

# INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Concentración de fluór y yodo en sal de consumo humano  
disponible en mercados de la República de Guatemala  
2014 - 2015

Guatemala, julio 2015



# INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**Concentración de fluór y yodo en sal de consumo humano  
disponible en mercados de la República de Guatemala  
2014 - 2015**

**Guatemala, julio 2015**

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la salud (OPS/OMS) en Guatemala - Catalogación en la fuente

Informe final de investigación. Concentración de flúor y yodo en sal de consumo humano disponible en mercados de la República de Guatemala” 2014-2015

- 1.- Flúor- - Administración y dosificación
- 2.- Yodo- - Administración y dosificación
- 3.- Deficiencia de yodo
- 4.- Sal- -Aspectos nutricionales
- 5.- Alimentos fortificados

Guatemala, 2015

ISBN: 978-9929-598-25-6

© Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) en Guatemala

En colaboración con: Comisión Nacional Salud Bucal (CONASABU)  
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social  
Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología  
Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP)

---

La Representación de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) en Guatemala, se reserva todos los derechos. El contenido de esta publicación puede reproducirse parcial o totalmente sin previa autorización, siempre y cuando se mencione la fuente y no se use para fines comerciales.

# Equipo investigador

Dr. Victor Ernesto Villagrán/ Facultad de Odontología, USAC  
Dr. Edgar Sanchez/ Facultad de Odontología, USAC  
Dr. Mario Castañeda/ Facultad de Odontología, USAC  
Dr. Juan Fernando Guerrero/ Facultad de Odontología, USAC  
Dr. Emilio Berthet/ Facultad de Odontología, USAC  
Dr. Juan Carlos Búcaro/ Facultad de Odontología, USAC  
Dr. Samuel Cohen, Programa Salud Bucodental, MSPAS.  
Dr. Carlos Roca, Programa Salud Bucodental, MSPAS.  
Dra. Lissette Vanegas, Programa Salud Bucodental, MSPAS.  
Dra. Wendy Saénz, Programa Salud Bucodental, MSPAS.  
Lic. Indira Marroquín, Laboratorio Nacional de Salud, MSPAS.  
Lic. Carolina Martínez, INCAP.  
Estudiantes EPS 2014 Facultad de Odontología, USAC.  
Odontólogos/os Programa Salud Bucodental, MSPAS .

# Agradecimiento

Apoyo técnico y financiero para el Estudio de Investigación a:

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud  
(OPS/OMS)



# Indice

Siglas y acrónimos.....	06
Resumen.....	07
Introducción.....	09
Antecedentes y plantamiento del problema.....	11
Justificación.....	13
Marco teórico.....	15
Fisiología de los Fluoruros.....	15
Funciones del Flúor en la estructura dentaria.....	15
Fluoruración de la Sal.....	15
Consumo Promedio de Sal en Guatemala.....	16
Caries Dental.....	16
Epidemiología de la Caries Dental en Guatemala.....	17
Yodo y Nutrición.....	18
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos.....	19
Hipótesis.....	19
Metodología.....	21
Diseño del Estudio.....	21
Ámbito del Estudio.....	21
Unidad de análisis.....	21
Población objeto de estudio.....	21
Marco muestral.....	21
Selección y Tamaño de la muestra.....	21
Criterios de inclusión exclusión.....	21
Operacionalización de variables.....	22
Recolección de datos.....	23
Metodología para el análisis de las muestras de sal.....	23
Presentación de resultados.....	25
Análisis y discusión de resultados.....	31
Conclusiones.....	35
Recomendaciones.....	37
Anexos.....	39
Procedimiento Analítico de Yodo.....	39
Diagrama de Flujo para Yodo.....	40
Metodología para el análisis de las muestras de sal.....	41
Diagrama de Flujo para Flúor.....	42
Bibliografía.....	43

# Siglas y acrónimos

MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
LNS	Laboratorio Nacional de Salud
DRPAP	Departamento de Regulación de los Programas de Atención a las Personas
CONASABU	Comisión Nacional Salud Bucal
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
INCAP	Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá
INE	Instituto Nacional de Estadística
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua



# Resumen

Concentración de Flúor y Yodo en Sal de Consumo Humano disponible en Mercados de la República de Guatemala. 2014 - 2015.

Comisión Nacional Salud Bucal (CONA-SABU). Es la instancia rectora en el país de la salud bucodental y está constituida por el Programa de Salud Bucodental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), Colegio Estomatológico y colaboradores como el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) y la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).

Esta investigación tuvo como objetivo principal establecer la concentración de flúor y yodo en la sal de consumo humano disponible en los mercados de la República de Guatemala. Se tomó como población objeto de estudio los mercados municipales y cantonales que venden productos de consumo diario. El personal seleccionado para recolectar las muestras en los mercados, fueron profesores y estudiantes que realizaron el Programa Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y odontólogos/os del MSPAS.

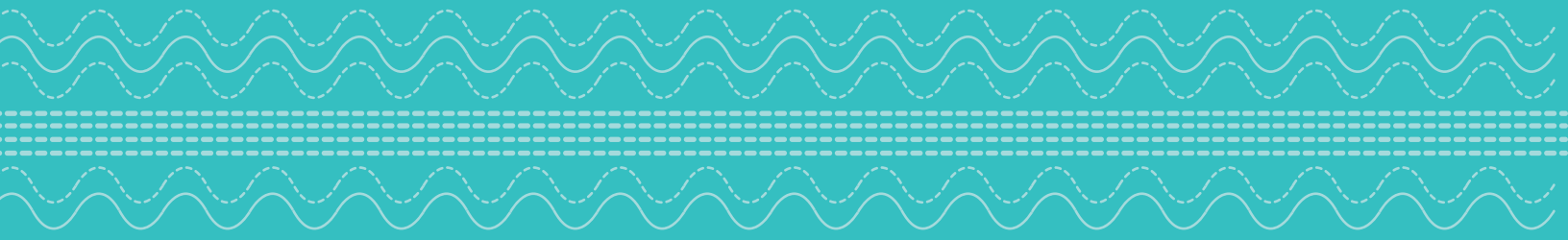
El análisis para la determinación de los niveles de fortificación se realizó en el Laboratorio Nacional de Salud (LNS) utilizando el método de “Determinación cuantitativa de flúor” (método potenciométrico FQAP140) y para yodo el método de “Determinación cuantitativa de yodo en sal fortificada con yodato” (FQAP103).

Se recolectaron y analizaron 277 muestras de sal de las cuales el 31.4% (87) no contaban con etiqueta, marca ni registro sanitario. Se identificaron 38 diferentes marcas de sal, incluyendo 4 originarias de México. La mediana de yodo fue de 16.4 mg/kg y para el flúor de 0.000 mg/kg demostrando una amplia variabilidad en los niveles de fortificación de ambos micronutrientes, especialmente para el flúor en donde prácticamente la fortificación es nula. El 37% de la sal analizada contiene niveles de yodo que se encuentran dentro de lo establecido en la norma, es decir, el 62% de la sal que se expende en los mercados no cumple con los requerimientos establecidos para yodo, destacando dentro de este grupo, un 15% de muestras a las que no se logró detectar ningún rastro del elemento.

En cuanto al flúor el escenario es aún peor, encontrando que el 97.5% (n=269) de las muestras analizadas, no contienen ningún rastro de flúor a pesar que desde el año 2004 está en vigencia el Acuerdo Gubernativo 29-2004 que obliga a la fortificación de la sal con este micronutriente.

De las 277 muestras de sal recolectadas en los mercados de la República de Guatemala, 270 (97.5%) no cumplen con la norma de fortificación con flúor. El 59% de las muestras de sal que presentaron registro sanitario del MSPAS no cumplen con la norma de fortificación para yodo.

# INTRODUCCIÓN



La CONASABU, con base en la Ley General de Enriquecimiento de los Alimentos, Decreto 44-92 del Congreso de la República y en el Acuerdo Gubernativo 29-2004, Reglamento para la fortificación de la sal con yodo y sal con yodo y flúor, diseñó e implementó la presente investigación con el objetivo de visualizar la situación actual de los programas de fortificación de la sal de consumo humano en el país, específicamente en lo relacionado a los niveles de yodo y flúor detectados en muestras de dicho alimento.

Con este propósito y tomando en cuenta que los mercados cantonales y municipales son puntos de venta de sal de amplia accesibilidad para grandes sectores de la población guatemalteca, se decidió utilizarlos como unidades de muestreo primarias, tomando como marco muestra la lista oficial de mercados registrados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

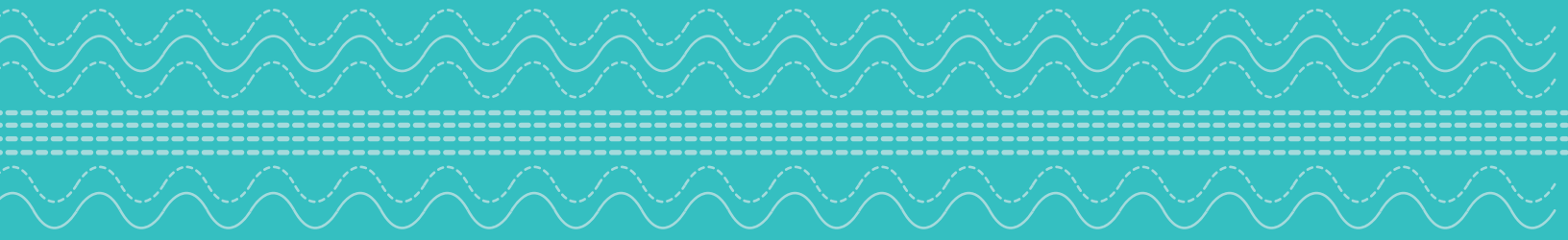
La información que se presenta en esta investigación se suma a una serie de evidencias a nivel nacional e internacional que fundamentan la necesidad de fortificar alimentos que, como la sal, sirven de fuente de micronutrientes como el yodo y flúor. En este sentido es importante señalar que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial, los Desórdenes por Deficiencia de Yodo (DDY) es la causa prevenible más importante de daño cerebral.

