calculado en el presente trabajo, así como la clasificación de ingesta de fluoruro por día. En donde se puede concluir que la cantidad de fluoruro que ingieren los residentes del área metropolitana de la Ciudad de México por agua y sal es clasificada como ingesta baja.(10)

TABLA II.

**CLASIFICACION DE INGESTA DIARIA DE FLUORURO POR AGUA Y SAL
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

INGESTA DE FLUORURO POR AGUA Y SAL (mg/DIA)	CLASIFICACION DE LA INGESTA (mg/DIA)*
	MUY BAJA: 0.1 - 0.6
CALCULADA: 1.335	BAJA: 0.7 - 1.4
TEORICA: 2.6 *	OPTIMA: 1.4 - 4.0

FUENTE: DIRECTA Y HEMEROGRAFICA*

* OFEDO/UDUAL. Oficina Sanitaria Panamericana. Memorias del Seminario Internacional de Fluoruración de la Sal. México, 1991.

Para agua, el análisis se realizó en 201 muestras y los resultados se muestran en la Tabla III y Gráfica 1, donde el 27.363% de las muestras analizadas se encuentra en el rango de concentración de 0.01 a 0.09 ppm fluoruro; el 71.641% de las muestras en el rango de 0.1 a 0.7 ppm de fluoruro, de manera que al sumar lo anterior, el 99.004% de las muestras de agua analizadas contienen una concentración de 0.01 a 0.7 ppm de ión fluoruro; y el 0.996% de las muestras se encuentra en el rango de concentración de 0.71 a 1 ppm de fluoruro.

TABLA III.

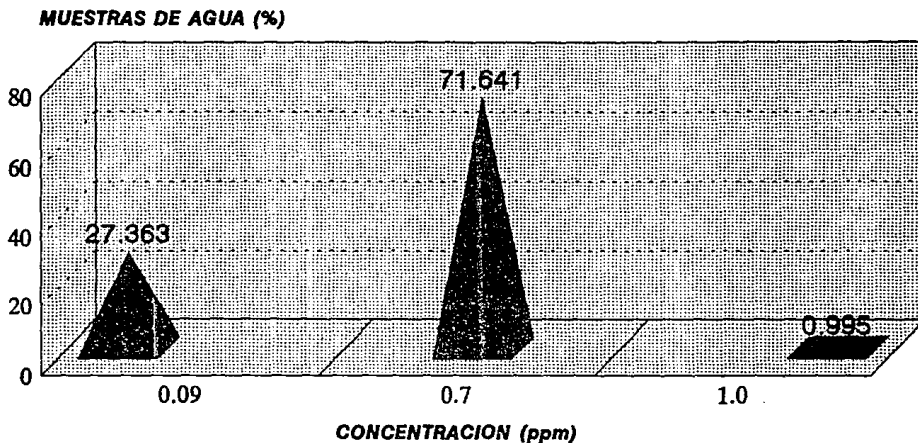
**CONCENTRACION DE FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993**

RANGO DE CONCENTRACION (ppm fluoruro)	NUM. DE DETERMINACIONES	% MUESTRAS DE AGUA
0.01 - 0.09	55	27.363
0.1 - 0.7	144	71.641
0.71 - 1.0	2	0.996

FUENTE: DIRECTA

GRAFICA 1

CONCENTRACION DE FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993



Rango de concentración

▲ 0.01 - 0.09 ▲ 0.1 - 0.7 ▲ 0.7 - 1.0

FUENTE: TABLA III

En la Tabla IV se observa como es el agua de consumo humano en el área metropolitana de la Ciudad de México, en donde el 58.209% de los participantes declaró consumir agua envasada de diversas marcas y los demás, el 41.791% declararon que consumen agua de la red pública intradomiciliaria con promedios de concentración de 0.121 ± 0.099 ppm y 0.136 ± 0.11 ppm de fluoruro respectivamente.

TABLA IV.

**AGUA DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO. 1993.**

<i>AGUA</i>	<i>NUM. DE DETERMINACIONES</i>	<i>% MUESTRAS</i>	<i>PROMEDIO (ppm fluoruro)</i>
ENVASADA	117	58.209	0.121 ± 0.099
RED PUBLICA	84	41.791	0.136 ± 0.11

FUENTE: DIRECTA

En la Tabla V y gráfica 2 se aprecia de una manera específica el consumo de agua envasada por marca.

TABLA V.

**MUESTRAS DE AGUA ENVASADA POR MARCA
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

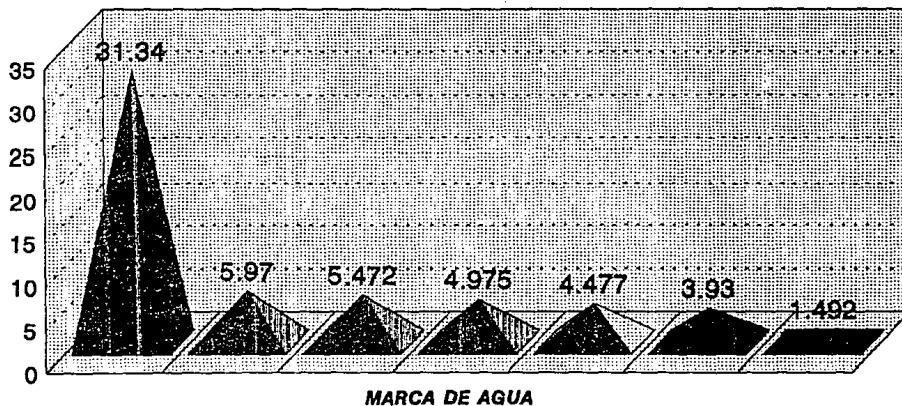
MARCA DE AGUA	NUM. DE DETERMINACIONES	% MUESTRAS DE AGUA
ELECTROPURA	64	31.340
AGUA PURA	12	5.970
PUREZA AGA	11	5.472
OTRAS *	10	4.975
CRISTAL	9	4.477
IDEAL	8	3.930
SAN MARCOS	3	1.492

FUENTE: DIRECTA

* Zana pura , Ultrapura , Ultrapasteurizada , Hidropura , Mary-lu, Agua del valle, Agua plus, Alpura y Celta.

