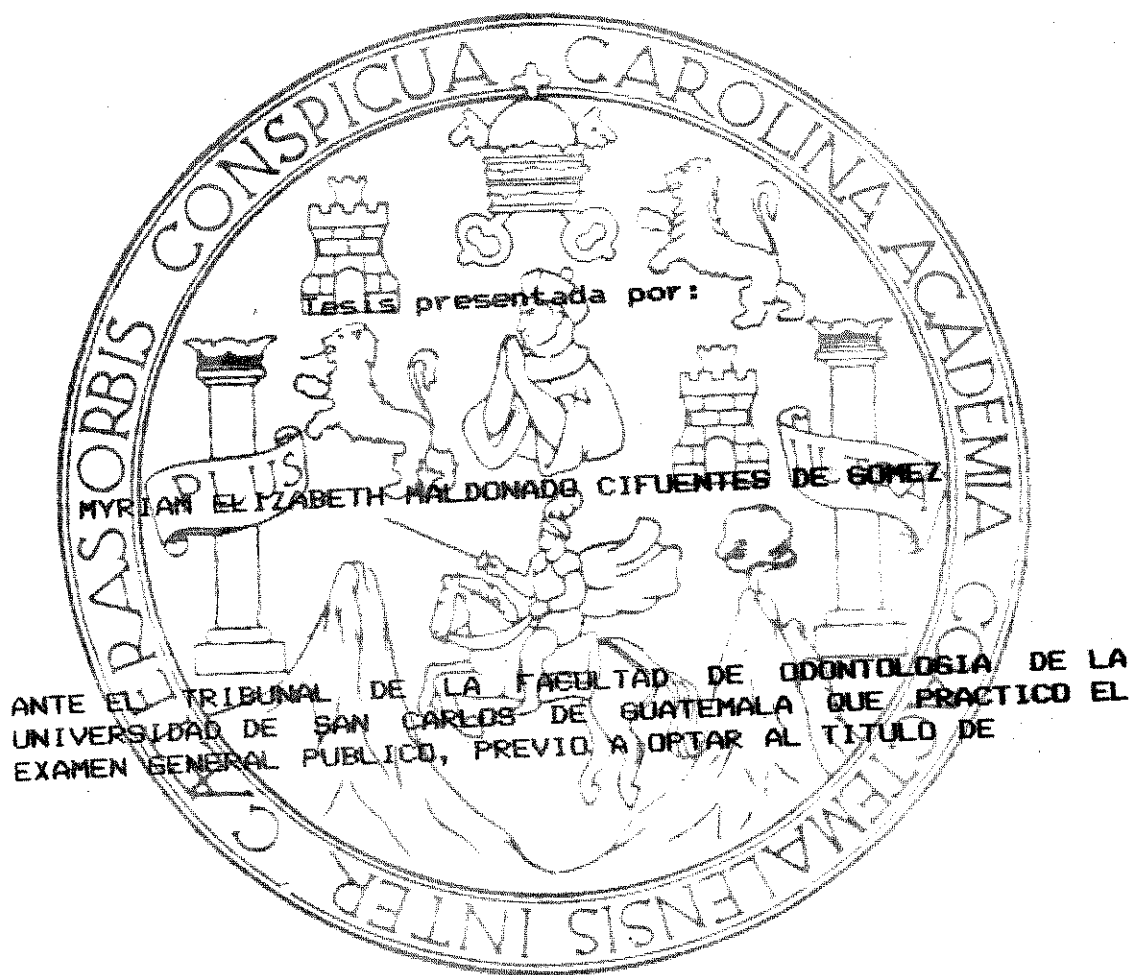


DETERMINACION FISICO-QUIMICA DE HUMEDAD Y CONTAMINANTES
(PLOMO Y COBRE) EN LA SAL DE CONSUMO HUMANO PRODUCIDA EN
LAS NUEVE ZONAS DE PRODUCCION DE SAL DE LA COSTA SUR DE
GUATEMALA, EN EL AÑO DE 1,997.



CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,997

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
Biblioteca Central

09
T(817)
C.4

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Luis Barillas Vásquez
Vocal Tercero:	Dr. Victor Manuel Campollo Zavala
Vocal Cuarto:	Br. Franklin Alvarado López
Vocal Quinto:	Br. Gonzalo Javier Sagastume Herrera
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero (Miembro J.D.):	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo (Asesor) :	Dr. Edgar Sánchez Rodas
Vocal Tercero :	Dra. Miriam N. Samayoa Sosa
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS

A MIS MADRES: Aurora Consuelo C. Vda. de Maldonado
Anita Maldonado Vda. de Fernández

A MI ESPOSO: Ing. Adolfo Gómez Figueroa
Por su apoyo incondicional que
siempre me ha brindado.

A MIS HIJOS: Myriam Janeth, Jorge y Julio Antonio

A MIS NIETOS: Alvaro Omar, Carlos Antonio y Jorge
José.

A MIS HERMANOS: Dr. Luis Heberto Maldonado Cifuentes
Clemencia Judith y Blanca Zonia

A MI YERNO: Alvaro Omar Vásquez

A MIS SOBRINOS: Carlos, Eduardo, Claudia Johana y
Juan José.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS: en especial a:
Loty Gonzalez ,
Dra. Guisela Juarez,
Dra. Evelyn Peláez,
Iliana Rojas y
Carol Recinos.
Por todos los buenos momentos que
compartimos.

DEDICO ESTA TESIS

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A LA CIUDAD DE SAN MARCOS

A MIS CATEDRATICOS: Quienes contribuyeron a mi formación profesional

A MIS ASESORES: Por haberme brindado su apoyo y tiempo necesario para la realización de este estudio.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS

Y A USTED, ESPECIALMENTE

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado : DETERMINACION FISICO QUIMICA DE HUMEDAD Y CONTAMINANTES (PLOMO Y COBRE) EN LA SAL DE CONSUMO HUMANO PRODUCIDA EN LAS NUEVE ZONAS DE PRODUCCION DE SAL DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA, EN EL AÑO DE 1,997, conforme lo demandan los reglamentos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de :

CIRUJANO DENTISTA

En tal virtud me permito agradecer a todas las personas que me brindaron su colaboración por su orientación, corrección y asesoramiento de éste trabajo de investigación, especialmente al Dr. Edgar Sánchez Rodas y Dra. Miriam Nineth Samayoa Sosa.

Y vosotros, miembros del Honorable Tribunal Examinador aceptad mi más alta consideración y respeto.

He dicho.

II INTRODUCCION

La sal común ó cloruro de sodio (Na Cl) es utilizada desde hace muchos años como parte esencial en la alimentación humana y es producida generalmente por el método de evaporación solar del agua de mar (5).

Debido a las impurezas presentes en esta sal cruda (evaporación solar), debe ser sometida a diferentes tratamientos físico-químicos, para poder aumentar su calidad y pureza, y al mismo tiempo para que pueda servir como vehículo de fluoruros y otros micronutrientes al organismo humano, y así poder llevar realmente beneficio al consumidor y además prevenir y reducir el índice de prevalencia de las enfermedades dento periodontales, que son elevadas, debido a que la mayoría de la población guatemalteca no cuenta con los recursos económicos para poder tener acceso a los servicios de salud estomatológicos.(5).

El presente trabajo se refiere a un estudio de campo, que se realizó con muestras de sal cruda destinada al consumo humano, obtenidas en las nueve zonas de producción del país, situadas en la costa sur de Guatemala, con el objeto de establecer su humedad y pureza, tomándose en cuenta la presencia de contaminantes específicamente el plomo y el cobre.

Para realizar el estudio, estas muestras de sal cruda, se llevaron al laboratorio de la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde y de acuerdo a técnicas preestablecidas, se analizaron por medio de ensayos físico-químicos, para determinar si la sal cruda reunía los requisitos mínimos para considerarse como no dañina al consumidor y consecuentemente poder recomendar que se le adicionen fluoruros, para que cuando llegue al consumidor final, se proporcionen las dosis óptimas necesarias para prevenir la caries dental.

III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de que la salud bucodental ha sido considerada como uno de los aspectos más importantes de la salud y el bienestar general de la sociedad Guatemalteca, se han mostrado altos índices de caries dental y enfermedad periodontal, razón por la que se han implementado medidas preventivas en grupos específicos, con el objeto de reducir los altos índices de éstas enfermedades, lo cual a su vez se ha relacionado con el desarrollo de programas preventivos masivos, entre ellos, la fluoruración del agua y sal para consumo doméstico. Esta última medida más viable de implementar en América Latina y países poco industrializados como Guatemala.

En ese orden de ideas, en Guatemala, se han hecho las gestiones necesarias para implementar un programa de fluorización de la sal de consumo humano, y se establece en el Decreto No. 44-92 del Congreso de la República, (41), que es necesario hacer estudios de base, que permitan saber si la sal de consumo humano reúne adecuadas condiciones físicas y químicas fuera de contaminantes, para su consumo, así como también para adicionarle fluoruros.

Consecuentemente, es necesario analizar la sal de consumo humano producida y que se consume en la república de Guatemala, para determinar su contenido de contaminantes y humedad.

El objeto de estudio de esta investigación fue determinar el contenido de contaminantes, específicamente plomo, cobre y humedad en la sal de consumo humano que se produce y consume en Guatemala.

IV JUSTIFICACION

Previo a la implementación de programas de fluoruración de la sal en nuestro país, se recomienda realizar Análisis de Laboratorio que nos permitan determinar la presencia de contaminantes como el plomo y el cobre y la humedad en la sal que puedan interferir ó hacer fracasar un programa de tal índole y trascendencia para la salud de nuestra población Guatemalteca. (5).