En relación con la caries dental y de acuerdo al último estudio a nivel nacional llevado a cabo también por la CONASABU entre 1999-2002 (1), se demostró que cada escolar guatemalteco a los 12 años presenta en promedio 5.68 (IC95% 5.26-6.10) piezas afectadas por caries, nivel considerado como “alto” según los criterios establecidos por la OMS. Este índice nos posiciona como uno de los países con mayores necesidades de respuesta en el tema de salud bucal a nivel de salud pública, definiéndonos como estadio emergente, comparativo con otros países.

El monitoreo de los niveles de fortificación de los alimentos exige la implementación sistemática de investigaciones que, como la presente, aporten elementos objetivos de análisis y de toma de decisiones para hacer efectivo el mandato constitucional que, en su artículo 94, ordena al Estado velar por la salud y asistencia social de todos los habitantes de Guatemala. (2)

# ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---



La caries dental es una enfermedad infecciosa multifactorial que constituye uno de los principales problemas de salud bucal en el mundo. El 60%-90% de los escolares de todo el mundo tienen caries dental. Afecta principalmente a los países de Asia y América Latina. Dentro de las actividades recomendadas por OMS está el impulsar los programas de fluoración, para mejorar el acceso a los fluoruros principalmente en los países de bajos ingresos. (3)

La prevención de enfermedades bucales es el principal objetivo de las instituciones que trabajan en salud pública. Se conoce científicamente que el consumo de flúor en una dosis adecuada previene el inicio y desarrollo de caries dental en las personas, basados en estas evidencias se implementaron regulaciones legales para fortificar la sal de consumo humano. (4-5)

En 1988 se suscribió un convenio tripartito entre la Municipalidad de Guatemala, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social con el objetivo de implementar la fluoruración del agua potable de la ciudad capital, específicamente en el sector que abastece la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA) implementándose a partir del 15 de febrero de 1989. (6)

En 1998 se evaluó la cantidad de fluoruro en los abastecimientos de agua de una muestra de escuelas ubicadas en la red de distribución de EMPAGUA encontrando niveles muy bajos (0.29mg/la 0.466 mg/l) lo que se considera insuficiente para un programa de prevención de caries dental. (7)

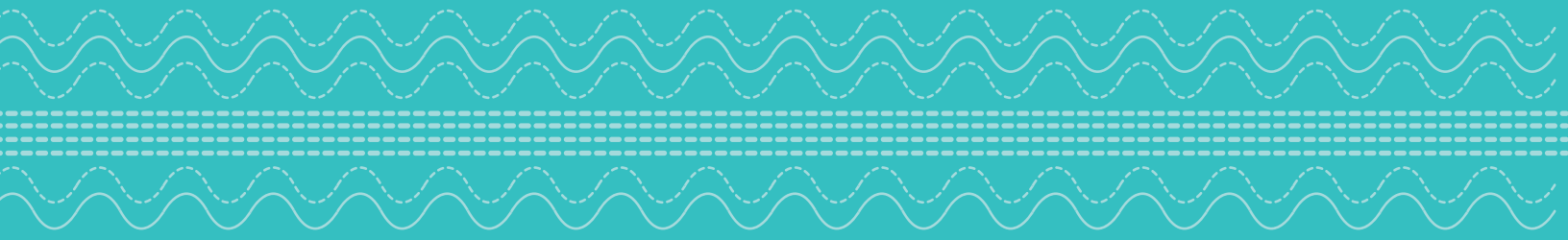
La Municipalidad de Guatemala decidió suspender el programa de fluoruración de agua debido, entre otras razones, a las deficiencias de las redes de distribución, además de el reducido ámbito de impacto en determinadas zonas de la ciudad capital, además de que se consideró que abundante evidencia científica que demuestra que en países con las características de desarrollo como Guatemala, la sal de consumo humano es el mejor vehículo para la incorporación de ión flúor además de una alternativa de mayor relación costo-efecto (8).

La población de Guatemala, está considerada entre las que presentan mayor morbilidad de caries dental en América Latina, lo que quedó evidenciado en los resultados del estudio basal de caries dental y fluorosis realizado entre 1999 y 2002 en el que se encontró un promedio de piezas dentarias cariadas, perdidas y obturadas de 5.68 (IC95% 5.26-6.10) que se considera alto, según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS). (1)

El Decreto 44-92 y el Acuerdo Gubernativo 29-2004 integran el marco legal que regulan la fortificación de la sal de consumo humano, ordenando a los productores y expendedores su cumplimiento de manera obligatoria. (9-10)

Derivado de lo anterior este estudio se planteó como principal interrogante de investigación: ¿Cuáles son los niveles de concentración de flúor y yodo en la sal de consumo humano disponible en los mercados municipales y cantonales de la República de Guatemala?

# JUSTIFICACIÓN



Las acciones de vigilancia epidemiológica deben incluir controles continuos y sistemáticos sobre los programas de fortificación de alimentos, recolectando información entre otros, de los niveles de micronutrientes incorporados. En este sentido, esta investigación tuvo como propósito principal establecer la concentración de flúor y yodo de la sal de consumo humano en los mercados de los distintos departamentos de la República de Guatemala, estimando la proporción de ese alimento que cumple con lo que establecen las normas sanitarias.

Se espera que los resultados de la presente investigación provean información que fortalezca las acciones de monitoreo y evaluación a cargo del departamento de regulación y control de alimentos de la dirección general de regulación, vigilancia y control de salud, del MSPAS.

Adicionalmente la evidencia generada puede apoyar la formulación de políticas y estrategias nacionales de salud, específicamente las relacionadas con la salud bucal y las enfermedades por DDDY, apoyando la toma de decisiones por parte de las autoridades correspondientes sobre la distribución y comercialización de la sal de consumo humano, así como la concientización de la población en relación al derecho al acceso de alimentos fortificados.

# MARCO TEÓRICO

The bottom of the page features a decorative border consisting of several horizontal lines. These lines are styled as wavy, dashed patterns, creating a rhythmic, wave-like effect across the width of the page.



Existen evidencias científicas que demuestran que la administración de flúor en dosis óptimas, reduce significativamente la prevalencia e incidencia de caries dental sin riesgo para la salud. Es bien conocida su capacidad para inhibir el inicio y progreso de la caries dental, así como para estimular la formación ósea.

El flúor es un elemento químico del grupo de los halógenos de la tabla periódica. Es un gas a temperatura ambiente, de color amarillo pálido siendo el más electronegativo y reactivo de todos los elementos. (11)

### **Fisiología de los fluoruros**

El fluoruro ingerido se absorbe a nivel del tracto gastrointestinal por simple difusión (estómago e intestino delgado). También es absorbido a través de los pulmones por el fluoruro que se encuentra en la atmósfera.

Una vez que fue absorbido pasa a la circulación sanguínea donde es transportado y distribuido a todo el organismo, especialmente en tejidos calcificados como huesos y dientes.

Se elimina principalmente en la orina a través de los riñones y en menor medida a través de sudor, heces y saliva. (12)

### **Funciones del flúor en la estructura dentaria**

El flúor reacciona con el calcio de la estructura dentaria y se forma fluoruro de calcio, este reacciona con los cristales del esmalte (hidroxiapatita), resultando un compuesto que aumenta la resistencia del esmalte (fluorhidroxiapatita). Además el flúor contribuye a la remineralización, ya que favorece el intercambio de iones de calcio y fosfato, esto se debe a que el flúor tiene carga negativa y el calcio y fosfato carga positiva. El flúor tiene acción antibacteriana atacando a las bacterias que colonizan la superficie de los dientes. (9)

### **Fluoruración de la sal**

La introducción de los productos con fluoruro ha jugado un papel significativo en la disminución dramática de la prevalencia y severidad de la caries dental en muchos lugares, sobre todo en los países desarrollados. El fluoruro actúa promoviendo la remineralización del esmalte, revirtiendo el proceso de la caries dental y adicionando iones de calcio y fosfato en la estructura de hidroxiapatita, además de incorporar fluoruro como fluorhidroxiapatita. (13)

La incorporación de fluoruros sistémicos al agua y la sal para consumo humano ha probado tener efectos beneficiosos para prevenir la caries dental en varios países de América y Europa. La fluoruración de la sal constituye un método seguro y efectivo para prevenir la caries dental.

El uso de sal fluorurada para prevenir la caries dental cuenta con el respaldo de investigaciones científicas, además de ser un procedimiento equitativo de salud pública que beneficia a todos por igual, independiente de la edad, el nivel socioeconómico o el acceso a los servicios de salud bucodental. La sal fluorurada es segura, efectiva y se utiliza en numerosos países permitiendo obtener los beneficios del fluoruro tanto tópico como sistémico para conservar la dentadura y reducir los gastos de atención odontológica. (14)

Estudios para evaluar la efectividad de la fluoruración de la sal demuestran que para el grupo de niños de 12 años el nivel de reducción de caries está entre 35% y 80%. (12,15)

Para el programa de fluoruración de sal, se debe estudiar la concentración natural del ión flúor en las fuentes de agua de consumo humano, para determinar la dosis óptima de flúor para cada comunidad. (14)

En 1964 se inició una investigación en cuatro comunidades rurales del departamento de Antioquia, Medellín, Colombia para comprobar la eficacia de la sal de cocina como otro vehículo para hacer llegar los beneficios del flúor a las personas. Los resultados confirman que la fluoruración de la sal de cocina, es un buen método de prevención de la caries dental. Se

trata de un método viable dado que la sal es un producto básico en la alimentación, de escaso costo y fácil de obtener. Cuando se utiliza fluoruro de calcio y fluoruro de sodio a través de la sal de cocina, se logra una similitud en la fuerza preventiva de la caries dental como cuando se administra flúor a través del agua de bebida, dicha prevención está en el orden de 60 a 65%.

Se determinó que una adición de 200 mg de ion flúor por kilogramo de sal, es la dosis óptima para lograr la prevención de la caries dental, sin riesgo de fluorosis.