GRAFICA 2
MUESTRAS DE AGUA ENVASADA POR MARCA
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993

MUESTRAS DE AGUA (%)



Marcas de agua

▲ ELECTROPURA ▲ AGUA PURA ▲ PUREZA AGA ▲ OTRAS ▲ CRISTAL ▲ IDEAL ▲ SAN MARCOS

FUENTE: TABLA V

TABLA VI.

**PROMEDIO DE FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

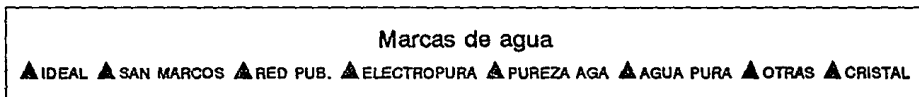
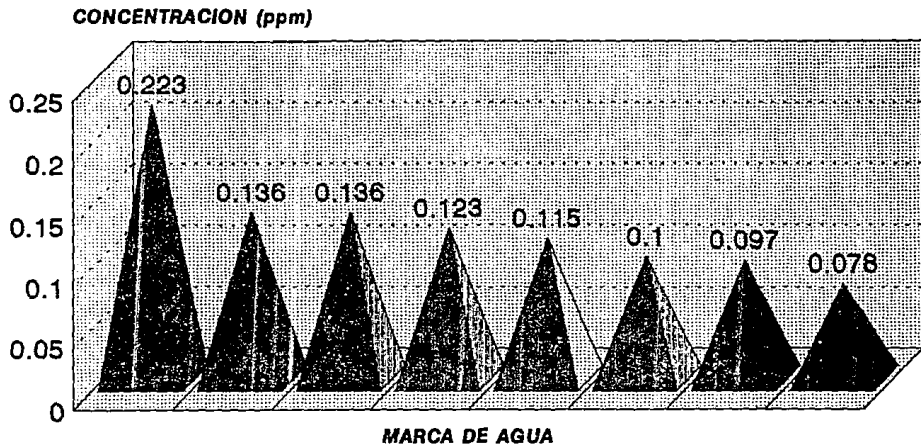
MARCA DE AGUA	NUMERO DE DETERMINACIONES	PROMEDIO (ppm fluoruro)
IDEAL	8	0.223 ± 0.297
SAN MARCOS	3	0.136 ± 0.02
RED PUBLICA (Intradomiciliaria)	84	0.136 ± 0.11
ELECTROPURA	64	0.123 ± 0.076
PUREZA AGA	11	0.115 ± 0.017
AGUA PURA	12	0.1 ± 0.048
OTRAS*	10	0.097 ± 0.022
CRISTAL	9	0.078 ± 0.04

FUENTE: DIRECTA

* Zana pura, Ultrapura, Ultrapasteurizada, Hidropura, Mary-lu, Agua del valle, Agua plus, Alpura, y Celta.

GRAFICA 3

PROMEDIO DE FLUORURO EN AGUA DE CONSUMO HUMANO AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993



FUENTE: TABLA VI

Entre las marcas de agua envasada se encuentran las siguientes: Electropura, Agua pura, Pureza aga, Cristal, Ideal, San Marcos, Zana pura, Agua del valle, Agua plus, Alpura, Celta, Hidropura, Mary-lu, Ultrapasteurizada y Ultrapura. Del total de muestras de agua embotellada, se destaca con el 31.84%, equivalente a 64 muestras de la marca Electropura con un promedio de 0.123 ± 0.076 ppm de fluoruro, el resto de marcas se registraron con menor frecuencia; con promedios de concentración entre 0.079 ± 0.04 ppm para la marca Cristal y 0.130 ± 0.02 ppm de fluoruro para la marca San Marcos a excepción de la marca Ideal con una concentración de 0.224 ± 0.223 ppm de fluoruro en 8 muestras de agua, tal como se observa en la Tabla VI Gráfica 3.

Por otra parte, el 41.791% muestras de agua de la red pública intradomiliaria, corresponden a 84 participantes en cuestión que declararon que residen en diversas delegaciones y municipios del área metropolitana.

Como puede verse en la Tabla VII, entre las delegaciones registradas se encuentran; Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Iztacalco, Benito Juárez, Tláhuac y Miguel Hidalgo. Entre la que destaca con 15 muestras de agua, la delegación Iztapalapa con un promedio de concentración de 0.141 ± 0.055 ppm de fluoruro, las otras delegaciones citadas se registraron con menor número de muestras de agua, con promedios de concentración desde 0.09 ± 0.056 ppm en la Venustiano Carranza hasta 0.163 ± 0.037 ppm de fluoruro en la delegación Gustavo A. Madero.