Consecuentemente y en vista de que en Guatemala se están haciendo las gestiones pertinentes para implementar un programa de fluoruración de sal, es importante obtener información sobre la calidad de la sal que se distribuye y consume en el país, así como también establecer si esta sal reúne o nó las condiciones higiénicas, físicas y químicas necesarias para poder ser fluorurada. (5).

V REVISION DE LITERATURA

1.- SAL:

Es un sólido cristalino soluble en agua, transparente e inodoro, químicamente formado por la combinación de dos elementos como lo son el Sodio y el Cloro, conocido por ello como Cloruro de Sodio e identificada con la fórmula NaCl, que forma parte de la dieta alimenticia.

Es un compuesto químico obtenido a partir de los ácidos orgánicos e inorgánicos, por la sustitución de uno ó más átomos metálicos.

La sal común se obtiene de yacimientos naturales de roca sólida y por evaporación del agua de mar, lagos, playas y salmueras subterráneas.

En Guatemala en un alto porcentaje se obtiene por el proceso de evaporización del agua, a lo que comunmente se le llama sal solar ó sal cruda, existiendo también sal roca en la zona del municipio de Barillas en Huehuetenango, y en el municipio de Sacapulas del departamento de El Quiché. (5, 65).

2.- HISTORIA DE LA SAL:

La sal común, es, en estado más o menos puro, una de las sustancias minerales más abundantes en la naturaleza. El agua de mar contiene casi 30 kg de sal por metro cúbico y es uno de los minerales más útiles y asombrosos de la tierra.

La sal en diferentes culturas ha sido símbolo de fuerza, pureza, divinidad, bienvenida, hospitalidad, ingenio, sabiduría; además de importante en el comercio y la política, y la cultura, desde los tiempos prehistóricos.

La primera fuente a la que los hombres recurrieron, fué el mar. Más tarde descubrieron los yacimientos de sal gema.

La evaporización de mares interiores en edades geológicas pasadas dió lugar a grandes depósitos de sal cristalizada (llamada sal gema) en diversas partes del mundo: Austria, Polonia, Alemania, U.R.S.S., E.U.A., etc. (72).

Se sabe con certeza que desde los albores de la civilización humana, la industria de la sal tuvo gran importancia y fué la primera que el estado organizó sobre bases racionales, desde todos los puntos de vista: Extracción, Transporte y Comercio.

El uso de la sal por el hombre desde esos remotos tiempos, ha sido como artículo esencial en su dieta y la de su ganado. La sal viene usándose también desde los tiempos prehistóricos para sazonar, encurtir, preservar carnes y pescados, y para curtir pieles

La sal se extrae del mar o de los lagos salados, introduciendo el agua en unas grandes balsas de poca profundidad, llamadas salinas, y dejando que se evapore. La sal queda en el fondo como residuo sólido. (72).

3.- SAL PARA EL CONSUMO HUMANO:

Es el producto comercial constituido principalmente por el compuesto químico cloruro de sodio, y que forma parte de la dieta alimenticia. (42).

La sal es un constituyente principal de los fluidos extracelulares del cuerpo, como en el suero sanguíneo y la saliva. Su concentración varía de acuerdo a la clase de fluidos, siendo casi la misma en el suero sanguíneo y en los fluidos cerebral y espinal. (72).

La sal es muy importante para el consumo humano, pues es la fuente del sodio y del cloro, que el organismo necesita para el metabolismo y su ausencia conduce a la degeneración y a la muerte. La sal está presente en todas las etapas de la vida del hombre, aumenta en la medida que la persona crece y se desarrolla, hasta alcanzar unos 230 gramos en el cuerpo de una persona adulta. (22).

La sal utilizada en la alimentación se presenta bajo tres formas: la sal gruesa, o sal gris, de grandes cristales, se utiliza para líquidos y salmueras; la sal de cocina, en pequeños cristales, se emplea para salar platos en curso de cocción, y la sal fina, o sal de mesa, se utiliza para los platos fríos, ensaladas y pastas. A las dos primeras en algunos países se les denomina sal yodada. (42).

4.- CALIDAD DE LA SAL DE CONSUMO HUMANO:

La sal en el comercio Guatemalteco, no es de calidad superior, porque presenta mucha humedad y contiene contaminantes. (5).

La sal para el consumidor final, se presenta en los mercados en bolsas plásticas con ó sin rotular. (5).

En tiendas y supermercados en bolsas etiquetadas de 1 libra y en ocasiones se dice que esta "Yodada". Estas presentaciones de sal, són de grano relativamente grueso, por ser sal cruda, no es suficientemente blanca, mostrando una coloración amarillenta o "percutido" y con evidencia de su humedad, condiciones que se dan debido a su poco ó ningún control sanitario que se le dá a su producción y comercialización. (5).

5.- NORMAS DE CALIDAD:

En Guatemala la producción de la sal se rige de acuerdo a las normas de la COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS, (COGUANOR), del Ministerio de Economía. (42).

5.1 CLASIFICACION Y DESIGNACION:

La sal para consumo humano se clasificará de la manera siguiente:

- a) Sal de mesa; y
- b) Sal de cocina

La sal yodada para consumo humano se designará de acuerdo a su clasificación como sal yodada de mesa o sal yodada de cocina. (42).

5.2 ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS:

CARACTERISTICAS GENERALES:

SAL DE MESA:

Deberá ser un sólido cristalino de color blanco, soluble en agua, de sabor salado característico, libre de impurezas y sustancias extrañas y deberá ser adicionada de antiglutinante o antiaglomerantes.

Los cristales de la sal de mesa deberán ser de un tamaño tal que el 95 % pase a travez de un tamiz No. 25 (710 μ m) y no más del 10 % pase a travez de un tamiz No. 70 (212 μ m).

SAL DE COCINA:

Deberá ser un sólido cristalino de color blanco o ligeramente gris, soluble en agua, de sabor salado característico y podrá ser adicionada de antiaglomerante o antiglutinante.

Los cristales de la sal de cocina deberán ser de un tamaño que el 100 % pase a través de un tamiz No. 12 (1.70 mm) y no más del 5 % pase a través de un tamiz No. 70 (212 μ m).

5.3 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS:

HUMEDAD:

Sal de mesa: El contenido de humedad de la sal de mesa en el momento de su consumo, excluyendo el producto deshidratante agregado, será de un máximo de 1 % (m/m).

Sal de cocina: El contenido de humedad de la sal de cocina en el momento de su consumo, excluyendo el producto deshidratante agregado, será de un máximo de 7.5 % (m/m).

5.4 NORMAS PARA LA SAL DE CALIDAD ALIMENTARIA:

5.4.1) AMBITO DE APLICACION:

Estas normas tienen por objeto establecer las características, calidades y requisitos que debe obedecer la sal en su extracción, procesamiento, refinación y enriquecimiento con productos, para ser utilizada como ingrediente de los alimentos que se destinan, tanto a la venta directa del consumidor, como a la industria alimentaria.

Se aplica también a la sal utilizada como vehículo de aditivos alimentarios o de nutrientes.

5.4.2) DESCRIPCION:

Se entiende por sal de calidad alimentaria al producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio. Se obtiene del mar, de depósitos subterráneos de sal mineral o de salmuera natural.

6.- COMPOSICION ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

6.1 CARACTERISTICAS GENERALES:

La sal deberá presentarse en forma de cristales blancos. La granulación de la sal debe ser uniforme.

De acuerdo con su tipo será necesario que la sal contenga los aditivos requeridos, en la proporción de:

Contenido de yodo: La sal para consumo humano deberá tener una concentración mínima de yodo de 30 mg de yodo/ 1 kg de sal (equivalente a aproximadamente 1 parte de yodo por 33 000 partes de sal) y no más de 100 mg de yodo/ 1 Kg de sal (equivalente a 1 parte de yodo por 10 000 partes de sal).

FLUOR: de 225 a 275 mg/Kg de sal

6.2 CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO: Cristales, de acuerdo con el tipo de sal

COLOR: Blanco

OLOR: Inodoro

SABOR: Salino

6.3 PRODUCTOS SECUNDARIOS Y CONTAMINANTES NATURALMENTE PRESENTES:

Estará integrado por productos secundarios naturales, presentes en cantidades diversas según el origen y método de producción de la sal, y compuestos sobre todo de sulfatos, carbonatos, bromuros y cloruros de calcio, potasio, magnesio y sodio. Puede contener también contaminantes naturales en cantidades diversas, según el origen y el método de producción de sal.

6.4 UTILIZACION COMO VEHICULO:

Cuando la sal se emplea como vehículo de aditivos alimentarios y nutrientes por razones tecnológicas ó de Salud Pública, se utilizará sal de calidad alimentaria.

El recuento bacteriano no podrá ser mayor de 20.000/gr y/o lo que establezca el Ministerio de Salud. (53).

6.5 ADITIVOS ALIMENTARIOS:

En la preparación de la sal para consumo humano, se permitirá el uso de los aditivos que se indican a continuación, de acuerdo a lo indicado en la norma COGUANOR NGO 34 192.

Todos los aditivos que se empleen deben ser de calidad alimentaria.

6.5.1 ANTIGLOMERANTES Y ANTIAGLUTINANTES:

Dosis máxima en el producto final

a.- Agente de revestimiento: carbonato calcio y/o de magnesio; oxígeno de magnesio; fosfato tricálcico; dióxido de silicio amorfo; silicatos cálcicos, magnésico, sódico-alumínico ó sódico-cálcico alumínico.

b.- Agentes hidrófobos de revestimientos: sales de aluminio, calcio, magnesio, potasio o sodio de los ácidos mirístico, palmítico ó esteárico.