Dado que la sal de cocina es un ingrediente básico en la alimentación, independientemente de los hábitos alimentarios y que es de fácil distribución, aún en zonas alejadas, se puede concluir que es el mejor vehículo para suministrar flúor. (16)

## Consumo promedio de sal en Guatemala

En la Encuesta Nacional de Micronutrientes en Guatemala realizada en el año 1995, se investigó el consumo diario de sal por persona, el cual se estimó en 10.8 gramos. Se encontró una diferencia importante del consumo de sal entre las regiones del país, evidenciando que en el Departamento de Guatemala se consumen 9 gramos diarios y en el resto del país 11 gramos. (17)

Otros estudios realizados acerca del consumo de sal en la región central de Guatemala, demostraron que el consumo por persona independientemente de la condición urbana o rural de los hogares, es de 10.22 gramos diarios. (18)

## Caries dental

La caries dental es una de las enfermedades infecciosas crónicas de mayor prevalencia en el hombre. Por ser un padecimiento multifactorial, dinámico, silencioso y progresivo todas las personas en mayor o menor grado están en riesgo de padecerla. Esta enfermedad se considera como uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial. ha sido definida como la destrucción localizada de los tejidos duros del diente, por la acción bacteriana. (19)

Puede afectar a los niños desde una edad muy temprana y con seguridad causará daño a la mayoría de las personas en la adolescencia y durante la adultez.

La caries dental es una enfermedad multifactorial de etiología compleja. La causa principal de la caries dental es la producción de ácidos por parte de las bacterias, a partir del metabolismo de los azúcares y carbohidratos de la dieta, en la interfaz entre la placa dental residual y la superficie dental susceptible. (20)

Cuando el proceso de la caries dental afecta la corona del diente, inicialmente hay una zona “sub-superficial” desmineralizada por debajo de la superficie del esmalte intacto, que se conoce como lesión de caries en estadio temprano, estas lesiones pueden detenerse y revertirse mediante la remineralización. (13)

Se acepta que los principales factores de riesgo de la caries dental son la presencia de superficies dentales susceptibles, bacterias productoras de ácido, incluyendo el *Streptococcus mutans*, ingesta frecuente de azúcares, disminución de la función salivar, mala higiene oral, experiencia de caries, exposición inadecuada al fluoruro, acceso limitado al cuidado dental y bajo nivel socioeconómico. (13)

Los efectos de las enfermedades bucodentales en términos de dolor, sufrimiento, deterioro

funcional y disminución de la calidad de vida son considerables y costosos. Se estima que el tratamiento representa entre el 5% y el 10% del gasto sanitario de los países industrializados, y está por encima de los recursos de muchos países. Es probable que la caries dental aumente en muchos países en desarrollo, sobre todo debido al creciente consumo de azúcares y a una exposición insuficiente al flúor, además el acceso a atención sanitaria bucodental es limitado; a menudo los dientes o no se tratan o son extraídos. Por otro lado, si bien ha habido cierto avance en la reducción de la caries dental entre la población joven de los países desarrollados, para muchas personas mayores ésta sigue siendo una de las principales fuentes de dolor y mala salud.

## Epidemiología de la caries dental en Guatemala

En Guatemala, la caries dental plantea un grave problema de salud pública. Afecta a más del 99% de la población. La información epidemiológica existente en el país ha evidenciado que esta enfermedad es el principal problema de salud bucal de la población escolar y los estratos más jóvenes. (21)

En 1987 se realizó una encuesta nacional sobre salud bucal en los escolares de Guatemala con una muestra de 482 niños de 6 a 13 años de edad, en 49 escuelas nacionales. Los resultados encontraron que el 97.1 % de la población escolar presentó lesiones de caries dental. El promedio del índice cpo-D fue de  $10.08 \pm 4.67$ . (22)

Con respecto a la prevalencia de fluorosis dental se encontró que el 84.91% (IC95% 81.8-88.0) de los niños y adolescentes de 12 y 15 años de las cinco zonas de vida investigadas en Guatemala, se encuentran en el rango normal según los criterios del Índice de Fluorosis de Dean, lo que demuestra que se puede fortificar

la sal de consumo humano con flúor sin riesgo para la salud de la mayoría de la población.

Las mediciones de la concentración de fluoruro en el agua de bebida realizadas en la mayoría de las cabeceras municipales y poblados principales, indican que existe deficiencia de este micro nutriente en la dieta del guatemalteco. (23)

La mayoría de las mediciones efectuadas se encuentran entre 0.00 a 0.30 mg/L del ion. Algunas fuentes de agua, especialmente varias localizadas en el área nor-oriental del país (El Progreso, Zacapa e Izabal) proveen agua que contiene fluoruro en una concentración óptima o supraóptima, asociado con presencia de fluorosis dental. (20)

En síntesis, las condiciones de salud bucal en Guatemala en lo relacionado con caries dental reflejan un problema endémico, destructivo y de alta prevalencia cuyas perspectivas son de mantenerse o incrementarse.

Además, sus manifestaciones clínicas no sólo son de interés estético, ya que generalmente están asociadas con dolor e infección y cuando hay pérdida de piezas dentales suele haber dificultad para alimentarse adecuadamente, deformaciones, dificultad para hablar y en algunos casos pueden manifestarse problemas psicológicos tales como ansiedad y baja autoestima. (24)

En octubre de 1982 se celebró la Conferencia Internacional sobre Fluoruros, en Viena, convocada por la OMS y la Federación Dental Internacional (FDI). En este cónclave se propuso, además del agua, implementar la fluoruración de la sal de consumo humano, teniendo en cuenta que esta medida disminuye los costos e incrementa la cobertura de la población beneficiada. (25)

En investigaciones realizadas en otros países como Suiza, Hungría, Colombia, México, Costa Rica y Jamaica se ha demostrado que la sal como vehículo para el suministro masivo de flúor ha logrado disminuir hasta un 60% el nivel de caries dental. (26)

## Yodo y nutrición

El yodo es un componente esencial, está presente en el cuerpo humano en cantidades mínimas, mayormente en la glándula tiroides. La deficiencia de yodo es el mayor problema de salud pública en el mundo, especialmente en niños y mujeres embarazadas, representando muchas veces una amenaza significativa para el desarrollo social y económico.

Las consecuencias de la deficiencia de yodo afecta al ser humano en todos los ciclos de su vida y se conocen como Desórdenes por Deficiencia de Yodo (IDD) y dentro de ellos se pueden mencionar el aletargamiento físico y mental, cansancio, reducción del intelecto, y si esta deficiencia ocurre durante la gestación y la infancia puede producirse daño cerebral, retraso mental permanente, sordomudez y cretinismo. Otro signo de la deficiencia crónica de yodo es el agrandamiento de la glándula tiroides, conocido como bocio o güegüecho. La consecuencia con mayores repercusiones es el retraso mental irreversible, actualmente es la causa de deterioro cognitivo que se puede prevenir. (27)

Estudios realizados en diferentes regiones del mundo en donde existe deficiencia severa de yodo evidenciaron la pérdida de hasta 13.5

puntos del coeficiente intelectual de las poblaciones afectadas. Esta deficiencia mental afecta la capacidad de aprendizaje, salud materna, calidad de vida en las comunidades y pérdida de productividad (28). Se han realizado estudios en niños escolares en donde se ha evidenciado que mejorando el estado nutricional de yodo y determina el rendimiento mental en la población que fue deficiente de yodo. (29)

La fortificación universal de la sal con yodo, o sea la sal para consumo humano directo o la industria de alimentos y la sal para consumo animal; es la estrategia recomendada por la Organización Mundial de la Salud para corregir la deficiencia de yodo en la población. (30)

Con base en esta recomendación, Guatemala inició el programa de fortificación de la sal con yodo en 1959; en 1967 logró ser uno de los primeros países en el mundo en desarrollo en controlar la deficiencia de yodo por medio de la yodación universal de la sal. Lamentablemente el programa no ha sido exitoso y a pesar de mostrar mejoría, todavía se deben hacer grandes esfuerzos para asegurar que la sal llegue adecuadamente yodada a la población, sobre todo si se toma conciencia que es la única fuente alimenticia de yodo.

# Objetivos

## Objetivo general

Establecer la concentración de flúor y yodo en la sal de consumo humano disponible en los mercados de la República de Guatemala.

## Objetivos específicos

1. Determinar la concentración del flúor en muestras de sal de consumo humano
2. Determinar la concentración de yodo en muestras de sal de consumo humano
3. Estimar la proporción de muestras de sal de consumo humano que cumple con el reglamento para la fortificación de la sal con yodo y sal con yodo y flúor, según departamento y municipio

# Hipótesis

El 5% de la sal disponible en los mercados municipales y cantonales de la República de Guatemala cumple con la concentración de flúor que establece el reglamento para la fortificación de la sal con yodo y sal con yodo y flúor.

# METODOLOGÍA



## Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal.

## Ámbito del estudio

Los lugares en donde se tomaron las muestras de sal de consumo humano corresponden al listado de los mercados del Directorio Nacional de Empresas y Locales (DINEL) del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el listado de los mercados de los departamentos de Retalhuleu y Suchitepequez.

## Unidad de análisis

Sal de consumo humano disponible en los mercados municipales y cantonales.

## Población objeto de estudio

Se tomó como población objeto de estudio los mercados municipales y cantonales de la República de Guatemala que cuentan con comercios al por menor de productos varios, de consumo diario y de granos básicos.

## Marco muestral

Está constituido por el listado de mercados de la República de Guatemala registrados en el Directorio Nacional de Empresas y Locales (DINEL) del Instituto Nacional de Estadística (INE) y en el caso de Retalhuleu y Suchitepequez por el listado de mercados municipales.

## Selección y tamaño de la muestra

Se seleccionó una muestra probabilística, estratificada con afijación proporcional.

El tamaño de muestra final fue de 131 mercados, con una precisión de las estimaciones de 6%, y nivel de confianza del 95%.

Para efectuar la compra de sal en cada mercado se solicitó a la autoridad administrativa del mismo una lista de los locales que expenden productos varios y granos básicos. Se seleccionó 4 puestos de venta de manera aleatoria para recolectar finalmente la sal en cada uno de ellos. Se instruyó a los recolectores a comprar tanto muestras empacadas como sin empaque. Se compró la sal de mayor frecuencia en venta según la referencia de la persona que despacha el producto.