En la misma Tabla. Los municipios que declararon los participantes en cuestión son los siguientes: Nezahualcóyotl, Texcoco, Chimalhuacán, Chalco, Los reyes la Paz, Naucalpan, Ixtapaluca, Chicoloapan y Ecatepec. Donde el más sobresaliente es el municipio de Nezahualcóyotl con 17 muestras de agua, con un promedio de concentración de 0.195 ± 0.198 ppm de fluoruro, para los demás municipios las muestras de agua se registraron con menor frecuencia, con promedios de concentración desde 0.09 ± 0.055 ppm en Chalco hasta 0.17 ± 0.202 ppm de fluoruro en el Municipio de Texcoco.

TABLA VII.

**PROMEDIO DE FLUORURO EN AGUA DE LA RED PUBLICA
INTRADOMICILIARIA DE CONSUMO HUMANO.
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

DELEGACION O MUNICIPIO	NUMERO DE DETERMINACIONES	PROMEDIO (ppm Fluoruro)
NEZAHUALCOYOTL	17	0.195 ± 0.198
IZTAPALAPA	15	0.141 ± 0.055
GUSTAVO A. MADERO	7	0.134 ± 0.037
VENUSTIANO CARRANZA	7	0.090 ± 0.056
IZTACALCO	6	0.121 ± 0.029
TEXCOCO	4	0.17 ± 0.202
CUAUHTEMOC	4	0.067 ± 0.023
CHIMALHUACAN	4	0.115 ± 0.005
CHALCO	4	0.09 ± 0.055
OTROS MUNICIPIOS *	10	0.115 ± 0.044
OTRAS DELEGACIONES @	6	0.131 ± 0.085

FUENTE: DIRECTA.

* Los Reyes la Paz, Chicoloapan, Ixtapaluca, Naucalpan y Ecatepec.
@ Miguel Hidalgo, Alvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez y Tláhuac.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MUESTRAS DE AGUA

En términos estadísticos, los resultados de concentración de fluoruro en agua de consumo humano provienen de una distribución normal de muestras aleatorias y con datos continuos, por lo que se empleará el estadígrafo de prueba 'Z'.(8)

Si se tienen 201 muestras de agua con una media de 0.128 ppm de fluoruro y una desviación estandar poblacional de 0.103. Se plantea el siguiente juego de hipótesis:

HIPOTESIS NULA

El promedio de ión flúor en agua es menor a 0.7 ppm $H_0: \mu < 0.7$

HIPOTESIS ALTERNA

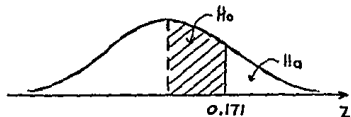
El promedio de ión flúor en agua es mayor o igual a 0.7 $H_a: \mu \geq 0.7$

Con el criterio de rechazar H_0 si:

$$Z \text{ calculada} > Z_{(1-\alpha)}$$

A un nivel de significancia de 0.05, si se tiene que $Z_{(0.95)}$ es igual a 0.1711

Región crítica



Estadígrafo de prueba:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

\bar{X} = Media de muestras de agua

μ_0 = Valor supuesto

σ = Desviación estándar poblacional

n = Número de determinaciones

Calculando

$$Z = \frac{0.128 - 0.7}{\frac{0.103}{\sqrt{201}}} = -78.733$$

$$Z(\text{calculada}) < Z(\text{tablas})$$

Por lo tanto se acepta H_0

Conclusión:

Existe evidencia estadística para afirmar con un 95% de confianza que el agua de consumo humano en el área metropolitana de la Ciudad de México de residentes que acuden a la FES Zaragoza, tiene concentraciones menores a 0.7 ppm de ión fluoruro.

Con respecto a sal, el análisis se realizó en 198 muestras de sal de mesa.

En la Tabla VIII y Gráfica 4 se observa que el 31.313% de muestras de sal tienen un rango de concentración de 0.7 a 100 ppm de fluoruro, el 51.01% de las muestras se encuentra en el rango de 101 a 199 ppm, sumando lo anterior hace un total de 82.323% de muestras de sal contienen un rango de concentración entre 0.7 y 199 ppm de fluoruro. El 3.030% de muestras se encuentran en el rango de 301 a 400 ppm y el 1.515% de muestras esta en un rango de 401 a 450 ppm, por lo que al sumar los dos porcentajes antes citados se tiene que, el 4.545% de las muestras de sal se encuentran en el rango de concentración entre 301 y 450 ppm de fluoruro. El 13.131% del total de las muestras de sal analizadas entra en el rango de concentración de 200 a 300 ppm de fluoruro.

TABLA VIII.

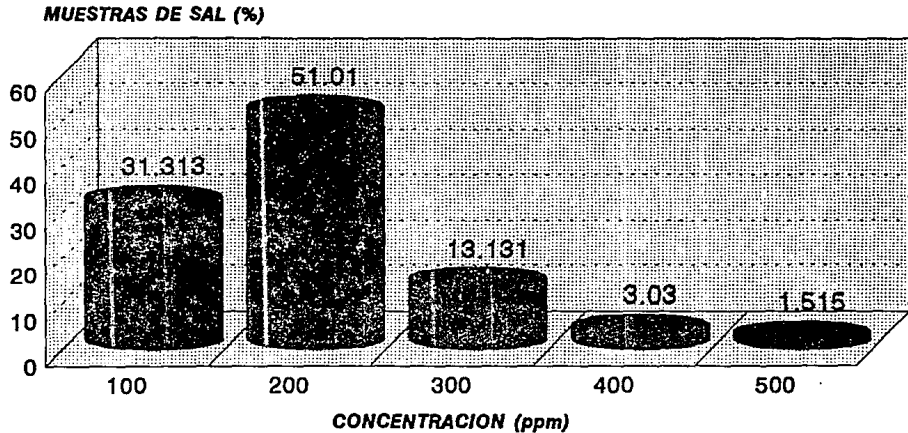
**CONCENTRACION DE FLUORURO EN SAL DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