20 g/Kg.
solos
ó mezclados

c.- Modificadores de la cristalización: ferrocianuros de sodio, potasio o calcio (42)

10 mg/kg, solos
o mezclados
expresados como
Fe(CN)6

6.6 REQUISITOS FISICOS Y QUIMICOS PARA LA SAL DE CONSUMO HUMANO (Normas COGUANOR) (42)

Características	Requisito (en porcentaje en masa)	
	Sal de mesa	Sal de cocina
Contenido de cloruro de sodio (como NaCl), con referencia al producto seco. Mínimo	97	94
Contenido de sustancias insolubles en agua, con referencia al producto seco, y excluyendo la sustancia deshidratante agregada. Máximo	0.3	0.3
Calcio (como Ca) soluble en agua con referencia al producto seco, y excluyendo la sustancia deshidratante agregada. Máximo	0.3	0.5
Magnesio (como Mg) soluble en agua con referencia al producto seco, y excluyendo la sustancia deshidratante agregada. Máximo	0.1	0.5
Sulfatos (como SO ₄) con referencia al producto seco, y excluyendo la sustancia deshidratante agregada. Máximo	0.5	2
Alcalinidad (como Na ₂ CO ₃) con referencia al producto seco, y excluyendo la sustancia deshidratante agregada. Máximo	0.1	0.1

7.- CONTAMINANTES

Límites máximos para contaminantes:

La sal para consumo humano no deberá contener contaminantes en cantidades y formas que resulten nocivas para la salud del consumidor y no deberán superar los límites máximos siguientes:

Límites máximos de contaminantes

Contaminantes	Límites máximos en miligramo por kilogramo
Arsénico, como As	0.5
Cobre, como Cu	2.0
Plomo, como Pb	2.0
Cadmio, como Cd	0.5
Mercurio, como Hg	0.1

(42)

CON EL FIN DE GARANTIZAR UN NIVEL ADECUADO DE HIGIENE ALIMENTARIA HASTA QUE EL PRODUCTO LLEGUE AL CONSUMIDOR, EL METODO DE PRODUCCION, ENVASADO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LA SAL DE CALIDAD ALIMENTARIA, DEBERA SER TAL QUE SE EVITE TODO RIESGO DE CONTAMINACION.

ETIQUETADO

Además de lo estipulado en la Norma Oficial de Etiquetas para Productos Alimenticios, se aplicarán las siguientes disposiciones especificadas:

a) Nombre del producto

El producto será designado "Sal", seguido de su clasificación:

Común ó gruesa (53)

Refinada

La sal para consumo se puede dividir en :

- Sal para consumo en las casas, para la mesa y cocina o Sal doméstica.
- Sal para consumo humano empleado como vehículo de aditivos alimentarios o de nutrientes, o sal para la industria alimenticia.

b). Lista de ingredientes:

Si el producto vendido como tal contiene uno o más aditivos alimentarios deberá declararse la lista completa de ingredientes. Los aditivos alimentarios deberán declararse utilizando nombres genéricos como específicos.

7.1- PLOMO:

El plomo es un metal blando y de densidad elevada, bajo punto de fusión y alto punto de ebullición. Es fácil de fundir, moldear, laminar y estirar por extrusión.

El plomo es un elemento químico de símbolo Pb, que ocupa el grupo 43 de la tabla periódica. Su número atómico es 82, y su masa atómica 207,21.

Es divalente y tetravalente, y se le conocen cuatro isótopos. En la serie electroquímica es más positivo que el Estaño y menos que el cadmio.

Es anfótero, y con los ácidos forma sales venenosas. Se le considera el término estable de los elementos radioactivos

El plomo es un metal sólido, de color gris azulado, blando hasta el punto de ser rayado con la uña y dejar trazo sobre el papel, muy poco resistente a la tracción dúctil, maleable en frío, poco tenaz y fácil plegable.

Con una densidad de 11.3, es el más pesado de los metales; funde a baja temperatura, 325.5 °C y hierve a 1750 °C, emitiendo antes de llegar a esa temperatura, gases nocivos de óxido de plomo; es mal conductor de la electricidad.

El agua pura no lo ataca, pero sí cuando lleva disuelto oxígeno y entonces forma hidróxido de plomo $(OH)_2 Pb$, que es algo soluble y venenoso.

Aunque el plomo se encuentra en la naturaleza en forma de Carbonato, casi todo el plomo del mercado, se obtiene de la galena PbS , con un 86.5 % de plomo, y algunas veces aparece con plata (galena argentífera).

7.1.1 CONTAMINACION POR PLOMO.

La contaminación por plomo se conoce como SATURNISMO, y es la forma clínica de intoxicación plúmbica de carácter crónico; ha sido estudiada y reconocida desde la antigüedad, como enfermedad ocupacional que afecta especialmente a trabajadores que se exponen a concentraciones de plomo, o de sus sales (mineros, linotipistas, pintores, plomeros, etc.) durante períodos largos. Se presenta cada vez con mayor frecuencia, debido a que el empleo del plomo esta muy extendido en la industria. (6, 57).

7.1.1.1 Fuentes de intoxicación:

En investigaciones previas se ha determinado que existen cantidades apreciables de plomo en: Sal de consumo humano, leche enlatada, pastas dentrificas, utensilios de cerámica vidriada adornada con esmaltes a base de plomo, en pinturas y esmaltes principalmente en los colores rojos, anaranjados y amarillos, que poseen hasta 20 % de plomo.

En el ambiente, se encuentra presente ya que la gasolina posee aditamentos de plomo que salen a la atmósfera como componentes de los gases de escape de los autos.(28)

La principal ruta de exposición son los alimentos, presumiblemente controlables. (40)

La contaminación ha venido a ser para el hombre otro de los grandes problemas a resolver, entendiéndose esta "como la distribución inadecuada de materia y/o energía en los tres grandes medios físicos: aire, agua y suelo" provocando enormes cambios en el medio ambiente.

En los seres vivos es causa de mutaciones, inhibiciones de procesos biológicos aún hasta la muerte.

Entre las contaminaciones más serias, se encuentra la Saturnina, conociéndose así la intoxicación del plomo. Es una de las enfermedades más tradicionales, pero se sigue manteniendo una importancia cada vez mayor, por su frecuencia, por sus consecuencias, no solo personales del trabajador, sino sobre su descendencia y porque su prevención sigue siendo un verdadero problema.(28)

El plomo es un metal ampliamente distribuido en la naturaleza: en el aire, el agua, la tierra, las plantas y los alimentos; por ésta razón los seres vivos, desde su vida intrauterina, hasta la muerte, lo absorben, almacenan y excretan, por lo que se encuentra circulando en la sangre, en depósitos óseos y en los dientes.

En nuestros tiempos, la contaminación por plomo es muy frecuente, ya que vivimos en una era de suma industrialización, en que todo se maneja a base de combustible, y éste último lleva muchos componentes conteniendo plomo (3 gramos por galón).

Los niños pequeños absorben plomo con más facilidad que las personas mayores, y en el sexo masculino, puede producir esterilidad (1).

En la intoxicación plúmbica, hay que incluir muchos factores, tales como: edad, nutrición, estado habitacional, educación ocupacional, y estado socio-económico (1).

En los niños, la intoxicación plúmbica ocupa un lugar relevante, y puede llegar a ellos de distintas maneras, siendo las más comunes: la contaminación con pinturas viejas o descascaradas, ya sea de las cunas, casas u otras cosas que estén en contacto con ellos.

También puede haber intoxicación por la ingestión de leche preparada, ya que se ha estudiado y comprobado que la leche industrializada, lleva más contenido de plomo que la leche recién ordeñada.

Al igual que el consumo de sal cruda en la dieta, también hay riesgo en las bebidas ó jugos enlatados, por el cierre hermético lateral, hecho a base de soldadura de plomo (6,1).

El plomo es absorbido por el tracto intestinal y se transfiere fácilmente a través de la placenta y su concentración en la sangre de los recién nacidos, es similar a la de su madre.

El esqueleto es un depósito de plomo que refleja la exposición humana acumulativa a largo plazo, es tanto que los líquidos humanos orgánicos y los tejidos blandos se equilibran con bastante celeridad, y en consecuencia, reflejan la exposición actual y reciente (1).

El plomo se elimina a través de los riñones, en bajo porcentaje por el hígado, piel, sudor y por el cabello.

Se estandarizó que una cantidad promedio como lo es el 40 a 50 microgramos/100 mililitros de plomo, puede ser el límite para sugerir una intoxicación por éste metal.(1).

El calcio-EDTA, es un compuesto quelante, capaz de movilizar el plomo de los depósitos orgánicos y promover su excreción al conjugarse con el mismo. La prueba de calcio-EDTA, se a convertido en estos últimos años en el procedimiento más adecuado para definir los niveles de plomo acumulativo en el cuerpo humano, pero son escasos los estudio con la misma, en la población normal.(1).

7.1.1.2 Sintomatología de intoxicación por plomo:

La sintomatología es muy alarmante y se produce gastroenteritis diarreica, temblores, delirio, cefalea, insomnio, etc.

La exposición crónica al plomo puede provocar encefalopatías saturninas, delirio, convulsiones, parálisis y coma; así como también en casos mortales, edema cerebral y alteraciones en los vasos sanguíneos cerebrales (25).

Las características principales son: embotamiento, irritabilidad, cefalalgias, temblor muscular, alucinaciones, perdida de memoria y de la capacidad de concentración.(1).

Las secuelas más graves són: atrófia cortical, hidrocefalia, ataques, convulsiones e idiocia (1).

Como síntomas del saturnismo, el cólico, es un aviso precoz, bastante frecuente, de efectos potencialmente más graves que probablemente se producirán, con periodos prolongados de exposición. (1).