## Criterios de inclusión y exclusión

### Criterios de inclusión

- Muestras de sal selladas con marcas comerciales
- Muestras de sal empacadas manualmente que procedan de sacos con marcas comerciales
- Muestras de sal empacadas manualmente sin marcas comerciales

### Criterios de exclusión

- Muestras de la misma marca en un mismo mercado

## Operacionalización de variables

Variables	Definición	Operacional	Indicador y valor del indicador	Tipo de variable	Escala de medición
Ubicación geográfica	Área geográfica de la República de Guatemala	El nombre del departamento y municipio al que pertenece la muestra	Departamento: Guatemala, Jalapa, etc.	Cualitativa	Nominal
			Municipio	Cualitativa	Nominal
			Nombre del mercado	Cualitativa	Nominal
			Nombre del establecimiento	Cualitativa	Nominal
Concentración de flúor en sal	Cantidad ión flúor por kilogramo de sal	Cantidad ión flúor por kilogramo de sal detectado por el método del electrodo específico	mg ión flúor/Kg de sal ppm	Cuantitativa	Razón
Características de producto	Características que permiten identificar el contenido la seguridad del mismo y la empresa que lo fabrica así como su vencimiento	Características que permiten identificar el contenido la seguridad del mismo y la empresa que lo fabrica así como su vencimiento	Información en la etiqueta que indica la concentración de yodo y flúor	Cualitativa	Nominal
			Marca comercial	Cualitativa	Nominal
				Cualitativa	Nominal
			Fecha de vencimiento	Cualitativa	Nominal
			Registro sanitario	Cualitativa	Nominal
			No de lote	Cualitativa	Nominal
			Sello de garantía	Cualitativa	Nominal
			Tipo de cierre: sellado; amarrado	Cualitativa	Nominal
			Humedad a la vista: si/no	Cualitativa	Nominal
			Contaminantes a la vista: si/no	Cualitativa	Nominal
			Peso en mg.	Cuantitativa	Razón
País de procedencia	Cualitativa	Nominal			
Nombre de empresa	Identifica una razón social	El nombre de la empresa que produce la sal recolectada	Nombre de la empresa	Cualitativa	Nominal



## Recolección de datos

Una vez determinada la cantidad de mercados de acuerdo a la muestra representativa de cada departamento, las personas encargadas de recolectar las muestras recibieron una capacitación para posteriormente recolectar las muestras, de acuerdo al siguiente procedimiento:

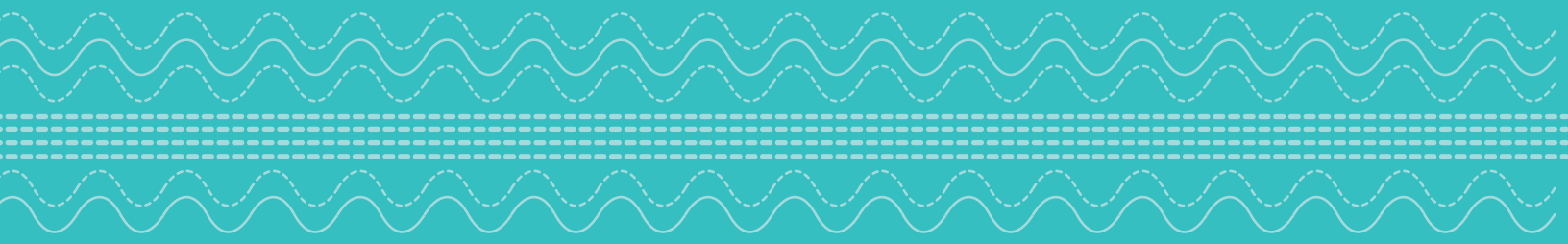
- A. El personal seleccionado para comprar las muestras en los mercados registrados de la República de Guatemala fueron profesores y estudiantes que realizaron el Programa Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y el personal del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- B. De cada mercado se seleccionaron aleatoriamente cuatro ( $n=4$ ) locales para comprar la muestra de sal. Para escoger los locales, la persona encargada de recolectar las muestras colocó en una bolsa o recipiente papeles numerados con el nombre y número de todos los locales del listado. Al azar se seleccionaron 4 de ellos los cuales correspondían a los expendios donde se realizó la compra del producto.
- C. Las personas encargadas de recolectar las muestras llenaron una boleta de recolección de datos en la que se consignaron las características de la sal adquirida. A cada muestra de sal se le colocó una etiqueta con la misma información que consignaron en la boleta arriba descrita, así como un código numérico único.
- D. Los profesores y estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), entregaron las muestras de sal al Área de Odontología Sociopreventiva (OSP). El personal del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) entregó las muestras de sal a la sede del Programa Nacional de Salud Bucal (PNSB) en el Departamento de Regulación de los Programas de Atención a las Personas (DRPAP) del MSPAS.

Finalmente, el Programa Nacional de Salud Bucal trasladó la totalidad de las muestras al Laboratorio Nacional de Salud para el análisis respectivo.

## Metodología para el análisis de las muestras de sal

El análisis para la determinación de los niveles de fortificación se realizó en el Laboratorio Nacional de Salud utilizando el método de “Determinación Cuantitativa de Flúor” (método potenciométrico FQAP140) y para yodo el método de FQAP103.

# PRESENTACION DE RESULTADOS

The bottom of the page features a decorative border consisting of multiple horizontal lines. These lines are styled as wavy, dashed patterns in a light teal color, creating a rhythmic, wave-like effect across the width of the page.

Se recolectaron y analizaron 277 muestras de sal de las cuales el 31.4% (87) no contaban con etiqueta, marca ni registro sanitario. Se identificaron 38 diferentes marcas de sal, incluyendo 4 originarias de México.

En las muestras de sal que presentaron etiqueta se encontró que el 60.1% (104) declaran contener niveles de yodo que oscilan entre 20 a 100 mg/kg. En el caso del flúor, solamente 11% de las muestras cuentan con declaración de fortificación en la etiqueta, variando los valores entre 175 a 915 mg/kg.

Las condiciones en que se encontraron las muestras de sal al momento de la compra en el mercado se evaluaron a través del registro de variables subjetivas como: humedad a la vista, contaminantes a la vista y tipo de cierre del empaque. Estas variables fueron registradas en 173 muestras (62.4%). Los resultados se presentan las Tablas 1 a 3.

**Tabla 1. Presencia de humedad a la vista**

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	si	131	75.7
	no	42	24.3
	Total	173	100.0

**Tabla 2. Presencia de contaminantes a la vista**

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	si	119	68.8
	no	54	31.2
	Total	173	100.0

**Tabla 3. Tipo de empaque**

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Sellado	109	63.0
	Amarrado	64	37.0
	Total	173	100.0

Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre el peso declarado en la etiqueta y el registrado en la balanza del laboratorio, se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Peso declarado en etiqueta vrs. en balanza**

		Peso en Etiqueta en gramos	Peso en balanza (gr)
N	Válido	107	173
	Mediana	400.0	412.0
	Mínimo	230.0	235
	Máximo	1000.0	1022

Fuente: Elaboración propia.

La normalidad de las principales variables de estudio (yodo y flúor en mg/kg) se analizaron aplicando la prueba de Kolgomorov-Smirnov, buscando demostrar si se aproximan a la distribución normal. Ninguna de las dos variables demostró seguir este tipo de distribución ( $p=0.000$ ).

La mediana de yodo fue de 16.4 mg/kg y para el flúor de 0.000 mg/kg demostrando una amplia variabilidad en los niveles de fortificación de ambos micronutrientes, especialmente para el flúor en donde prácticamente la fortificación es nula en más del 75% de la sal analizada.

**Tabla 5. Niveles de fortificación con yodo y flúor (mg/kg) en las muestras de sal analizadas Laboratorio Nacional de Salud (LNS)**

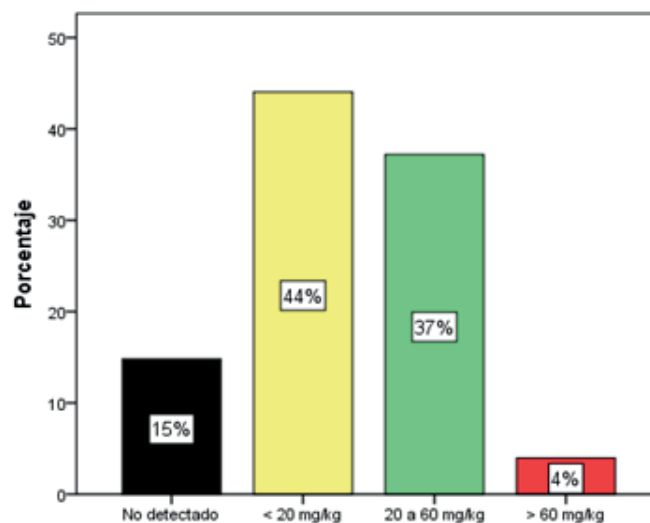
		Nivel de Yodo en LNS	Nivel de flúor en LNS
N	Válido	277	277
Mediana		16.4200	0.0000
Percentiles	25	7.1500	0.0000
	50	16.4200	0.0000
	75	29.4300	3.3250

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la norma aprobada, los niveles de fortificación de sal con yodo para consumo humano deben encontrarse entre 20 y 60 mg/kg.

La distribución porcentual de las muestras analizadas de acuerdo a estos puntos de corte se observan en la siguiente gráfica:

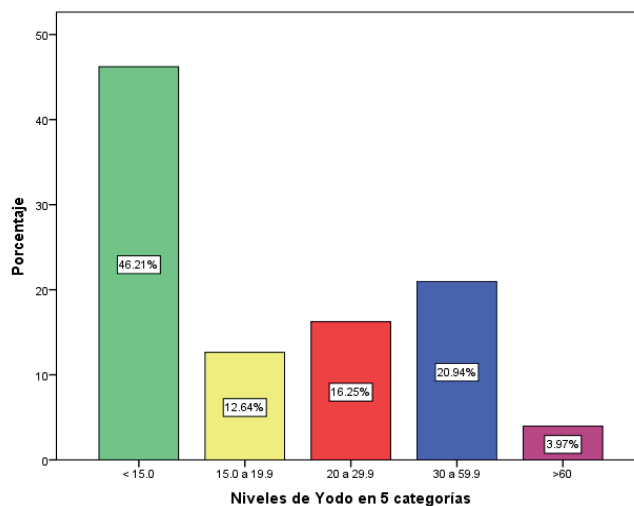
Gráfico 1. Distribución de muestras de sal según puntos de corte para yodo



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, únicamente el 37% de la sal analizada contiene niveles de yodo que se encuentran dentro de lo establecido en la norma, es decir, el 62% de la sal que se expende en los mercados no cumple con los requerimientos establecidos, destacando dentro de este grupo, un 15% de muestras a las que no se logró detectar ningún rastro del elemento.