<i>RANGO DE CONCENTRACION (ppm Fluoruro)</i>	<i>NUM. DE DETERMINACIONES</i>	<i>% MUESTRAS DE SAL</i>
0.7 - 100	62	31.313
101 - 199	101	51.010
200 - 300	26	13.131
301 - 400	6	3.030
401 - 450	3	1.515

FUENTE: DIRECTA

GRAFICA 4

CONCENTRACION DE FLUORURO EN SAL DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993



Rango de concentración

■ 0.7 - 100 ■ 101 - 199 ■ 200 - 300 ■ 301 - 400 ■ 401 - 450

FUENTE: TABLA VIII

En la tabla IX y gráfica 5, se aprecia que del total de muestras de sal, el 2.02% equivalentes a 4 muestras de sal, corresponden a los participantes en cuestión que declararon consumir sal sin marca, las cuales tienen un promedio de concentración de 89.3 ppm de fluoruro (Tabla X y Gráfica 6). Para la restante cantidad de muestras de sal, 97.98% equivalente a 194 muestras, los residentes afirmaron consumirla de alguna marca. Las marcas más consumidas por esta población son las siguientes: La fina con el 44.949%, la marca Elefante con el 29.797% y la sal Klara con el 18.181%; con un promedio de concentración de 136.127 ppm, 141.265 ppm y 129.197 ppm de fluoruro respectivamente, (Tabla X y Gráfica 6).

TABLA IX.

**MUESTRAS DE SAL DE POR MARCA
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993**

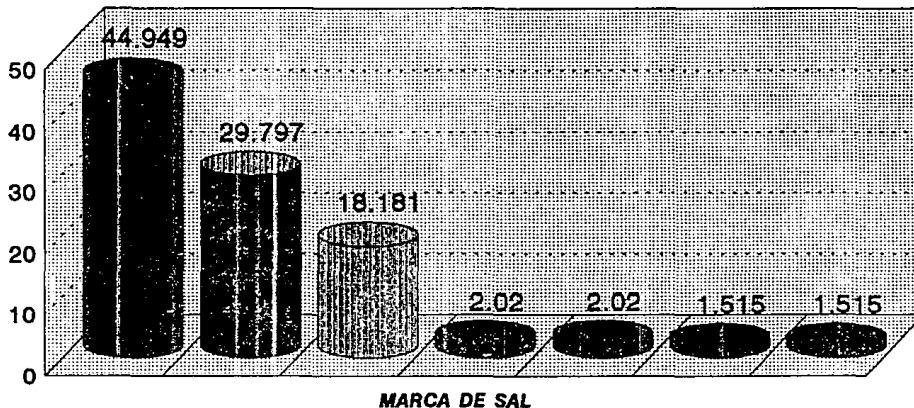
<i>MARCA DE SAL</i>	<i>NUM. DE DETERMINACIONES</i>	<i>% MUESTRAS DE SAL</i>
LA FINA	89	44.949
ELEFANTE	59	29.797
KLARA	36	18.181
SIN MARCA	4	2.020
OTRAS *	4	2.020
CISNE	3	1.515
SOL	3	1.515

FUENTE: DIRECTA

* Hada, Oso blanco y Roche martajada.

GRAFICA 5
MUESTRAS POR MARCA DE SAL
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993

MUESTRAS DE SAL (%)



Marcas de sal

■ LA FINA ■ ELEFANTE ■ KLARA ■ SIN MARCA ■ OTRAS MARCAS ■ CISNE ■ SOL

FUENTE: TABLA IX

TABLA X

**PROMEDIO DE FLUORURO EN SAL DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

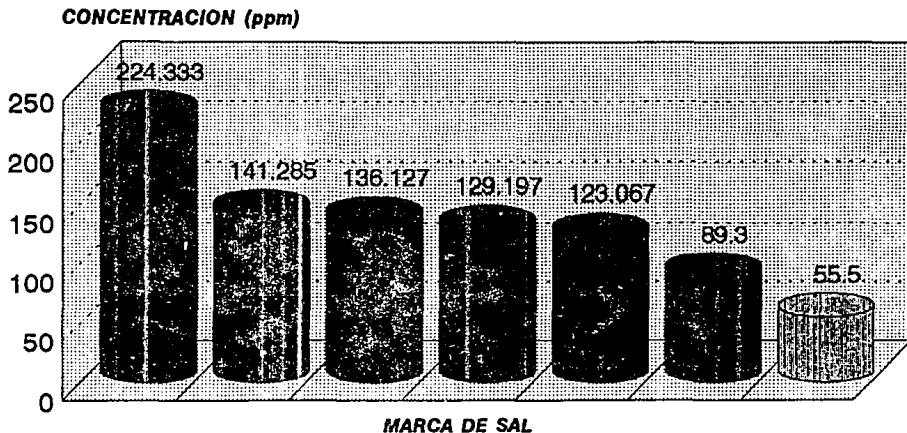
MARCA SAL	NUM. DE DETERMINACIONES	PROMEDIO (ppm Fluoruro)
SOL	3	224.333 ± 65.255
ELEFANTE	59	141.285 ± 94.788
LA FINA	89	136.127 ± 91.616
KLARA	36	129.197 ± 80.831
CISNE	4	123.067 ± 65.784
SIN MARCA	4	89.3 ± 101.294
OTRAS *	4	55.5 ± 107.006

FUENTE: DIRECTA

* Hada, Oso blanco y Roche martajada.