La infancia, entre uno y cuatro años, en la etapa de la curiosidad, es la más propensa a las intoxicaciones, ya que es cuando los niños acostumbran a chupetear cosas que no son alimentos como: juguetes, cerámica, lápices, produciendo hásta un 80 % de las intoxicaciones crónicas.

Las manifestaciones varían en relación con la edad del niño y con la magnitud de la ingestión del tóxico.

La encefalopatía es la forma más común en los niños entre los 15 a 30 meses. Cuando la intoxicación no es tan severa presentan: irritabilidad, agresividad y anemia.

Usualmente, entre los niños de 2 a 5 años, es más frecuente la presencia de convulsiones, agresividad, hiperquinesia y retraso mental, que puede confundirse con enfermedades degenerativas del sistema nervioso central; también es muy frecuente el dolor abdominal, con vómitos, estreñimiento y calambres musculares.

Los niños son los más afectados, ya que su sistema nervioso central está en desarrollo y pueden quedarle secuelas convulsivas, parálisis, retraso mental, aunque frecuentemente persisten problemas de comportamiento.(28)

Los métodos que se han utilizado para la determinación de una intoxicación de plomo són:

- a.- Recuento de glóbulos rojos con granulaciones basófilas.
- b.- Dosificación de plomo sanguíneo
- c.- Dosificación de plomo urinario
- d.- Dosificación de coproforfirinas urinarias y eritrocíticas
- f.- Determinación de la concentración urinaria del ácido delta amino levulínico.
- g.- Determinación de la actividad de la enzima eritrocítica deshidratada del ácido delta amino levulínico.
- h.- Determinación de la actividad de la enzima 5' pirimidina nucleotidasa eritrocítica.

Una de las técnicas instrumentales que más han ayudado para la cuantificación de la intoxicación por plomo, es la espectrometría de absorción atómica, por su alta sensibilidad y su rapidez en la obtención de sus datos.(28)

Principalmente son los órganos y tejidos los más afectados por la toxicidad del plomo, como lo son: Los riñones; el hígado; la médula ósea y el cerebro (18).

7.1.2- UTILIZACION DEL PLOMO:

El plomo es un metal conocido desde la antigüedad. Se usó en Babilonia para la construcción y en Roma para las conducciones de agua.

Los alquimistas lo llamaron Saturno: de aquí el nombre de "SATURNISMO" aplicada a la enfermedad que provocan sus compuestos.

La industria de acumuladores eléctricos absorbe la tercera parte de la producción mundial. El plomo se utiliza en forma de láminas, para revestimientos, debido a su resistencia a la corrosión. Hilos y láminas son empleados en fusibles de seguridad ó máquinas de vapor.

Se utiliza así mismo para protección en instalaciones de Rayos X. Se usa bastante para revestir completamente las habitaciones que contienen aparatos de rayos X, para proteger al personal que trabaja fuera, más concretamente, para asegurar que no recibirán más de 0.1 r. durante 24 horas ó 3 r. por mes (25)

7.2- COBRE:

El cobre es el elemento químico de número atómico 29 y de masa atómica Cu=63,54.

Es un metal de color rojo característico; cristaliza en el sistema cúbico, tiene por densidad 8,9 y funde a 1084 'C.

Entre los metales industriales, es el mejor conductor del calor y de la electricidad. De dureza media, es muy maleable y dúctil; por martilleo se consiguen hojas muy delgadas, verdes por transparencia.

Su corrosión al aire se localiza en la superficie, pues se recubre de cardenillo (color verde claro semejante al del acetato de cobre). Se oxida en frío, en presencia de ácidos; el vinagre y los cuerpos grasos, que actúan así, pueden dar sales tóxicas, lo que obliga a ciertas precauciones en el empleo de utensilios de cocina de cobre.

7.2.1- COMPUESTOS DEL COBRE:

Existen dos series: Los compuestos cuprosos, en los que el cobre es monovalente, y los compuestos cúpricos, en los que es divalente; para las sales oxigenadas, éstos últimos son los únicos estables.

EL OXIDO CUPROSO: Cu_2O , que se encuentra en la naturaleza en octaedros rojos (cuprita), se obtiene por reducción del acetato cúprico o del licor de Fehling por medio de la glucosa ; sirve para colorear los vidrios en rojo rubí.

EL OXIDO CUPRICO: CuO , negro, se obtiene tostando el cobre o calcinando el nitrato. Vertiendo una sal alcalina en una solución de una sal de cobre, se obtiene el hidróxido correspondiente, $Cu(OH)_2$, precipitado azul soluble en amoníaco con formación de un complejo llamado agua celeste. El óxido cúprico sirve para colorear los vidrios de verde.

EL CLORURO CUPROSO: $ClCu$, se obtiene por la acción del ácido clorhídrico hirviendo sobre el cobre, con algunas gotas de ácido nítrico. Es un polvo blanco cristalino, insoluble en agua, pero soluble en ácido clorhídrico y en amoníaco. Sus soluciones absorben el óxido de carbono; el cloruro cuproso amoniacal es, además, el reactivo del acetileno.

EL CLORURO CUPRICO: Cl_2Cu , amarillo en estado anhidro, cristaliza, hidratado, en agujas verdes; se le obtiene disolviendo el óxido cúprico en ácido clorhídrico.

EL SULFURO CUPROSO: SCu_2 , que existe en el suelo (calcosina) se prepara también por síntesis.

EL SULFURO CUPRICO: SCu , negro, se obtiene por la acción del sulfuro de hidrógeno sobre una sal cúprica.

EL SULFURO DE COBRE: SO_4Cu es la más importante de las sales de cobre. Se fabrica a partir de los residuos de cobre, que se oxidan por tostación, disolviéndose después el óxido formado en ácido sulfúrico. Se presenta en bellos cristales triclinicos azules. Las aplicaciones de esta sal son numerosas; es, con el sulfato ferroso, la base de las tinturas negras y violetas para la lana y para la seda; las papillas cúpricas que se preparan a partir de él tienen un importante papel en el cultivo de la vid.

EL NITRATO: $(NO_3)_2Cu$, sólido azul cristalizado, se obtiene por la acción del ácido nítrico sobre el cobre.

9.- FLUORURACION DE LA SAL:

Se debe reconocer que la fluoruración de la sal es una medida viable de implementar a muy bajo costo (el más barato) y que tiene la característica fundamental de poseer una cobertura de casi 100 %, situación que nos compromete dado que los países cuentan con redes de acueductos limitados a ciertas zonas geográficas quedando desprotegida gran cantidad de la población cuando se usa el agua de consumo humano como vehículo para el flúor en un programa de fluoruración. El equipamiento de estos acueductos es muy caro y aún lográndolo no se tendría la cobertura nacional que si se logra con la sal como vehículo.

La fluoruración de la sal es la medida ideal en los países en vías de desarrollo dada la extensión territorial, la población, los sistemas de acueductos y el bajo costo de implementación y mantenimiento.

Si se toma en cuenta el costo-servicio que significa la implementación de un programa de esta índole, donde por cada quetzal que se invierta en prevención se obtendrá una economía de trescientos quetzales en servicio (tratamiento), la fluoruración de la sal será de gran beneficio para los países del área centroamericana que pertenecen al tercer mundo o grupo de países en vías de desarrollo, sinónimos ambos de la realidad, países de bajos recursos; con la común denominación "Pobres". Sumado a lo anterior se ha de citar que los cálculos realizados dan un resultado del costo de un programa de fluoruración de la sal de 30 centavos por persona al año, demostrando esto que no es un programa oneroso, por el contrario es el programa de prevención masiva de enfermedades orales más barato y de mayor cobertura. (39).

10.- METODO DE ABSORCION ATOMICA:

Análisis cuantitativo que consiste en la absorción de radiación por las moléculas de la materia a longitudes de onda específicas con una relación directa entre la absorbancia y la concentración de especie absorbente y se leen a través de escalas de lectura y medición de un espectrofotómetro.

La sensibilidad del análisis espectrométrico depende de la magnitud de la absorción y de la absorbancia mínima que puede ser medida con el grado de certeza requerido.

Este método ha sido aplicado para la determinación de metales en agua, sin necesidad de realizar un extenso pre-tratamiento de la muestra. (73).

11- GRAVIMETRIA:

Método de análisis físico químico cuantitativo efectuado para la determinación del peso de algún constituyente ó sustancia derivada. (9).

VI OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- 1.- Determinar en forma físico-química contaminantes (plomo y cobre) y humedad en la sal de consumo humano producida en las nueve zonas de producción de sal de la costa sur de Guatemala, en el año de 1,997.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Establecer la existencia de plomo (Pb) y cobre (Cu) en la sal que se produce en las salineras de Guatemala.
- 2.- Cuantificar si el plomo y cobre en la sal de consumo humano en Guatemala, se encuentra dentro de los límites normales permitidos.
- 3.- Determinar el porcentaje de humedad que tiene la sal de consumo humano.

VII VARIABLES DE LA INVESTIGACION

1.- SAL PARA CONSUMO HUMANO:

Es un sólido cristalino soluble en agua, transparente e inodoro, químicamente formado por la combinación de dos elementos como lo son el Sodio y el Cloro, conocido por ello como Cloruro de Sodio e identificada con la fórmula NaCl, que forma parte de la dieta alimenticia.

2.- CONTAMINANTES DE LA SAL DE CONSUMO HUMANO:

La sal de calidad para el consumo humano no deberá contener contaminantes en cantidades y formas que resulten nocivas para la salud del consumidor.

a) PLOMO: Es un metal pesado, dúctil, maleable, blando, fusible, de color gris azulado y que con los ácidos forma sales venenosas.

b) COBRE : Metal de color pardo rojizo. Entre los metales industriales, es el mejor conductor del calor y de la electricidad. De dureza media, es muy maleable y dúctil.