Gráfico 2. Distribución de muestras de sal según 5 puntos de corte para yodo



Fuente: Elaboración propia.

Al utilizar cinco puntos de corte para yodo, se presenta un grupo cercano al límite inferior de la norma (15.0 a 19.9) que representa el 12.6%, manteniéndose como grupo mayoritario la categoría extrema inferior que incluye a las muestras no detectadas. Estos puntos de corte pueden utilizarse como comparación con estudios anteriores en los que se consideró que niveles por arriba de 15 mg/kg son de importancia en salud.

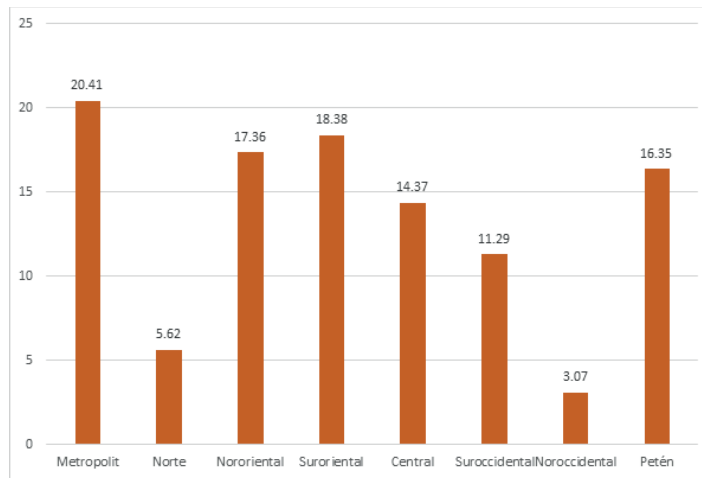
A nivel de regiones del país, la situación de los niveles de yodo en la sal expandida en los mercados de Guatemala, se puede apreciar en la siguiente tabla y gráfica:

Tabla 6. Valores medianos de yodo (mg/kg) en sal de mercados según regiones de Guatemala

Regiones								
	Metropolitana	Norte	Nororiental	Suroriental	Central	Suroccidental	Noroccidental	Petén
Nivel Yodo	20.41	5.62	17.36	18.38	14.37	11.29	3.07	16.35

Fuente: Elaboración propia.

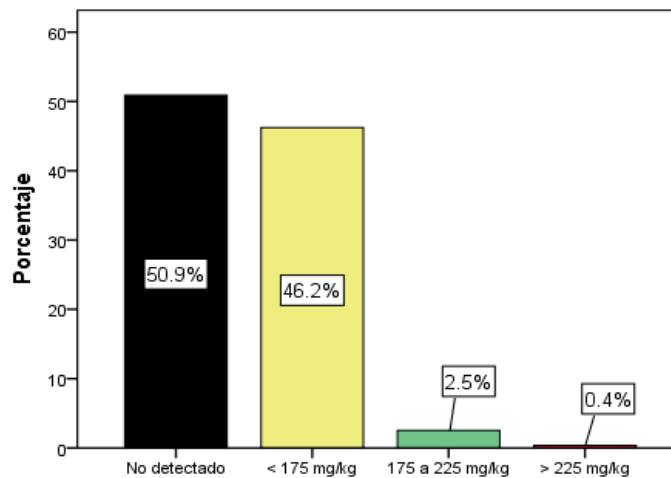
Gráfico 3. Niveles medianos de yodo en sal (mg/kg) por regiones de Guatemala



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al flúor, la situación es aún peor ya que únicamente el 2.5% de las muestras analizadas presentaron niveles dentro lo establecido en la norma (175 a 225 mg/kg). La situación se describe en el siguiente gráfico:

Gráfico 4. Distribución de muestras de sal según puntos de corte para flúor



Fuente: Elaboración propia.

Los niveles medianos de fortificación de la sal con flúor de acuerdo a la regionalización del país se aprecian en la tabla siguiente:

**Tabla 7. Valores medianos de flúor (mg/kg) en sal de mercados según regiones de Guatemala**

<b>Regiones</b>								
	Metropoli- tana	Norte	Nororiental	Suroriental	Central	Suroccidental	Noroccidental	Petén
Nivel Flúor	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08

Fuente: Elaboración propia.

Tanto para el Yodo como para el flúor, los resultados fueron reagrupados en 3 categorías: “no cumple por defecto”, “cumple la norma” y “no cumple por exceso”.

Al realizar el análisis bivariado de las muestras de sal con registro sanitario en la etiqueta, según las categorías antes mencionadas, se encontró que el 58.6% de la sal que presenta dicho registro, no cumple con la norma para yodo y el 96.7% no cumple con la norma para flúor, lo cual evidencia la necesidad de un mayor monitoreo y control en la adjudicación y uso de los registros sanitarios.

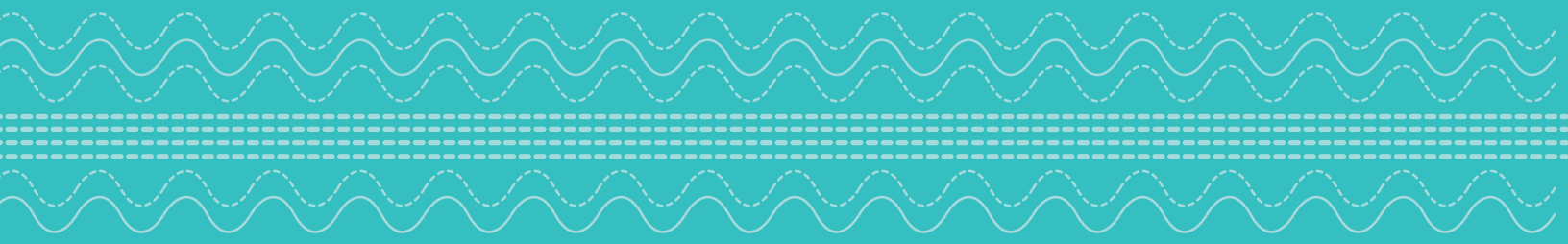
Por otro lado, es importante señalar que las nueve muestras de sal cuyo origen de producción es México, presentan valores medianos superiores a las muestras nacionales tanto para yodo como para flúor, como puede apreciarse en la tabla 8

**Tabla 8. Comparación de niveles de fortificación con yodo y flúor en muestras de sal producidas en Guatemala y México (de venta en Guatemala)**

País de origen			Nivel de Yodo	Nivel de Flúor
Guatemala	N	Válido	268	268
	Mediana		16.2900	0.0000
	Mínimo		0.00	0.00
	Máximo		216.75	213.35
México	N	Válido	9	9
	Mediana		30.6500	140.7600
	Mínimo		0.00	0.00
	Máximo		59.24	234.11

Fuente: Elaboración propia.

# ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS





El objetivo principal de este estudio fue describir los niveles de fortificación con yodo y flúor, de la sal que se expende en los principales mercados de Guatemala. La recolección de las muestras de sal se realizó bajo un diseño de muestreo probabilístico bietápico tomando como marco muestral el registro oficial de mercados municipales y cantonales del INE. La recolección de las muestras de sal en los mercados estuvo a cargo de profesores y estudiantes de último año de la Facultad de Odontología del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la USAC y de profesionales odontólogos del MSPAS. El análisis para la determinación de los niveles de fortificación se realizó en el LNS utilizando el método FQAP140 y FQAP103.

El análisis descriptivo de los niveles de yodo y flúor identificó una alta variabilidad de los datos encontrando porcentajes de variación de 103% y 291% respectivamente. Se confirmó la ausencia de normalidad en la distribución de los datos ( $p=0.000$ ), por lo que se reportan los valores medianos antes que las medias aritméticas.

De las 277 muestras de sal analizadas, se identificó yodo dentro de los rangos de la norma (20 a 60 mg/kg) solamente en el 37% de ellas. El valor mediano de yodo fue de 16.42 mg/kg. Este hallazgo delinea un panorama desalentador en cuanto a los niveles del micronutriente que efectivamente está consumiendo la población guatemalteca. En este sentido es importante subrayar que el 60% de las muestras de sal recolectadas presentan etiquetas en las que declaran que el producto contiene yodo dentro de los límites permitidos, sin embargo, la evi-

dencia encontrada demuestra que cerca de la mitad de la sal que cuenta con etiqueta y marca comercial, no cumple con la norma establecida. Por otra parte, es importante señalar que 59% de la sal recolectada presenta en la etiqueta un número de registro sanitario, sin embargo, no cumple con los valores de fortificación de yodo, lo cual conduce a suponer un uso discrecional de dichos registros por parte de productores o distribuidores fuera del control del MSPAS. Con respecto al tipo de incumplimiento de la norma para yodo, se encontró que 6 de cada 10 muestras (60%) no cumplen por encontrarse por debajo del valor mínimo esperado; es más, en el 15% de las muestras ( $n=41$ ) no fue posible identificar ningún rastro. En el otro extremo, el 4% ( $n=11$ ) de la sal recolectada presentó valores de yodo superiores al límite máximo establecido.

En cuanto al flúor el escenario es aún peor, encontrando que el 97% ( $n=269$ ) de las muestras analizadas, no contienen ningún rastro de flúor a pesar que desde el año 2004 está en vigencia el Acuerdo Gubernativo 29-2004 que obliga a la fortificación de la sal con este micronutriente. Llama la atención que los resultados positivos para flúor se encontraron principalmente en las muestras de sal provenientes de México con un valor mediano de fortificación de 117.3 mg/kg. En el caso de las muestras provenientes de Guatemala, en 9 de cada 10 que presentan registro sanitario en su etiqueta, no fue posible detectar algún nivel de flúor, confirmando la apreciación en cuanto al uso irregular de estos registros.

En 173 muestras (62.5%) se registraron variables relacionadas con la calidad macroscópica

de la sal por observación simple, encontrando que la bolsa plástica que contiene el producto presentó un tipo de cierre “amarrado” en 4 de cada 10 muestras, representando un evidente peligro en cuanto a la contaminación desde su empaque hasta llegar al consumidor final. La presencia de humedad (gotas de agua) dentro o fuera de la bolsa se detectó en el 75% (n=131) de éstas, así como contaminantes como cenizas, arena y otros, en 119 bolsas (69%). La región Metropolitana (Guatemala) es la única que en términos de valores medianos de yodo (20.4 mg/kg), cumple con la norma establecida.