GRAFICA 6

PROMEDIO DE FLUORURO EN SAL DE CONSUMO HUMANO
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993



Marcas de sal

■ SOL ■ ELEFANTE ■ LA FINA ■ KLARA ■ CISNE ■ SIN MARCA ■ OTRAS

FUENTE: TABLA X

Las demás marcas de sal se consumen con menor frecuencia entre ésta población, desde una muestra para el caso de la marca Oso blanco y Roche martajada, dos muestras para la marca Hada las cuales tienen en promedio 55.5 ± 107.006 ppm de fluoruro, 4 muestras de marca Cisne con un promedio de 123.067 ± 65.784 ppm de fluoruro y 3 muestras de marca de sal Sol, la cual se encuentra con un promedio de concentración de 224.333 ± 65.255 ppm de fluoruro tal como se observa en la Tabla X y Gráfica 6.

En la tabla XI, se aprecian los resultados de las marcas de sal más consumidas, en donde la marca La fina, con 89 muestras, 10 de ellas se encuentran en el rango de concentración de 200 a 300 ppm de fluoruro, 5 muestras en el rango de 301 a 450 y las restantes 74 muestras equivalentes al 37.373% del total de las muestras de sal analizadas contienen una concentración entre 0.7 y 199 ppm de fluoruro.

Para la marca Elefante, el número de muestras de sal es de 59 y de estas, 8 de ellas se encuentran en el rango de 200 a 300 ppm de fluoruro, 4 muestras contienen entre 301 y 450 ppm y las demás, 47 muestras equivalentes a 23.737% del total de muestras de sal analizadas se encuentran en el rango de 0.7 a 199 ppm de fluoruro

La marca de sal Klara con 36 muestras, 5 se encuentran en el rango de concentración de 200 a 300 ppm de fluoruro, ninguna se encuentra en el rango de 301 a 450 ppm y las otras 31 muestras equivalen al 15.656% del total de muestras de sal analizadas se encuentran en el rango de concentración de 0.7 a 199 ppm de fluoruro

TABLA XI.

**CONCENTRACION DE FLUORURO POR MARCA DE SAL MAS
CONSUMIDA
AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. 1993.**

MARCA DE SAL	NUM. DE DETERMI- NACIONES	MUESTRAS POR RANGO DE CONCENTRACION (ppm Fluoruro)		
		0.7 - 199	200 - 300	301 - 450
LA FINA	89	74	10	5
ELEFANTE	59	47	8	4
KLARA	36	31	5	0

FUENTE: DIRECTA

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MUESTRAS DE SAL

En términos estadísticos los resultados de concentración de 198 muestras de sal de mesa extraídas aleatoriamente de una población normal, con una media de 134.967 ppm de fluoruro y una desviación estandar poblacional igual a 91.461 se plantea el siguiente juego de hipótesis:

HIPOTESIS NULA:

El promedio de ión fluoruro en sal de mesa es igual a 250 ± 50 ppm de fluoruro

$$H_0: \mu = 250 \pm 50$$

HIPOTESIS ALTERNA:

El promedio de ión fluoruro en sal es diferente de 250 ± 50 ppm de fluoruro

$$H_a: \mu \neq 250 \pm 50$$

Con el criterio de rechazar H_0 si:

El intervalo es diferente de 250 ± 50 .

A un nivel de significancia de 0.05, se prueba el intervalo de confianza a través del siguiente estadígrafo.(8)

$$P \left(\bar{X} - Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) = 1 - \alpha$$

Donde:

α = Nivel de Significancia

\bar{X} = Media poblacional

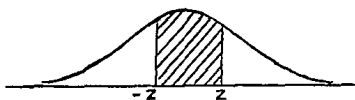
σ = Desviación estandar poblacional

n = Número de determinaciones

$(1 - \alpha)$ = Intervalo de confianza

Región crítica

$$Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} \text{ Para una curva normal; } 1 - \frac{\alpha}{2} = 2.24$$



Entonces:

$$P(134.967 - (2.24) \left(\frac{91.461}{\sqrt{198}}\right) < \mu < 134.967 + (2.24) \left(\frac{91.461}{\sqrt{198}}\right)) = 0.95$$

$$P(120.407 < \mu < 149.526) = 0.95$$

Por lo tanto se rechaza H_0 y se acepta H_a .

CONCLUSION:

Estadísticamente a un intervalo de confianza de 95%, la concentración de fluoruro en sal de consumo humano se encuentra en el rango de 120.407 a 149.526. Esto significa que la sal que consumen los residentes del área metropolitana de la Ciudad de México que acuden a la FES Zaragoza de la UNAM se encuentra por abajo del intervalo de concentración establecido oficialmente de 200 a 300 ppm de fluoruro.

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

Los objetivos planteados se cumplen satisfactoriamente. El método potenciométrico con electrodo específico para fluoruro empleado en el presente trabajo proporciona resultados comparables en cuanto a especificidad y rapidez con la experiencia de otros países e incluso con los obtenidos en el Estado de México (1) (4) (5) (7) (10) (17). Dicho método presentó gran sensibilidad pues permite cuantificar concentraciones tan pequeñas de fluoruro en el caso de las muestras de agua, además de que cuenta con las ventajas de ser rápido en el tratamiento de las muestras y en la cuantificación de ión fluoruro, también es económico ya que necesita un mínimo de reactivos y de material y aunado a esto su manejo no es complicado.