3.- HUMEDAD:

Es la presencia de agua en la sal.

4.- IMPUREZAS:

Mezcla de partículas extrañas a la composición química de la sal.

5.- ZONAS DE PRODUCCION:

Salineras en donde se recolecta y procesa la sal proveniente del agua de mar.

VIII INDICADORES DE LAS VARIABLES

1.- CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LA SAL COMUN O GRUESA (norma Guatemalteca obligatoria, COGUANOR):

a) SAL PARA CONSUMO HUMANO:

Porcentaje de cloruro de sodio (NaCl) en la sal mínimo permitido es de 97.0 % .

b) PLOMO:

Según Norma Guatemalteca (COGUANOR NGO 34 024), la cantidad de plomo en sal en mg de Pb por Kg de sal, el límite máximo permitido es de 2.0 mg/kg.

Según Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h13 y 34 025) el porcentaje máximo permitido es de 0.0005 %.

c) COBRE:

Segun Norma Guatemaltecaa (COGUANOR NGO 34 024), la cantidad de cobre en sal en mg de Cu por Kg de sal, el límite máximo permitido es de 2.0 mg/Kg.

Segun Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h11 y 34 025) el porcentaje máximo permitido es de 0.0002 %.

d) HUMEDAD:

Según Norma Guatemalteca (COGUANOR NGO 34 024), El contenido de humedad de la sal de mesa en el momento de su consumo será de un máximo de 1.0 % (m/m) y para la sal de cocina será de un máximo de 7.5 % (m/m).

2.- ZONAS DE PRODUCCION DE SAL EN GUATEMALA:

De acuerdo a la información proporcionada por la Asociación Nacional de Salineros de Guatemala, (ANSAL), actualmente existen nueve zonas de producción en la república, y están localizadas en la zona del Pacífico, siendo las siguientes:

- a) Zona 1: Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa.
- b) Zona 2: Monte Rico, Taxisco, Santa Rosa.
- c) Zona 3: Sipacate, La Gomera, Escuintla.
- d) Zona 4: Tecojate, Nueva Concepción, Escuintla.
- e) Zona 5: El Semillero, Tiquisate, Escuintla.
- f) Zona 6: Tahuexco y Chichistepeque, Santo Domingo, Suchitepéquez.
- g) Zona 7: Tulate, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.
- h) Zona 8: Champerico, Retalhuleu.
- i) Zona 9: Tilapa, Ocos, San Marcos.

República de Guatemala

UBICACION DE LAS ZONAS DE PRODUCCION DE SAL



- Zona 1: Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa.
- Zona 2: Monte Rico, Taxisco, Santa Rosa.
- Zona 3: Sipacate, La Gomera, Escuintla.
- Zona 4: Tecojate, Nueva Concepción, Escuintla.
- Zona 5: El Semillero, Tiquisate, Escuintla.
- Zona 6: Tahuexco y Chichistepeque, Santo Domingo, Suchitepéquez.
- Zona 7: Tulate, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.
- Zona 8: Champerico, Retalhuleu.
- Zona 9: Tilapa, Ocos, San Marcos.

IX METODOLOGIA

1. Recolección de muestras en las 9 zonas que actualmente producen la sal que se consume en Guatemala y que están localizadas en la costa del pacífico.
2. Análisis físico-químico de las diferentes muestras utilizando el método de Absorción Atómica para la determinación de plomo y cobre y el método de Gravimetría para la determinación de la Humedad.

SELECCION Y TAMANO DE LA MUESTRA:

De acuerdo con la información que proporcionó la Asociación Nacional de Salineros de Guatemala (ANSAL), actualmente existen nueve zonas de producción de sal, las cuales están localizadas en la costa sur de Guatemala; en dos de ellas solamente existe una salinera siendo éstas: la zona No.4 de Tecojate, Nueva Concepción, Escuintla y la zona No. 7 de El Tulate, San Andres Villa Seca, Retalhuleu, en las demás existen más de dos salineras por zona.

Para los objetivos de este estudio y para que fuera una muestra más representativa se visitaron las nueve zonas de producción, tomándose: una muestra de sal en las zonas que tienen solamente una salinera y en las zonas en donde existen más de dos salineras, se tomaron muestras en las dos que tienen mayor producción. En la zona No. 1 de Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa, se tomaron tres muestras de sal por ser las más representativas de la región.

En total se recolectaron y analizaron 17 muestras de sal de aproximadamente una libra cada una.

LUGARES DE PRODUCCION:

Las salineras y las nueve zonas de producción de sal en Guatemala que están localizadas en la costa sur (zona del Pacífico), son las siguientes:

1.- Zona: Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa.

- a) Salineras del Pacífico
- b) Sal Chapina
- c) Las Rosas
- d) Santa Rita

2.- Zona: Monte Rico, Taxisco, Santa Rosa.

- a) La Candelaria
- b) Aguas Marinas (Las Quechas)

3.- Zona: Sipacate, La Gomera, Escuintla.

- a) Las Delicias
- b) Nuevo Mundo
- c) Las Brisas
- d) El Tesoro
- e) Santillana
- f) San José
- g) Chaperna
- h) La Criba
- i) Arcadia
- j) Santa María
- k) San Juan
- l) María del Mar
- m) El Paraiso
- n) Santa Rita
- ñ) Santa Rosa La Grande
- o) Las Flores
- p) El Jardín

4.- Zona : Tecojate, Nueva Concepción, Escuintla.

- a) Sol y Mar

5.- Zona: El Semillero, Tiquisate, Escuintla.

- a) Cooperativa Puntarenas
- b) Cooperativa El Semillero

6.- Zona: Tahuesco y Chichistépeque, Santo Domingo, Suchitepéquez.

- a) Chichistepéque
- b) El Tigre
- c) Murciélago
- d) Las Marinas
- e) Acapulco
- f) San Antonio Sinaloa
- g) Izote
- h) Alta Mira
- i) Las Delicias

7.- Zona: Tulate, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

- a) Sal de la Tierra

8.- Zona: Champerico, Retalhuleu.

- a) Acapán
- b) Chapán
- c) Salineras de González

9.- Zona: Tilapa, Ocos, San Marcos.

- a) Tilapa
- b) El Porvenir
- c) Garza

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE MUESTRAS

- 1) Se visitaron cada una de las nueve zonas de producción de sal, investigándose en el lugar, cuales eran las salineras de mayor producción, y de éstas se seleccionaron dos, obteniéndose una muestra de sal en cada una de ellas.
- 2) Se solicitó una muestra de sal al ó los encargados de cada salinera.
- 3) Se tomó la muestra de aproximadamente una libra de sal en una bolsa nueva de plástico
En algunos casos se tomó la muestra de un apilamiento de sal y en otros, de la ya empacada en sacos destinados a su venta.
Tanto los apilamientos de sal como los sacos estaban protegidos de la intemperie, en una bodega ó rancho de palma.
- 4) En la ficha elaborada para el efecto (ver anexo No. 1) se anotaron los datos correspondientes, al momento de la obtención de la muestra, siendo estos:
 - Nombre de la zona donde se obtuvo la muestra
 - Nombre de la salinera
 - Fecha de obtención de la sal
 - Número de orden que le correspondió a la muestra en el campo.
- 5) Cada muestra fue debidamente etiquetada adjuntándosele su respectiva ficha.
- 6) Cada una de las muestras recolectadas se colocó en una hielera herméticamente cerrada, para evitar la pérdida de humedad, y luego se trasladaron al laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la Universidad de San Carlos, para su correspondiente análisis físico químico.

La recolección de las muestras se hizo durante el mes de agosto de 1,997 y se obtuvieron muestras en las siguientes salineras:

SALINERA	ZONA DE PRODUCCION
Santa Rita Las Rosas Del pacífico	Zona 1: Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa.
Aguas Marinas Aldea Quechas La Candelaria	Zona 2: Monte Rico, Taxisco, Santa Rosa.
San José El Jardín	Zona 3: Sipacate, La Gomera, Escuintla.
Tecojate	Zona 4: Tecojate, Nueva Concepción, Escuintla.
Puntarenas El Semillero	Zona 5: El Semillero, Tiquisate, Escuintla.
Chichistepeque San Antonio Sinaloa	Zona 6: Tahuexco y Chichistepeque, Santo Domingo, Suchitepequez
El Tulate	Zona 7: El Tulate, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.
Acapán Chapán	Zona 8: Champerico, Retalhuleu.
El Porvenir Tilapa	Zona 9: Tilapa, Ocos, San Marcos.

EQUIPO Y MATERIALES USADOS PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS

- 1.- Bolsas plásticas esterilizadas, en las cuales se depositaron muestras de sal.
- 2.- Ficha de Investigación
- 3.- Rotuladores
- 4.- Etiquetas

ANALISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO:

- 1) Las muestras de sal obtenidas en las nueve zonas de producción, fueron llevadas al laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos, para determinar por medio de un análisis físico químico, el contenido de plomo, cobre y humedad de la sal, utilizando los métodos de ensayo para la sal que rigen las normas centroamericanas del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial-ICAITI-.
- 2) Para la determinación del contenido de plomo y cobre se utilizó el método de Absorción Atómica y para el contenido de humedad se utilizó el método de gravimetría.
- 3) Para el análisis de plomo se procedió de la siguiente manera:
 - a) De cada una de las muestras de sal obtenidas, se pesaron en duplicado 20 gramos de sal, con exactitud de 0.1 miligramos, en balones aforados de 100 mililitros.
 - b) De estas dos muestras de 20 gramos de sal, a una se le agregó 10 mililitros de una solución estándar de adición de plomo de 700 microgramos por mililitro y a la otra no se le agregó nada.
- 4) Para el Análisis de cobre se procedió de la siguiente manera:
 - a) Al igual que para el análisis del plomo, de cada una de las muestras de sal obtenidas, se pesaron en duplicado 20 gramos de sal, con exactitud de 0.1 miligramos, en balones aforados de 100 mililitros.