Estos resultados obligan a la reflexión y análisis sobre el real impacto que estos programas están causando en la población guatemalteca. Es importante destacar que no hay ningún alimento en la dieta de la población guatemalteca que sea fuente de flúor y yodo, por lo que la sal adecuadamente fortificada es el único que lleva dichos micronutrientes. Es por ello que, a nivel global, la OMS ha promovido la fortificación de la sal con flúor y yodo, como la mejor estrategia costo-efectiva para hacer frente a los problemas de caries dental y DDY respectivamente.

A pesar de la gran cantidad de evidencia científica que demuestra que la fluorización de la sal es la medida preventiva masiva más económica, de mayor cobertura, y de fácil control técnico para la prevención de la caries dental, en Guatemala no se cumple con el Acuerdo Gubernativo 29-2004. En este sentido, es importante considerar también que en los países como el nuestro, en los que la producción y comercialización de la sal no es centralizada, el control de los programas de fortificación es difícil. (31)

Lo anterior se ve reflejado en los hallazgos de la presente investigación en la que se identificaron 38 diferentes marcas de sal correspondiendo al 68% de las muestras, lo que implica que más del 30% de la sal que consumen los guatemaltecos a través de los mercados municipales y cantonales, no cuentan con etiqueta ni regis-

tro sanitario que la identifique. Con respecto a la fluorización, se debe insistir que las estimaciones de costo/efectividad en diferentes experiencias alrededor del mundo indican que los porcentajes de reducción de la prevalencia de caries dental en niños de 12 se encuentran entre 84% (Jamaica), 73% (Costa Rica) y 40% (Uruguay), con un costo promedio de US. 0.06 per cápita al año (32). En cuanto a los riesgos de fluorosis dental derivado de la implementación de este tipo de programas, se considera que la prevalencia de manifestaciones muy leves o leves no sobrepasa el 17% como proporción esperada (33), especialmente en países como Guatemala en el que solamente el 5% de las fuentes de agua investigadas poseen valores óptimos o supra óptimos de flúor. (34)

Por otro lado los bajos niveles de fortificación encontrados en este estudio pueden relacionarse, entre otros factores, con una inadecuada interpretación del reglamento arriba citado el cual, en sus artículos 2 inciso (c) y el artículo 9, establece que el uso de sal para consumo humano que no requiere flúor sino únicamente yodo, se permite comercializar solamente en aquellas regiones del país, en donde los estudios epidemiológicos del MSPAS, demuestren que existe riesgo a la salud de sus habitantes, aspecto que no se ha tomado en cuenta, autorizándose la comercialización de sal solo con yodo en todo el país.

También es importante considerar que la legislación vigente hace referencia a los niveles de yodo y flúor que debe contener la sal en forma de intervalos en donde se especifican niveles mínimos y máximos de dichos micronutrientes, sin embargo, a la luz de los resultados presentados, es evidente que tanto productores como fortificadores toman como valor de referencia el nivel mínimo (flúor: 175 mg/kg y yodo: 20 mg/kg) para este proceso. La utilización de los valores mínimos como meta a alcanzar sin tomar en cuenta los altos porcentajes de variación, provoca que un alto porcentaje de las muestras incumplan con el rango establecido por la ley.

Adicionalmente, es importante señalar que a pesar de que existe una reglamentación técnica centroamericana para el etiquetado general y nutricional de alimentos (35,36), el cual especifica los lineamientos necesarios para su comercialización; se observó que el 31% de las muestras adquiridas no contaban con marca, ni registro sanitario y sin ningún tipo de etiqueta. Es evidente que no sólo no se cumple con lo establecido en la Ley de Fortificación de Alimentos sino que tampoco con el reglamento antes mencionado.

Con los resultados observados se puede inferir que en la mayoría de los casos, el proceso de fortificación de la sal no cuenta con los controles requeridos, además de que en la mayoría de los casos, no es un proceso caracterizado y sistematizado que asegure una fortificación adecuada, por lo que es importante que se trabaje con productores y/o fortificadores a fin de que implementen de forma sistemática y continua el proceso de control y aseguramiento de la calidad en la fortificación de la sal con yodo y sal con yodo y flúor.

Por otro lado es evidente que el sistema oficial de monitoreo regulatorio es débil, por lo que debe mejorarse y fortalecerse tanto a nivel del marco legal, como de los recursos humanos y financieros, con el propósito de alcanzar cobertura nacional. Ello implica realizar un trabajo coordinado interministerial, instancia que ya se define en el Acuerdo Ley 44-92, Ley General para la Fortificación de Alimentos.

Otro factor limitante que se ha podido evidenciar para la realización del monitoreo regulatorio, es la falta de un sistema de muestreo adecuado para generar información que permita tomar decisiones oportunas y correctas.

Tampoco se cuenta con procedimientos estandarizados, escritos y aprobados para realizar el monitoreo, los que deben incluir, el procedimiento de toma de muestra, la selección del lugar de muestreo, el sistema de codificación, la manipulación, envío y transporte de las muestras, entre otros.

Es de resaltar que se detectaron varias marcas de sal adquiridas en los mercados municipales y cantonales, que no se encuentran registradas lo que puede estar relacionado en parte con el tema de contrabando de sal desde México y con el uso ilegal de marcas comerciales, sin embargo, tal como se apuntó anteriormente, algunas de estas marcas no registradas presentaron mayores niveles de fortificación y cumplimiento, comparadas con las nacionales.

También es importante diseñar una campaña de información a la población sobre la importancia de consumir sal debidamente fortificada, empacada, etiquetada y con registro sanitario, para que la demanda de sal de calidad sea considerada como un derecho a cumplir.

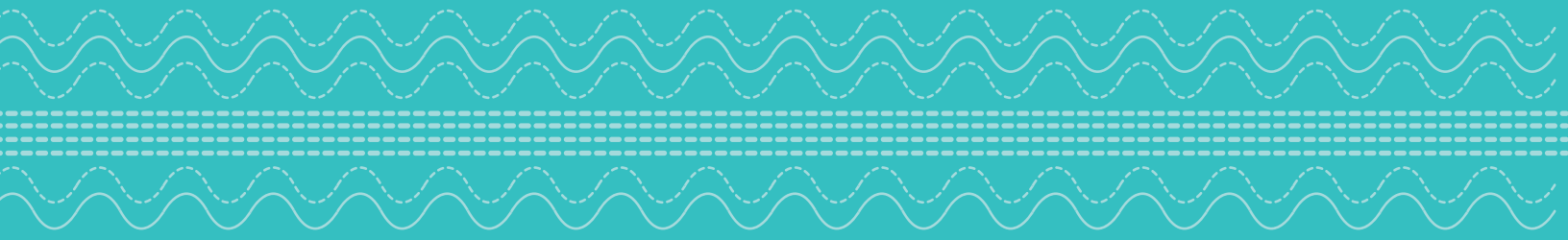
Finalmente es necesario afirmar que el incumplimiento de este reglamento está poniendo en riesgo la salud de la población, tanto a nivel de altos índices de prevalencia de caries dental como de la deficiencia de yodo, afectando las capacidades físicas y mentales entre otros padecimientos. Estas capacidades reducidas inciden directamente en la productividad y competitividad de los individuos y por lo tanto en el desarrollo de la familia y la sociedad guatemalteca.

# CONCLUSIONES



1. De las 277 muestras de sal recolectadas en los mercados de la República de Guatemala, 270 (97.5%) no cumplen con la norma de fortificación con flúor (Acuerdo Gubernativo 29-2004).
2. El número de muestras de sal que cumplen con la norma de fortificación con flúor (175 a 225 mg/Kg) es de 7 lo que representa el 2.5%.
3. En el 50.9% de las muestras de sal analizadas no se detectó ningún rastro de flúor.
4. El 96.7% de las muestras de sal con registro sanitario del MSPAS, no cumple con la norma de fortificación para flúor.
5. El 59% de las muestras de sal que presentaron registro sanitario del MSPAS no cumplen con la norma de fortificación para yodo.
6. Las nueve muestras de sal producidas en México, presentan valores medianos superiores a las muestras guatemaltecas, tanto para yodo como para flúor.
7. El 60% de las muestras de sal recolectadas no cumplen con la norma de fortificación para yodo por encontrarse por debajo del valor mínimo esperado (Acuerdo Gubernativo 29-2004).
8. De las 277 muestras de sal analizadas solamente 37% se encontró yodo dentro de los rangos de la norma (20 a 60 mg/kg).
9. En el 15% de las muestras de sal (n=41), no fue posible encontrar ningún rastro de yodo.
10. En el 4% de las muestras de sal (n=11), se encontraron valores superiores al límite máximo de yodo establecido en la norma (Acuerdo Gubernativo 29-2004).
11. De las 277 muestras de sal analizadas, 87 (31.4%) no contaban con etiqueta, marca ni registro sanitario.
12. Se identificaron 38 marcas de sal, incluyendo 4 producidas en México.
13. Después de 11 años de vigencia del Acuerdo Gubernativo 29-2004 aún no se cumple con las normas de fortificación establecidas.