Con esta metodología se pudo cuantificar y evaluar la ingesta diaria de fluoruro por medio de sal de mesa y agua de consumo humano. Para ello se compara con la clasificación de Marthaler (10), y se observa que el valor calculado en este trabajo se encuentra en el rango considerado como ingesta baja de fluoruro por día, esto quiere decir en términos generales, que en promedio la población del área metropolitana de la Ciudad de México que acude a la FES Zaragoza de la UNAM no consume la cantidad de fluoruro necesaria para la prevención de caries dental, si se toma en cuenta que se ingiere en promedio 8 g de sal y 2 Lt de agua por persona diariamente (10).

Particularmente los resultados de agua de consumo humano, son homogéneos y cumplen con la hipótesis planteada, pues se determinaron cantidades menores a 0.7 ppm de fluoruro o mg de fluoruro por litro. Este resultado garantiza que la sal de mesa sea el único vehículo fortificado con fluoruro para distribuirse en la población en cuestión.

El agua en el área metropolitana de la Ciudad de México, deberá contener concentraciones desde un nivel bajo hasta un nivel óptimo por vía natural, de acuerdo a la clasificación de las recomendaciones mencionadas en el Seminario Internacional de Fluoruración de la Sal (10) y que también se reiteró en el Curso Nacional de Técnicas de Análisis para el Monitoreo de Yodo y Flúor, los que expresaron que para climas templados a fríos la concentración de fluoruro en agua de consumo humano deberá ser menor a 0.7 ppm de este ión en forma natural (21).

Esta observación es de acuerdo a los estudios de F. A. Arnold en 1943, en los que se establece que el consumo de fluoruro en la concentración necesaria depende de factores climatológicos (13), entre ellos la temperatura media máxima ambiental (16).

La concentración de fluoruro en agua por vía natural se debe al hecho de que el 0.08% de la corteza terrestre esta constituida por compuestos de flúor (14), ya que el agua de la Ciudad de México no se fluorura artificialmente como es el caso de la sal de mesa.

Por otra parte, del total de los residentes en cuestión, el 58.209% declaró consumir agua envasada de diversas marcas, el resto de la población consume agua de la red pública y estos participantes residen en diversas delegaciones y municipios, por lo que es necesario que la Secretaría de Salud lo tome en cuenta y que efectue una supervisión tal como la que se lleva a cabo en el agua de consumo humano de la red pública intradomiciliaria (10), para tener una vigilancia de la concentración de fluoruro y además que ésta sea igualmente periódica; para garantizar así que el contenido de fluoruro en agua de consumo humano, cualquiera que esta sea, contenga la cantidad óptima para la profilaxis de caries dental por medio de sal fluorurada como único vehículo masivo fortificado.

Con respecto al análisis de sal, la concentración promedio de fluoruro no cumple con la hipótesis planteada, pues los resultados son heterogéneos, es decir; se observa una subdosificación, dosificación óptima y sobredosificación, de acuerdo a lo establecido por estudios de Marthaler en 1977 (10), en el que concluye que el nivel óptimo de fluoruro en sal es de 250 ppm y que en México se establece oficialmente en el Diario Oficial de la Federación, en diciembre de 1988; en el cual se especifica que para coadyuvar a la prevención de caries dental, la sal de mesa refinada yodada y fluorurada deberá contener 250 ± 50 ppm de fluoruro o mg de fluoruro por Kg de sal en el país con excepción de algunos estados de la República (2).

Se debe enfatizar que la fluoruración no es más que la redistribución de un elemento que aparece en la naturaleza por los técnicos de las instalaciones de tratamiento de la sal, de acuerdo con las directrices establecidas por la investigación científica y médica, para prevenir la caries dental (4) (11).

Los resultados presentan dentro de su heterogeneidad, una marcada tendencia a la subdosificación de fluoruro con 82.323% de las muestras de sal analizadas, lo que puede presentar consecuentemente que los beneficios de prevención de caries dental sean reducidos; ya que la obtención de los máximos beneficios de la fluoruración depende del mantenimiento de la concentración óptima recomendada.

La reducción del 20% de ión fluoruro del nivel óptimo puede reducir los beneficios de prevención de caries dental en cerca de un 50% (11).

Por otra parte, los resultados en el presente trabajo también presentaron una sobredosificación de fluoruro con 4.545% de las muestras de sal, lo que puede provocar el desarrollo de fluorosis dental (22), a la población consumidora de esta sal. De acuerdo con la bibliografía, la sobredosificación de compuestos fluorurados al doble de las concentraciones óptimas recomendadas puede resultar en fluorosis dental, afectando así la apariencia de los dientes permanentes (11) (22).

Cabe señalar que sólo el 13.131% del total de las muestras analizadas se encuentra en el intervalo de concentración necesaria de fluoruro para la profilaxis de caries dental, lo que lleva a pensar que existen problemas de dosificación en el proceso de fluoruración de la sal.

Lo anterior puede ser consecuencia de la situación actual del programa de Fluoruración de la Sal en México, dado que en 1991 se encontraba en la fase de implementación del programa, según lo mencionado en el Seminario Internacional de Fluoruración de la Sal. En esta etapa se define el método de producción para la sal fluorurada, y para el caso de México, en donde la producción es continua el método de selección es de vía húmeda con fluoruro de potasio. La correcta decisión del método garantiza un producto de alta calidad, requisito indispensable para el logro de los objetivos del programa (10).

En el país, con esta medida, se empieza a distribuir a la venta al público sal fluorurada a partir de 1991 con excepción de algunos estados y ciudades en donde existen altas concentraciones de fluoruro en agua de consumo humano.(2) (7)

Por otra parte, dentro de la diversidad de marcas de sal analizadas, son 3 las más frecuentes y cada una a su vez presenta resultados heterogéneos de concentración de fluoruro, y en promedio se encuentran en el rango de subdosificación. Además se tiene la referencia de que la procedencia de la sal de estas marcas es de la salinera Sales del Istmo S.A. de C.V.,Coatzacoalcos, Veracruz (4).