- b) De estas dos muestras de 20 gramos de sal, a una se le agregó 5 mililitros de una solución de 500 microgramos por mililitro de cobre y a la otra no se le agregó nada.
- 5) Todas las muestras de 20 gramos de sal, tanto para análisis de plomo como para el cobre, se filtraron en papel filtro WHATMAN No. 1 y se leyó su absorbancia * en un espectrofotómetro de absorción atómica, utilizando para el análisis de plomo, una longitud de onda de 217 nanómetros y para el análisis de cobre, una longitud de onda de 324.8 nanómetros.
- 6) Para la determinación del contenido de humedad de cada una de las 17 muestras de sal, se tomaron en duplicado dos gramos de sal, se pesaron las muestras húmedas y luego se colocaron en un horno durante 15 horas a una temperatura de 100 grados centígrados. Después se enfriaron a temperatura ambiente en una desecadora y se pesaron nuevamente las muestras para obtener el peso de las muestras secas. El porcentaje de humedad se obtuvo por diferencia de peso entre la muestra húmeda y la muestra seca. Como el ensayo se hizo en duplicado, se calculó el promedio para cada una de las muestras.
- 7) Los resultados obtenidos del contenido de plomo, cobre y humedad en la sal que se produce en Guatemala, se muestran en el Anexo No. 2.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados del laboratorio se ordenaron, tabularon y analizaron en forma estadística; se ordenaron de acuerdo a los contenidos de plomo, cobre y humedad en forma descendente; calculándose la media aritmética ó promedio en base a fórmulas estadísticas y se representaron en cuadros y gráficas, comparándose el contenido de plomo y cobre con los valores especificados por la Norma Centroamericana del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial ICAITI 34 026h11 y 34 025, y el contenido de humedad con lo especificado por la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR del Ministerio de Economía, para la producción de sal en Guatemala; finalmente se discutieron los resultados obtenidos, para poder definir las conclusiones y hacer las recomendaciones pertinentes.

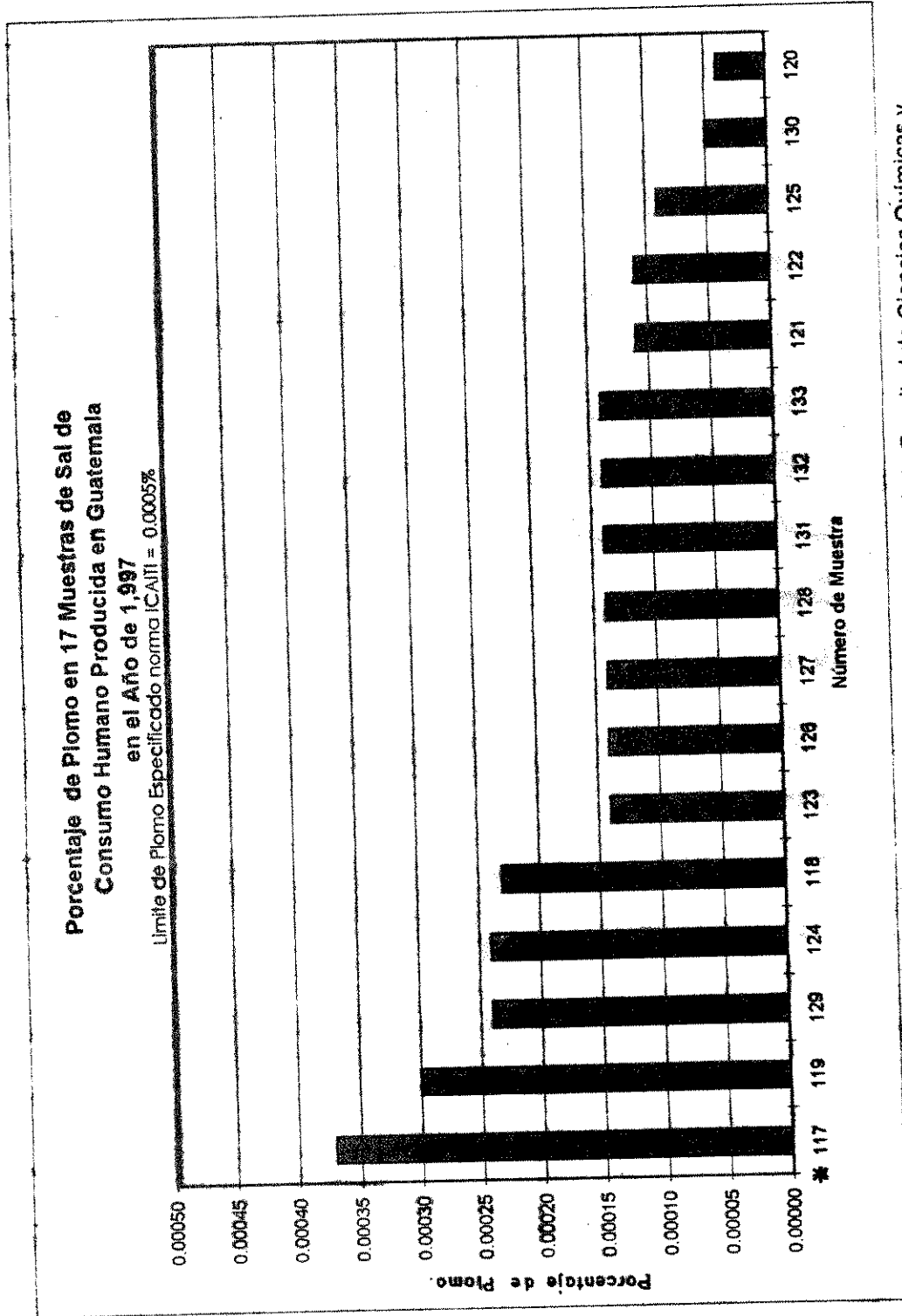
* Absorbancia: es el producto de la absorbencia ó coeficiente de extinción, longitud del trayecto óptico y la concentración analítica de un compuesto.

X PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados obtenidos en la presente investigación, resultados de los cuales se hizo un análisis, y se compararon con las normas Guatemaltecas obligatorias para la producción de sal en Guatemala, establecidas por la Comisión Guatemalteca de Normas, (COGUANOR), del Ministerio de Economía, las cuales fueron publicadas en el Diario Oficial, el 30 de mayo de 1,997, (42) y la Norma Centroamericana del Instituto Centroamericano de Investigación Y Tecnología Industrial (ICAITI). (43).

Los comprobantes de ingreso de las 17 muestras de sal a la Unidad de Análisis Instrumental de La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y los informes de Análisis de Laboratorio del contenido de plomo, cobre y humedad, se presentan en el Anexo No. 2.

GRAFICA No.1



* Número asignado a cada muestra por la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION Y ANALISIS

En el cuadro No. 2 y gráfica No. 1, se muestra en forma descendente los contenidos de plomo encontrados en las 17 muestras analizadas, que van desde un máximo de 0.00037 % hasta un mínimo de 0.00004 %, con diferencias de - 0.00013 a - 0.00046 % con relación al porcentaje permitido.

Todas las muestras presentan contenido de plomo, pero este contenido está dentro del límite permitido por la Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h13 y 34 025) cuyo máximo es de 0.0005 %.

El plomo promedio de las muestras analizadas tiene un valor de 0.000162 % lo cual indica que en promedio todas las muestras están dentro del límite especificado que es 0.0005 %

Se puede concluir que estos valores de contenido de plomo en la sal, no afectan la salud de la población y que sí podría ser apta para flourarse, pues no se observa incompatibilidad, en cuanto a la cantidad se refiere, ya que se encuentran por debajo de los establecidos en las normas.

INTERPRETACION Y ANALISIS

En el cuadro No.3 y gráfica No. 2 se muestran en forma descendente los contenidos de cobre encontrados en las 17 muestras analizadas, que van desde un máximo de 0.0001 % hasta un mínimo de 0.00001 %, con diferencias de - 0.0001 a - 0.000196 % con relación al porcentaje permitido.

Todas las muestras presentan contenido de cobre, pero este contenido está dentro del límite permitido por la Norma Centroamericana (ICAITE 34 026 h13 y 34 025) cuyo máximo es de 0.0002 %.

El promedio de los resultados de contenido de cobre en las muestras analizadas tiene un valor de 0.0000578 % lo cual indica que en promedio todas las muestras están dentro del límite especificado que es 0.0002 %

La cantidad de cobre contenido en la sal está dentro de las normas especificadas y por lo tanto no son perjudiciales para la salud del consumidor y al igual que al contenido de plomo, la sal si podría ser apta para fluorarse, ya que los niveles se encuentran por debajo de los límites establecidos en las Normas para la sal.

CUADRO No. 4

PORCENTAJE DE HUMEDAD ENCONTRADA EN 17 MUESTRAS ANALIZADAS DE SAL COMUN O DE COCINA, DE LAS NUEVE ZONAS DE PRODUCCION DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA, AÑO DE 1,997.