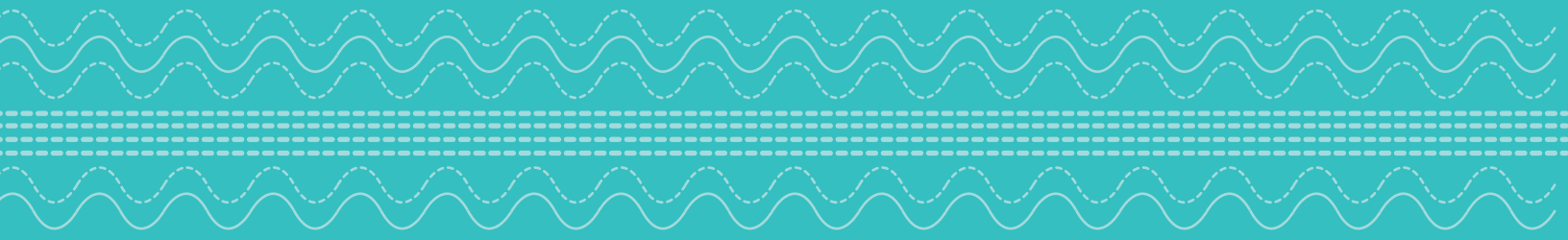
# RECOMENDACIONES



1. El Departamento de Regulación y Control de Alimentos de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de Salud del MSPAS, debe realizar eficientemente las funciones de monitoreo y control de la calidad de la sal de consumo humano que la ley le otorga, para garantizar la fortificación de la sal con flúor y yodo.
2. Fortalecer los recursos del Departamento de Regulación y Control de Alimentos con el propósito de optimizar los procesos de control y vigilancia que coadyuven a mejorar la salud de la población guatemalteca.
3. El otorgamiento del registro sanitario para la “sal de formulación especial para consumo humano” (sal con yodo sin flúor) debe autorizarse solamente para las regiones del país en donde los estudios epidemiológicos han demostrado que existen fuentes de agua con dosis óptimas o supra óptimas de flúor natural que implique riesgos a la salud de sus habitantes.
4. Previo a otorgar el registro sanitario a un productor o expendedor de sal, el Departamento de Regulación y Control de Alimentos debe comprobar que contenga los niveles de fortificación de flúor y yodo que el reglamento exige. (Acuerdo Gubernativo 29-2004)
5. Realizar investigaciones epidemiológicas con relación al consumo y excreción de flúor y yodo en la población guatemalteca que permita ajustar periódicamente la dosis de estos micronutrientes que se agregan a la sal de consumo humano.
6. Realizar periódicamente (cada 5 años como máximo) investigaciones epidemiológicas con representación nacional que estimen la prevalencia de caries dental, fluorosis y los desórdenes por deficiencia de yodo (DDY).
7. Fortalecer el intercambio con los organismos de cooperación internacional para gestionar el apoyo técnico y financiero que apoye la sostenibilidad de los programas de fortificación de alimentos.
8. Promover por medio de la CONASABU de forma sistemática el acompañamiento técnico a las instancias correspondientes del monitoreo de la fortificación de la sal de consumo humano con flúor y yodo, en niveles de concentración en rangos apropiados que garanticen la dosis terapéutica que permita hacer cambios en la salud de la población guatemalteca.
9. Garantizar salud a la población guatemalteca, con alimentos debidamente fortificados, involucrando a las instancias del monitoreo social en el seguimiento de indicadores del monitoreo de fortificación de alimentos y vigilancia en hogares como la Liga del Consumidor (LIDECOM) y las instancias gubernamentales como la Dirección de Atención y Asistencia al Consumidor (DIACO).

# ANEXOS

---

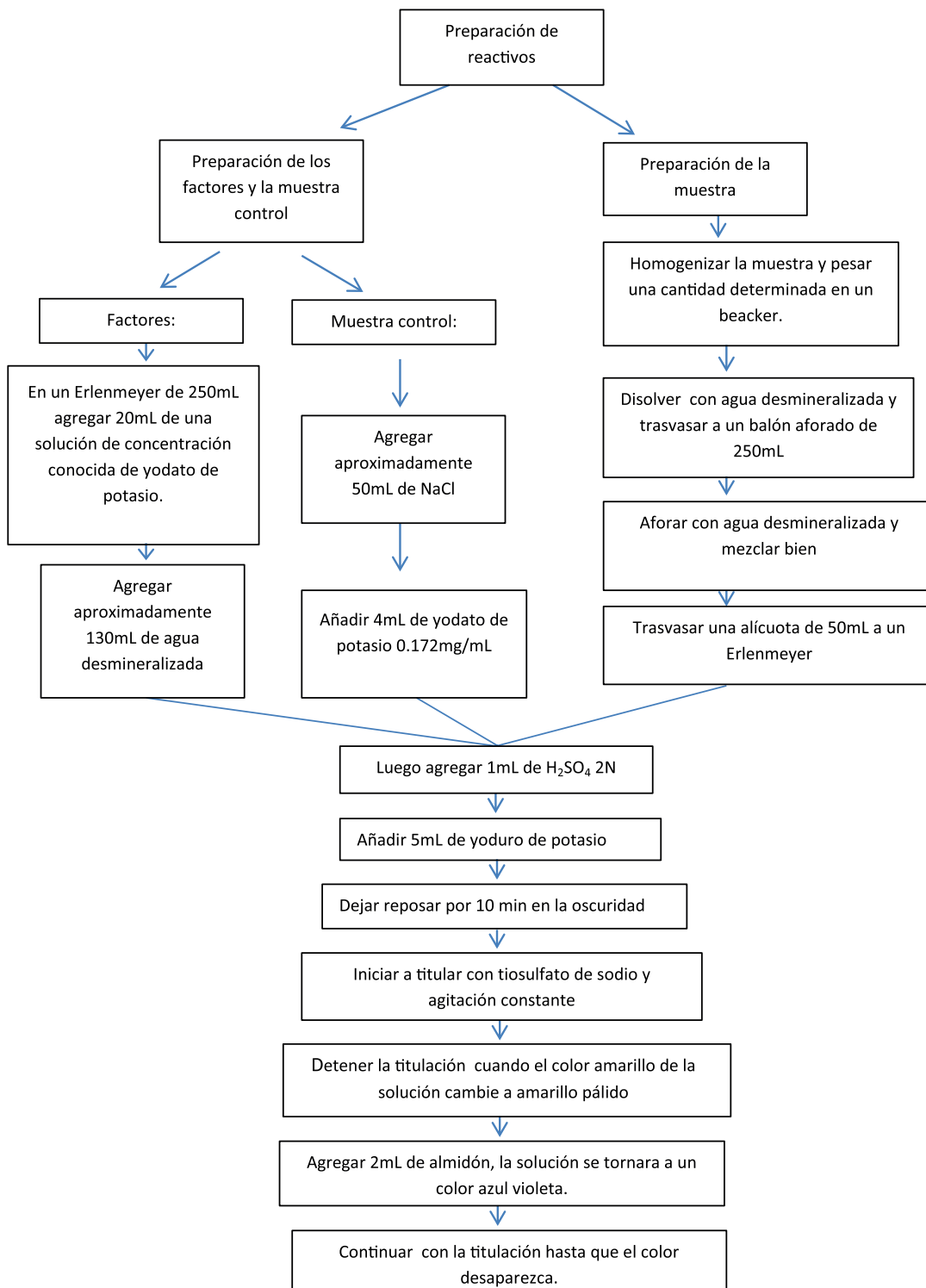




## Procedimiento analítico yodo

1. Preparar los reactivos necesarios para el análisis
2. Preparar los factores para la estandarización de la solución de Tiosulfato de sodio 0.005N:
  - a. En un Erlenmeyer de 250 mL agregar 20 mL de una solución de yodato de potasio 0.005N
  - b. Llevar a volumen de 150 mL aproximadamente con agua desmineralizada
3. Preparar una muestra control:
  - a. En un Erlenmeyer de 250 mL agregar 50 mL de una solución de cloruro de sodio al 20
  - b. Añadir 4 mL de una solución de yodato de potasio 0.172 mg/mL
4. Preparar las muestras:
  - a. Homogenizar las muestras y pesar en un beacker de tamaño adecuado 50 g de la muestra
  - b. Disolver con agua desmineralizada y trasvasar a un balón aforado de 250 mL
  - c. Aforar con agua desmineralizada y mezclar bien
  - d. Trasvasar una alícuota de 50 mL de la solución anterior a un Erlenmeyer
5. Preparar un blanco
6. Continuar con los siguientes pasos para los factores, muestra control, blanco y muestras
7. Agregar 1mL de ácido sulfúrico 2N
8. Añadir 5 mL de yoduro de potasio al 10% y tapar el Erlenmeyer
9. Dejar reposar por 10 minutos en la oscuridad (las soluciones no deben de pasar mas de 10 minutos en la oscuridad)
10. Titular con tiosulfato de sodio al 0.005N y mantener agitación constante
11. Detener la titulación cuando el color amarillo de la solución cambie a un amarillo pálido
12. Agregar 2 mL de Almidón al 1%, la solución se tornara a un color azul-violeta
13. Continuar con la titulación hasta que el color desaparezca. El Punto final es el cambio del color azul violeta a incolor
14. Anotar el volumen de tiosulfato de sodio gastado y realizar los cálculos para obtener los resultados en ppm

### Diagrama de flujo del método titrimétrico, para determinación cuantitativa de yodo en sal fortificada con yodato



## Metodología para el análisis de las muestras de sal

Para el análisis de las muestras de flúor en sal, se utilizará el método con electrodo de ión específico. Se tomarán en cuenta los valores de flúor en sal. Esta muestra podrá ser utilizada para el monitoreo de yodo en sal y el LNS asumirá los costos.