Lo anterior significa que el 94.942% del total de los residentes participantes consumen sal producida por la salinera antes citada, a través de las marcas La fina, Elefante, Klara y Cisne.

La muestras de sal restantes, con marca y sin marca, también presentan un promedio de concentración que se encuentra abajo del intervalo necesario, con excepción de la marca Sol que contiene un promedio óptimo de concentración de fluoruro para la profilaxis de caries dental, pero sólo se encontraron 3 muestras.

Dado los resultados en las muestras de sal analizadas, se plantea que, para corroborar los mismos sea necesario analizar mayor número de muestras de sal, y que sea de una manera periódica.

IX. CONCLUSIONES

- La metodología empleada en este trabajo por medio del potenciómetro con electrodo específico para fluoruro, resulta excelente, pues permite determinar las cantidades de fluoruro en muestras de agua y sal de consumo humano de una manera comparable con la bibliografía en cuanto a su especificidad, gran sencillez, rapidez, bajo costo y facilidad de operación.

- La cantidad de fluoruro promedio que ingieren los residentes del área metropolitana de la Ciudad de México que acuden a la FES Zaragoza a través de agua y sal, es bajo para brindar protección a caries dental.

- El agua de consumo humano, ya sea de la red pública intradomiciliaria o como agua envasada que emplean los residentes de esta región; se encuentra en la cantidad esperada es decir en concentraciones significativamente menores a 0.7 ppm de fluoruro o mg de fluoruro por litro de agua.

- A pesar que la sal de mesa es el vehículo que llega a toda la población en general, el contenido de fluoruro de la población muestreada del área metropolitana de la Ciudad de México se encuentra en promedio en una concentración significativamente baja para la profilaxis de caries dental.

El hecho que el agua de consumo humano se encuentre en concentraciones menores a 0.7 ppm de fluoruro garantiza que el la sal de mesa sea el único vehículo fortificado con fluoruro para que llegue a toda la población cualquiera que sea su condición social, económica o educativa; de una manera efectiva, económica y segura para brindar protección específica y masiva de la caries dental.

- Por lo cual, el proceso de fluoruración de la sal en México requiere de una supervisión desde las plantas salineras y en toda la sal que la población adquiere.(6)

- La efectividad del programa de fluoruración de la sal, requiere de estudios de control y seguimiento periódico en agua y sal de consumo humano para corregir errores de dosificación y cumplir así con lo estipulado en la norma establecida NOM-F-8-1988 como medida profiláctica de caries dental a la población en general.

X. RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar la presente investigación y obtener resultados más confiables se propone lo siguiente:

1. Realizar el análisis a un mayor número de muestras de agua y de sal de todas las marcas registradas o marcas libres que los residentes consumen comunmente y con esto corroborar los resultados obtenidos.

2. Realizar la supervisión de contenido de fluoruro en sal en las salineras, en la que es destinada a la industria alimenticia y en la sal que adquiere la población consumidora, así mismo, para agua, realizar la supervisión en las fuentes de abastecimiento como el agua envasada de consumo humano. Esta vigilancia deberá ser de manera periódica para tener así un verdadero seguimiento del programa de fluoruración de la sal.

3. El muestreo de agua y de sal lo deberá realizar el personal especializado en el área, con el propósito de minimizar errores del procedimiento.

4. Establecer una relación entre el análisis de concentración de fluoruro en orina de grupos específicos de población. Este estudio sería con el fin de evaluar la cantidad total de ingesta diaria de fluoruro, ayudando a determinar si la dosificación es correcta o si es necesario un ajuste para llegar a una dosis carioprofiláctica.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Chirstian, G.D. Química Analítica. 2a. ed. Ed. Limusa. México. 1990. pp 359, 380, 387, 388, 402 y 403.
2. Diario Oficial de la Federación. Tomo Cd XXIII, No. 16 Capitulo I Artículo 943. México, D.F. Viernes 23 de diciembre de 1988. pp 5 - 9.
3. Fifield, F.W. Principles and Practice of Analitical Chemistry. 5 th ed. Ed. Blackie Glaasgow and London, England. 1990. pp 474.
4. 1er. Foro Nacional de la Industria Salinera 1991. Memorias. pp 52 - 54.
5. Fritz, J. Quantitative Analitical Chemistry. 5 th ed. Ed Allyn and Bacon. USA. 1987. pp 325.
6. Gómez, S.J. Control y seguimeinto de la Yodo-fluoruración de la sal doméstica en Costa Rica: 1987 - 1989. Fluoruración al Día. 1991; 1(1): 23 - 26.
7. Instituto de Salud del Estado de México. Prevención de Caries con la Sal Fluorurada. Toluca, Estado de México. México. 1989. pp 2.
8. Márquez, C. M. J. Probabilidad y Estadística. 1a. ed. UNAM. México. 1988. pp 231 - 289.
9. Newbrum, D. M. D. Fluorides and Dental Caries. 3a. ed. Ed. charles C. Tomas Publish H̄er. USA. 1986. pp 12 y 13.
10. OFEDO/UDUAL. Oficina Sanitaria Panamericana. Memorias del Seminario Internacional de Fluoruración de la Sal. México. 1991. pp 8, 9, 11, 14 - 16 18 y 20.

11. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Curso de fluoruración. Audiovisual. Aspectos de Salud Pública de la Fluoruración del Agua. Documento FDH/44. Sección Dental. División de Salud de la Familia. Washington, D. C., EUA. 1976. pp 6

12. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Curso de Fluoruración. Audiovisual. Tema No. 1. Antecedentes de la Fluoruración. Documento FDH/53. Sección Dental. División de Salud de la Familia. Washington, D. C., EUA. 1976. pp 2, 3, y 6.

13. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Curso de Fluoruración. Audiovisual. Tema No. 2. Procesos de Fluoruración. Documento FDH/52. Sección Dental. División de Salud de la Familia. Washington, D.C., EUA. 1977. pp 1.

14. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Curso de Fluoruración. Audiovisual. Tema No. 6. Compuestos de Flúor utilizados en la Fluoruración de las Aguas. Documento FDH/51. Sección Dental. División de Salud de la Familia. Washington, D.C., EUA. 1976. pp 1.

15. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Curso de Fluoruración. Audiovisual. Tema No. 13 Eliminación Parcial del fluoruro y del Arsénico del Agua Potable. Documento FDH/63. Sección Dental. División de la Salud de la Familia. Washington, D.C., EUA. 1977. pp 1.

16. Organización Panamericana de la Salud. Memorias de la 26 ava Reunión del Consejo Directivo. Resolución XXXIX. Octubre de 1979. pp 26 y 29.

17. ORION. Instruction Manual Fluoride/Combination Fluoride Electrodes M 94-09. ORION Boston MA. USA. 1991. pp 2 - 7, 10 - 11.

18. Roa, S. J. Contraste de dos Vehículos Agua y NaCl yodada para la Administración Oral de Fluoruro en Humanos. Tesis. ENEP Zaragoza, UNAM. México. 1983. pp 6.

19. Rodier, J. Análisis de las Aguas. 2a. ed. Ed. Omega. Barcelona, España. 1990. pp 281 - 287.

20. Salud Bucal. Organo Informativo del Grupo Interinstitucional. La fluoruración de la Sal Mexicana como Medida Preventiva para la Caries Dental. México. 1993; 1: 2 - 5.

21. Subsecretaría de Servicios de Salud. Dirección General de Medicina Preventiva. Instituto de Salud del Estado de México. Curso Nacional de Técnicas de Análisis para el Monitoreo de Yodo y Flúor. Toluca. Octubre 1993.

22. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Servicios de Salud. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Medicina Preventiva. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios. Dirección General de Salud Ambiental, Ocupacional y Saneamiento Básico. Lineamientos Técnicos para el Monitoreo del Programa Nacional de Prevención de Caries Dental Mediante el Consumo de Sal de Mesa Fluorurada. México. 1992. pp 2.

23. Skoog, D.A. Analytical Chemistry. 4 th ed. Ed. Saunder Golden Sunburst Series. USA. 1986. pp 605 - 606.

24. Skoog, D. Principles of Instrumental Analysis. 3 th ed. Ed. SAunders College Publishing. USA. 1985. pp 616.

25. Whithford, M.G. Conocimiento y Tecnología. Fortificación de la Sal con Yodo y Flúor para la Prevención del Bocio Cretinismo y Caries Dental en América Latina. Informe Final de la 1a. Reunión expertos sobre Fluoruración y Yodación de Consumo Humano. V Procedimientos de Acción para la Prevención del Bocio, Cretinismo y Enfermedades Dentoperiodentarias. Organización Panamericana de la Salud. Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá. Fundación W. K. Kellog. Antigua Guatemala, Guatemala. 1986. pp 133 - 238.

ANEXO

FORMATO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE SAL

INTRADOMICILIARIA. FS-C/93.

F O L I O

1.- APELLIDOS DE LA FAMILIA (PATERNO, MATERNO)		
2.- DIRECCION (CALLE, No. EXT., No. INT., COLONIA O BARRIO)		
3.- LOCALIDAD	CLAVE LOCALIDAD	CODIGO POSTAL
4.- MUNICIPIO	CLAVE MUNICIPIO	JURIS. SANITARIA
5.- MARCA DE SAL:	6.- TIPO DE SAL:	
7.- PRODUCIDA EN:	8.- ENVASADA POR:	
9.- LA COMPRA EN:		

DATOS PARA SER LLENADOS POR EL LABORATORIO

10.- FECHA DE RECEPCION EN LABORATORIO	11.- LABORATORIO QUE PROCESÓ	12.- FECHA DE PROCESAMIENTO
13.- CONCENTRACION DE FLUOR	14.- OBSERVACIONES.	

FORMATO PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA INTRADOMICILIARIA

FA-B/93

F O L I O

1.- APELLIDOS DE LA FAMILIA (PATERNO, MATERNO)			
2.- DIRECCION (CALLE, No. EXT., No. INT., COLONIA O BARRIO)			
3.- LOCALIDAD		CLAVE LOC.	C. P.
4.- MUNICIPIO	CLAVE MPIO.	CLAVE DE FUENTE	JURISDICCION SANITARIA
5.- TIENE AGUA INTRA-DOMICILIARIA. SI NO	6.- LA EMPLEA PARA BEBER. SI NO	7.- LA EMPLEA PARA PREPARAR ALIMENTOS. SI NO	
8.- OBSERVACIONES. SI TOMA AGUA DE GARRAFON ANOTE MARCA			

DATOS PARA LLENAR EN EL LABORATORIO

9.- FECHA DE RECEPCION EN EL LAB.	10.- LABORATORIO QUE PROCESO.	11.- FECHA DE PROCESAMIENTO.
12.- CONCENTRACION DE FLUOR.		13.- OBSERVACIONES.