No. DE MUESTRA	% DE HUMEDAD ENCONTRADO *	DIFERENCIA **
133	13.27	+ 5.77
132	9.65	+ 2.15
131	8.73	+ 1.23
125	7.76	+ 0.26
129	6.83	- 0.63
124	6.46	- 1.04
120	6.34	- 1.16
121	6.07	- 1.43
119	5.86	- 1.64
128	5.74	- 1.76
126	5.40	- 2.10
130	5.38	- 2.12
123	5.21	- 2.29
118	4.97	- 2.53
127	4.63	- 2.87
117	4.30	- 3.20
122	1.44	- 6.06

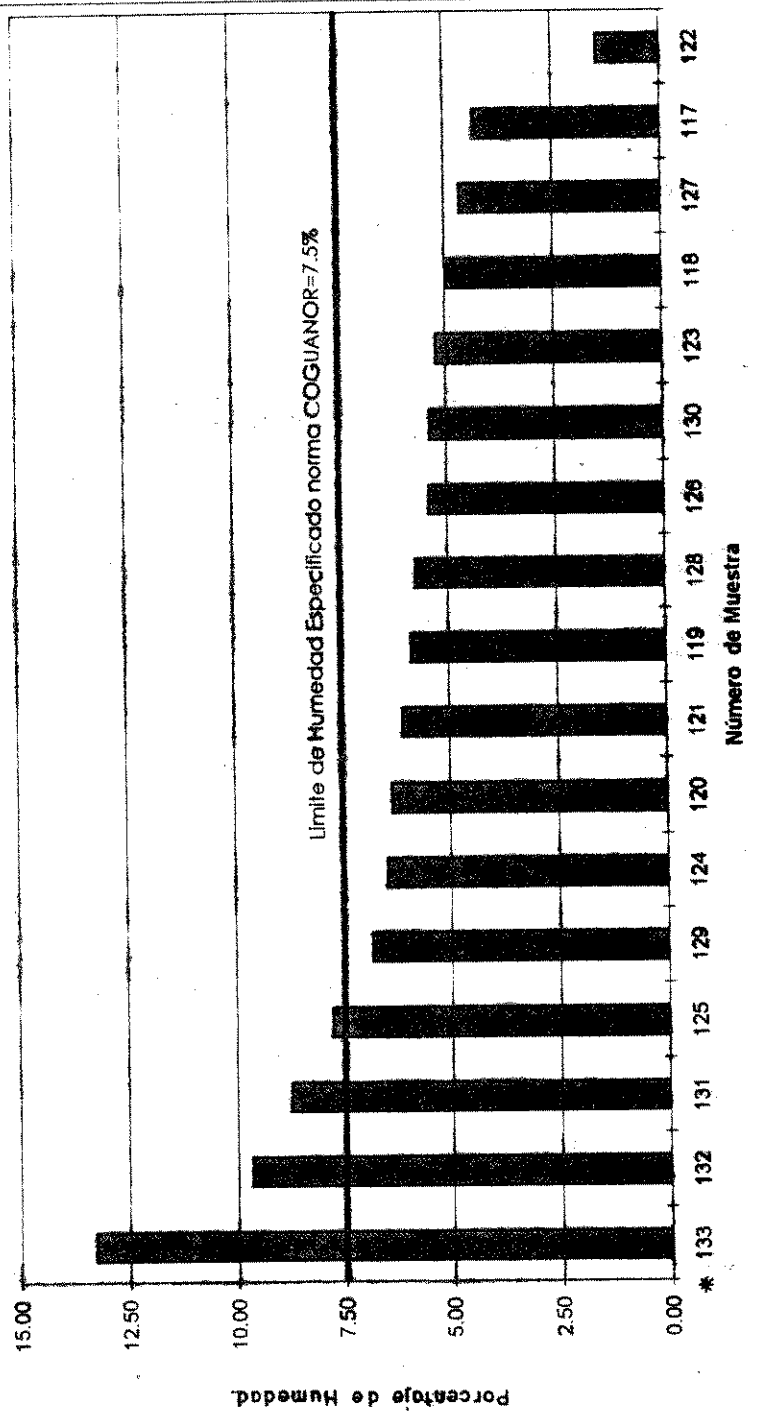
FUENTE: Unidad de Análisis Instrumental, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

* El porcentaje permitido por la Norma Guatemalteca Obligatoria de la Comisión Guatemalteca de Normas, (COGUANOR), es de 7.50 % máximo.

** Diferencias calculadas de la resta del porcentaje normal permitido a lo encontrado.

GRAFICA No.3

Porcentaje de Humedad en 17 Muestras de Sal de Consumo Humano producida en Guatemala en el Año de 1,997



* Número asignado a cada muestra por la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION Y ANALISIS

En el cuadro No. 4 y gráfica No. 3 se muestra en forma descendente los contenidos de humedad encontrados en las 17 muestras analizadas que van desde un máximo de 13.27 % hasta un mínimo de 1.44 %, con diferencias de + 5.77 a - 6.06 con relación al porcentaje permitido.

De éstas, 4 de ellas están por encima del límite permitido, que es de 7.50 %, con diferencias que van de + 5.77 % hasta un + 0.26 % y de las cuales las 3 que tienen el más alto contenido de humedad corresponden a las muestras obtenidas en la zona de producción No. 1, de Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa y la cuarta corresponde a una de las salineras de Sipacate, La Gomera, Depto. de Escuintla.

Estas 4 muestras representan el 23.53 % del total de las muestras analizadas.

Las restantes 13 muestras y que representan el 76.47 % del total de las muestras analizadas, están dentro del límite permitido, con diferencias que van desde -0.63 hasta -6.06 .

El % de humedad promedio ó media de las 17 muestras analizadas tiene un valor de 6.355 %, lo cual indica que en promedio, todas las muestras están dentro del máximo permisible.

La muestra que presentó menor contenido de humedad es la No. 122 y corresponde a la salina San Antonio Sinaloa, en el Departamento de Suchitepequez con un contenido de humedad de 1.44 %.

Por la tanto y tomando en cuenta la variación de humedad de la sal estudiada ó analizada, podemos decir que la sal que se produce en Guatemala no está apta para fluorarse ya que no habrá homogenización del fluor en presencia de humedad, afectando por consiguiente a toda la población que consume un producto de necesidad básica bajo en calidad.

CUADRO No. 5

RESUMEN POR ZONAS, DE LAS 17 MUESTRAS ANALIZADAS DE SAL COMUN O DE COCINA, Y QUE FUERON OBTENIDAS EN LAS NUEVE ZONAS DE PRODUCCION EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA, EN EL AÑO DE 1,997.

No. MUESTRA	% DE PLOMO	% DE COBRE	% DE HUMEDAD	ZONA DE PRODUCCION
131	0.00014	0.0001	8.73	Zona 1: Casa Viejas, Chiquimulilla , Santa Rosa
132	0.00014	0.0001	9.65	
133	0.00014	0.0001	13.27	
127	0.00014	0.000022	4.63	Zona 2: Monte Rico, Taxisco Santa Rosa
128	0.00014	0.00001	5.74	
124	0.00024	0.0001	6.46	Zona 3: Sipacate, La Gomera, Esc.
125	0.00009	0.0001	7.76	
123	0.00014	0.000016	5.21	Zona 4: Tecostrate, Nueva Concepción, Esc.
119	0.00030	0.000023	5.86	Zona 5: El Semillero, Tiquisate, Escuintla.
129	0.00024	0.00003	6.83	
117	0.00037	0.0001	4.30	Zona 6: Tahuexco Chichistepeque Santo Domingo, Suchitepéquez
122	0.00011	0.000015	1.44	
121	0.00011	0.000024	6.07	Zona 7: Tulate San Andrés V.S Retalhuleu.
118	0.00023	0.0001	4.97	Zona 8: Champerico, Retalhuleu.
126	0.00014	0.0001	5.40	
120	0.00004	0.000004	6.34	Zona 9: Tilapa, Ocos, San Marcos.
130	0.00005	0.00004	5.38	

FUENTE: Unidad de Análisis Instrumental, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION Y ANALISIS DEL CUADRO No. 5

CONTENIDO DE PLOMO:

Todas las muestras analizadas presentaron un contenido de plomo, pero éste es menor al especificado en la Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h13 y 34 025) cuyo máximo es de 0.0005 %, y por lo tanto no son perjudiciales para la salud del consumidor y por lo tanto la sal si podría ser apta para fluorarse, ya que los niveles se encuentran por debajo de los límites establecidos.

CONTENIDO DE COBRE:

Todas las muestras analizadas presentaron un contenido de cobre, pero éste es menor al límite especificado por la Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h13 y 34 025) cuyo máximo es de 0.0002 % y por lo tanto no son perjudiciales para la salud del consumidor y al igual que al contenido de plomo, la sal si podría ser apta para fluorarse, ya que los niveles se encuentran por debajo de los límites establecidos.

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Las muestras de sal que presentaron mayor contenido de humedad corresponden a la zona 1 de Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa, con un promedio de 10.55 %, y equivalen al 17.65 % del total de muestras analizadas, seguidas de las muestras de la zona 3, Sipacate, La Gomera, Depto. de Escuintla, con un promedio de 7.11 %.

Las muestras que presentaron menor contenido de humedad, corresponden a la zona 6 de Tahuexco y Chichistepeque, de Santo Domingo, Suchitepéquez, con un promedio de 2.87 %, seguidos por las muestras de la zona 2, de Monte Rico, Taxisco, Santa Rosa y zona 8 de Champerico, Retalhuleu, con un promedio de 5.18 % cada una.

En promedio, todas las 17 muestras están dentro del máximo permisible.