El análisis se realizará en el LNS del MSPAS y se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- Procedimiento analítico
- Preparar la curva de calibración partir de una solución patrón de NaF 300 ppm. Con las siguientes concentraciones: 0 (blanco), 3, 6, 9, 12, 15 ppm
- Pesar 5 g de la muestra de sal perfectamente homogenizada y colocarla cuantitativamente en un matraz volumétrico de 100 mL
- Agregar 70 mL de agua destilada y agitar hasta disolver
- Aforar a 100 mL con agua destilada y agitar
- Tomar una alícuota de 10 mL con una pipeta volumétrica, de la solución del paso anterior a un tubo de plástico y agregarle 2 mL con pipeta volumétrica de ISA y agitar

- Después de calibrar el potenciómetro como lo indica el manual del equipo, leer cada uno de los puntos de la curva de calibración procediendo de la siguiente manera: introducir el electrodo de ion específico, cuando la lectura se estabilice en la pantalla anotar el resultado en partes por millón (ppm) y en milivolts por cada uno de los puntos de la curva. Realizar la lectura en el potenciómetro por triplicado
- Seguir el mismo procedimiento con las muestras por analizar
- De las lecturas obtenidas para cada uno de los puntos de la curva se obtiene la ecuación de la recta

$$Y = mx + b$$

**En donde:**

**Y= Concentración de F- en PPM**

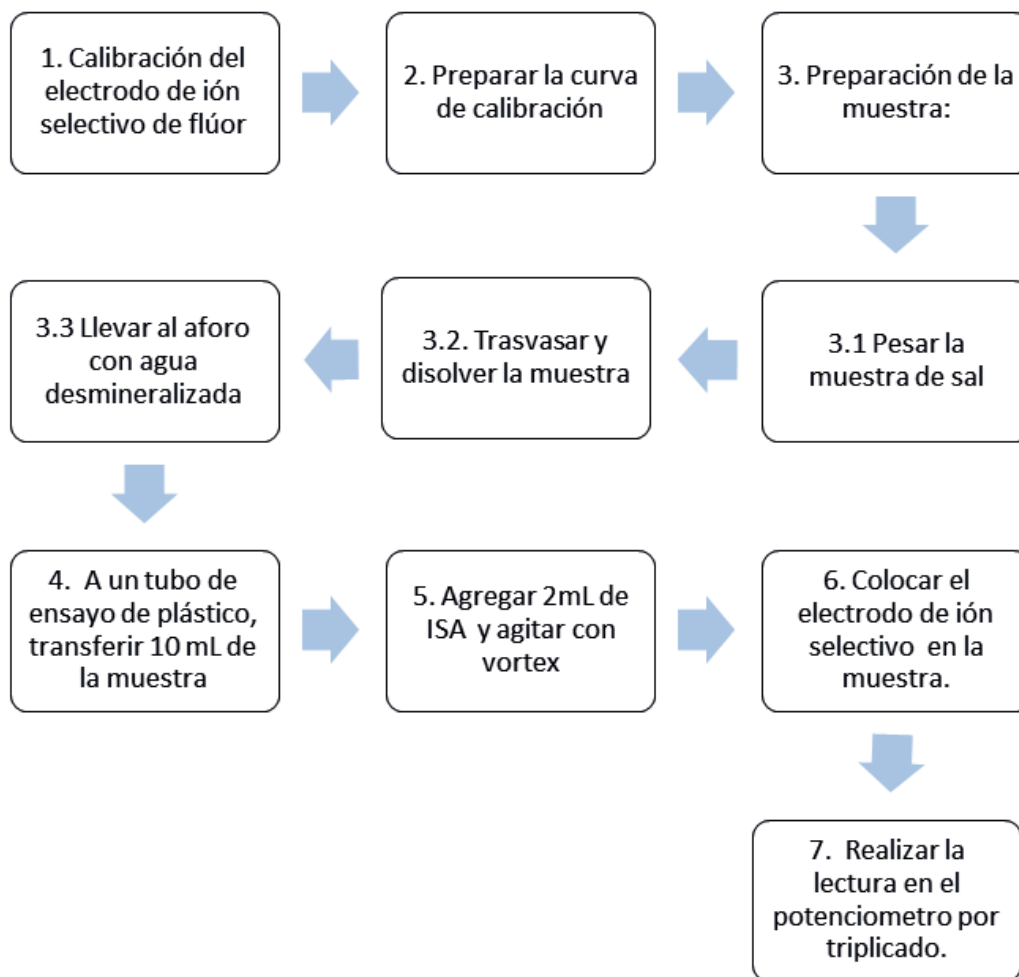
**m= pendiente de la recta obtenida**

**b= ordenada al origen**

El LNS debe de realizar el informe de los resultados obtenidos. Los resultados tendrán como base el Acuerdo Gubernativo No. 29-2004 Capítulo II, Artículo 3, para medir los niveles recomendados de flúor en sal.

Diagrama de Flujo del método potenciométrico para la cuantificación de Flúor en Sal

**Diagrama de flujo para la determinación cuantitativa de fluor en sal.  
Método potenciométrico por medio de un electrodo de ion selectivo**



# Bibliografía

## REFERENCIAS

1. Sánchez E, Vanegas L, Villagrán, E. Estudio epidemiológico de caries dental y fluorosis en Guatemala 1999-2002. Guatemala: OPS; 2002. (en línea). [citado 16 de abril de 2013]; disponible en: <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/OH-GUTcpo.pdf>
2. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. Constitución Política de Guatemala. Guatemala: el Congreso; 1985.
3. Organización Mundial de la Salud. Centro de prensa. [en línea] [citado el 16 de abril 2013] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/>, OMS 2013.
4. Recomendaciones sobre el uso de fluoruros para prevenir y controlar la caries dental en los Estados Unidos. Rev Panam Salud Publica [en línea]. 2002 [citado el 2013 Abr 16] ; 11(1): 59-66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892002000100019>.
5. Sosa Rosales MC. Evolución de la fluoruración como medida para prevenir la caries dental. Rev Cubana Salud Pública [en línea]. 2003 [citado 2013 Abr 16] ; 29(3): 268-274. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662003000300011&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662003000300011&lng=es).
6. Guatemala. Municipalidad de Guatemala. Empresa Municipal de Agua. Programa de incorporación de fluoruro al agua de consumo de la ciudad de Guatemala. Guatemala: la Municipalidad, 1988. p. 3.
7. Cabrera Melgar JC. Evaluación del programa de fluoruración de EMPAGUA por medio de la estimación de fluoruro, a través de la determinación de la concentración de fluoruro en la orina, en escolares del nivel primario, inscritos en 1998 en escuelas públicas y privadas que son abastecidas por el agua de EMPAGUA. [tesis Cirujano Dentista]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Odontología; 1998.
8. Salt fluoridation and oral health. Acta Med Acad. 2013 Nov;42(2):140-55. doi: 10.5644/ama2006-124.82.
9. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. Ley general de enriquecimiento de los alimentos. Decreto 44-92. Guatemala: el Congreso; [1992]
10. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Acuerdo Gubernativo 29-2004. Reglamento para la fortificación de la sal con yodo y sal con yodo y flúor. Diario de Centroamérica, (13 ene. 2004)
11. Murray JJ. El uso correcto de los fluoruros en salud pública. Ginebra: OMS; 1986.
12. Licata M y Licata M. El flúor en la nutrición. (en línea). [citado 10 de marzo de 2014]; disponible en: <http://www.zonadiet.com/nutricion/fluor.htm>
13. Yin W, Hu DY, Fan X, et al. Evaluación de la eficacia anti caries de un dentífrico. Journal of Dentistry. 2013 ago. 41(Sup 2): 16-24.
14. Estupiñan, S. Promoting oral health, the use of salt fluoridation to prevent dental caries. British Dental Journal. 2007. 202(639): 1-128

15. Flouridation Facts: Benefits. (en línea). [citado el 1 de junio de 2015]; disponible en: [http://www.ada.org/~media/ADA/Member%20Center/Files/fluoridation\\_facts.ashx](http://www.ada.org/~media/ADA/Member%20Center/Files/fluoridation_facts.ashx)
16. Restrepo D, Vélez, H. Fluoruración de la sal. Washington, D.C.: O.P.S.; 1976. (Publicación Científica No. 335)
17. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá - INCAP. Informe de la encuesta nacional de micronutrientes. Guatemala: s.n.; 1995. p. 83-87.
18. Sánchez Navarro, AG. Estudio basal para la evaluación inicial de un programa de administración sistémica de fluoruro en la República de Guatemala. [tesis Cirujano Dentista]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Odontología; 2006. p. 2
19. Seif R. T. Cariología prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental 1997. Caracas: Actualidad Medico Odontológicas Latinoamérica; 1997.
20. Cummins D. Desarrollo y validación de una nueva tecnología, basada en arginina al 1.5%, un compuesto de calcio insoluble y fluoruro para la prevención y tratamiento de caries dental. *Journal of Dentistry*. 2013 ago. 41 (Sup 2): 1-12.
21. Noguera A. Encuesta nacional de salud bucal en escolares de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, INCAP; 1989. p.72.
22. González M, Villacorta L. Concentración natural de fluoruro en las principales fuentes de agua de bebida de las cabeceras municipales y poblados principales de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación; 1988. p. 2-11.
23. Sánchez Navarro, AG. Estudio basal para la evaluación inicial de un programa de administración sistémica de fluoruro en la República de Guatemala. [tesis Cirujano Dentista]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Odontología; 2006. p. 2
24. Sosa Rosales MC. Evolución de la fluoruración como medida para prevenir la caries dental. *Rev Cubana Salud Pública* [en línea]. 2003 [citado 2013 Abr 16]; 29(3): 268-274. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662003000300011&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662003000300011&lng=es).
25. Estupiñan, S. Promoting oral health, the use of salt fluoridation to prevent dental caries. *British Dental Journal*. 2007. 202(639): 1-128
26. Allen L., de Benoist B., Dary O., Hurrell R. Guidelines on food fortification with micronutrients. Ginebra: WHO/FAO; 2006.
27. Zimmermann M.B., Iodine deficiency. *Endocr. Rev*. 2009. 30:376-408 originally published online May 21, 2009; doi: 10.1210/er.2009-0011
28. Van Den Briel T, West CE, Bleichrodt N, van der Vijver FJ, Ategbo EA, Hautvast JG. Improved iodine status is associated with improved mental performance of schoolchildren in Benin. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72:1179–85.
29. World summit for children – Mid decade goal: iodine deficiency disorders. Geneva: UNICEF –WHO Joint Committee on Health Policy; 1994 (JCHPSS /94/2.7).
30. Horowitz HS. Decision-making for national programs of community fluoride use. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2000 Oct; 28(5):321–9.
31. Gillespie GM, Baez R. Development of salt fluoridation in the Americas. *Schweiz Monatsschrift Für Zahnmed Rev Mens Suisse Odonto-Stomatol Riv Mens Svizzera Odontol E Stomatol SSO*. 2005; 115(8):663–9.
32. Salas-Pereira MT, Beltrán-Aguilar ED, Chavarría P, Solórzano I, Horowitz H. Enamel fluorosis in 12- and 15-years-old school children in Costa Rica. Results of a national survey, 1999. *Community Dent Health*. 2008 Sep; 25(3):178–84.
33. Villagrán VE, Sánchez E. Determinación de concentraciones de ión fluoruro en aguas de consumo de 56 comunidades guatemaltecas. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Odontología; 2008.

34. MINECO, CONACYT, MEIC, MIFIC, SIC. Reglamento técnico centroamericano etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. RTCA 67.04.60:10
35. Reglamento técnico centroamericano alimentos procesados. Procedimiento para otorgar el registro sanitario y la inscripción sanitaria. RTCA 67.01.31:07