XI DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Este trabajo se hizo con el fin de realizar un estudio que aportara datos sobre el contenido de contaminantes presentes en la sal de consumo humano ó sal común, específicamente plomo y cobre, así como el contenido de humedad, con el propósito de comprobar si la sal que se produce y consume en Guatemala cumple con los requisitos mínimos necesarios para poder implementar un programa de fluoruración de la sal; para ello se obtuvieron 17 muestras de sal directamente recolectadas en las salineras de las nueve zonas de producción que actualmente existen en Guatemala y que están localizadas en la costa del Pacífico.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

CONTENIDO DE PLOMO:

Todas las muestras analizadas presentaron un contenido de plomo, pero éste es menor al especificado en la Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h13 y 34 025) cuyo máximo es de 0.0005 %, y por lo tanto no son perjudiciales para la salud del consumidor por lo que la sal si podría ser apta para fluorarse, ya que los niveles se encuentran por debajo de los límites establecidos.

En promedio las cantidades de plomo encontradas en las 17 muestras analizadas fué de 0.000162 % que está muy por debajo del límite permitido que es 0.0005 %.

CONTENIDO DE COBRE:

Todas las muestras analizadas presentaron un contenido de cobre, pero éste es menor al límite especificado por la Norma Centroamericana (ICAITI 34 026 h13 y 34 025) cuyo máximo es de 0.0002 % y por lo tanto no son perjudiciales para la salud del consumidor y al igual que al contenido de plomo, la sal si podría ser apta para fluorarse, ya que los niveles se encuentran por debajo de los límites establecidos.

En promedio las cantidades de cobre encontradas en las 17 muestras analizadas fué de 0.0000578 % que está muy por debajo del límite permitido que es 0.0002 %.

CONTENIDO DE HUMEDAD:

Los contenidos de humedad encontrados en las 17 muestras analizadas van desde 1.44 % hasta un máximo de 13.27 %, con diferencias de -6.06 a + 5.77 con relación al porcentaje permitido por la Norma Guatemalteca Obligatoria, COGUANOR NGO 34 024, que es de un máximo de 7.50 % (m/m) para la sal de cocina.

De las 17 muestras analizadas, 4 de ellas están por encima del límite permitido, con diferencias que van desde + 0.26 % hasta un máximo de + 5.77 % y de las cuales las 3 que tienen el más alto contenido de humedad corresponden a las muestras obtenidas en la zona de producción No. 1, de Casas Viejas, Chiquimulilla, Santa Rosa.

Estas 4 muestras representan el 23.53 % del total de las muestras analizadas.

Las restantes 13 muestras y que representan el 76.47 % del total de las muestras analizadas, están dentro del límite permitido.

La media de las 17 muestras analizadas tiene un valor de 6.355 %, lo cual indica que en promedio, todas las muestras están dentro del máximo permisible.

Entre las 17 muestras de sal analizadas solamente cuatro están fuera del límite permitido por COGUANOR que es de 7.50 % , por lo tanto podemos decir que el 76.47 % de la sal que se produce en Guatemala está apta para fluorarse.

4. Todas las muestras analizadas en el laboratorio satisfacen las especificaciones en cuanto al contenido de contaminantes como lo son el plomo y el cobre.
5. En cuanto a humedad, el 76.47 % de las muestras de sal analizadas cumplen con el porcentaje especificado del contenido de humedad que es 7.50 % y el 23.53 % tienen un porcentaje de humedad mayor a lo permitido.
6. Se puede concluir que en lo relativo a plomo y cobre, la sal que se produce en Guatemala, está apta para ser fluorada.
Sin embargo, en cuanto a humedad el 76.47 % sería apta para ser fluorada, pero el 23.53 % restante no lo es, ya que la humedad dificulta una buena adherencia y/o homogenización de los fluoruros a los cristales de sal.

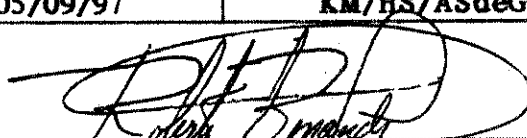
A N E X O No. 2



CULTAD DE CC. QQ. Y FARMACIA

Edificio "T-12"

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 4769844 y 4760790 al 94 ext. 274		INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO	
Nombre común o comercial de la muestra Sal de diferente procedencia		Marca o código del remitente ****	
No. registro: De 9708117 a 9708133 Origen (remitente): Miriam Maldonado de Gómez Referencia: ****			
Fecha recepción 25/08/97	Muestras recibidas por ASdeG	Tipo de recipiente Bolsas plásticas	Peso neto ***
Determinaciones solicitadas Humedad, Cobre y Plomo			
RESULTADOS DE ANALISIS Adjuntos al presente informe.			
Conclusiones y recomendaciones Según Norma Centroamericana ICAITI 34025, los límites permitidos de cobre y plomo en sal son de 0.0002 max. y 0.0005 max. respectivamente. Por lo anterior se concluye que las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites aceptables por la Norma mencionada.			
Fecha terminado 05/09/97	Analista KM/HS/ASdeG	Ref Registro Analítico UAI-a/47-59	
Firma 		Recibido	

Original Cliente/Copia UAI



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE CC.QQ. Y FARMACIA, ESCUELA DE QUIMICA
 UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL -UAI-
 Teléfono Directo: 4769844

COMPROBANTE INGRESO DE MUESTRAS -UAI-

EMPRESA/INSTITUCION: Facultad de Odontología/USAC		
No. RECIBO ***	TELEFONO:	NIT:
DIRECCION:		
NOMBRE SOLICITANTE: Miriam Maldonado de Gómez		
DESCRIPCION Y PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS: Muestras de sal de diferente procedencia: 9708117 - Salinas Chichistepeque-Suchitepequez. 9708118 - Salinas Acapán - Champerico, Retalhuleu. 9708119 - Salinas Cooperativa Puntarenas - El Semillero, Tiquisate. 9708120 - Salina el Porvenir - Zona Tilapa. 9708121 - Salinas El Tulate, San Andrés Villaseca - Retalhuleu. 9708122 - Salinas Sn. Antonio - Sinaloa, Suchitepequez. 9708123 - Salinas Tecojate - Nva. Concepción, Escuintla. 9708124 - Salinas Sn. José - Zona Sipacate. 9708125 - Salinas El Jardín - Zona Sipacate. 9708126 - Salinas Chapán - Zona Champerico. 9708127 - Salinas Aguas Marinas - Aldea Las Quechas, Monte Rico, Taxisco. 9708128 - Salina La Candelaria - Monte Rico. 9708129 - Salina Cooperativa El Semillero - Tiquisate. 9708130 - Salina Tilapa - Zona Tilapa.		
ANALISIS SOLICITADO: Humdad, Cobre, Plomo		
CANTIDAD DE MUESTRAS: 14	COSTO/ANALISIS	COSTO TOTAL Q.600.00
RECIBIDO POR: ASdeG	Fecha: 25/08/97	
No(s) Registro: 9708117 a 9708130		

ORIGINAL cliente/ copia UAI

121B	0.020	0.15	14.17	85.68	0.00009
122A	0.019	0.10	14.97	85.68	0.00009
122B	0.020	0.15	15.24	128.88	0.00013

CURVA COBRE 4/09/97

CONC (ppm)	ABS.
1	0.044
2	0.106
3	0.142
5	0.234
7	0.317

Y = mX + C
X = (Y-C)/m

Regression Output:

Constant	0.0078103
Std Err of Y Est	0.0075405
R Squared	0.9963278
No. of Observations	5
Degrees of Freedom	3

X Coefficient(0.04466379
Std Err of Coe 0.00156551
79.26

Muestra	ABS.	Conc. ug/mL	Peso Muestra Seca	%rec. ugCu/100g	% de Cu
117A	0.189	4.057	14.40	3554.60	
117B	0.185	3.967	14.49	3453.29	
117C	0.012	0.094	14.96	79.09	0.0001
118A	0.190	4.079	14.80	3477.88	
118B	0.192	4.124	14.59	3566.14	
118C	0.014	0.139	14.31	122.15	0.0001
119A	0.185	3.967	14.18	3530.87	
119B	0.009	0.027	14.45	23.26	0.000023
120A	0.189	4.057	14.14	3620.21	
120B	0.008	0.004	14.26	3.76	0.000004
121A	0.114	2.378	14.28	2100.12	
121B	0.009	0.027	14.14	23.76	0.000024
122A	0.132	2.781	14.97	2343.10	
122B	0.007	-0.018	15.24	-15.02	-0.000015
123A	0.152	3.228	14.24	2859.84	
123B	0.007	-0.018	14.45	-15.85	-0.000016
124A	0.179	3.833	14.13	3422.69	
124B	0.011	0.071	14.57	61.84	0.0001
125A	0.176	3.766	14.19	3347.10	
125B	0.012	0.094	14.24	83.12	0.0001
126A	0.177	3.788	14.29	3343.51	
126B	0.001	-0.152	14.61	-131.67	-0.0001
127A	0.174	3.721	14.42	3256.70	
127B	0.009	0.027	14.94	22.49	0.000022

CURVA COBRE 05/09/97

Regression Output:

CONC (ppm)	ABS.
1	0.072
2	0.161
3	0.239
5	0.363
7	0.508

Constant	0.012853
Std Err of Y Est	0.011033
R Squared	0.995888
No. of Observations	5
Degrees of Freedom	3

$Y = mX + C$

$X = (Y-C)/m$

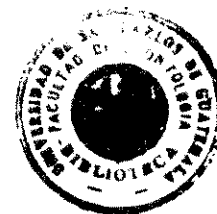
X Coefficient(s)	0.0710129
Std Err of Coef.	0.0022906

79.26

Muestra	ABS.	Conc. ug/mL	Peso Muestra Seca	%rec. ugCu/100g	% de Cu
128A	0.306	4.128	14.31	3640.23	
128B	0.014	0.016	14.19	14.35	0.00001
129A	0.308	4.156	13.68	3832.00	
129B	0.015	0.030	14.48	26.34	0.00003
130A	0.300	4.044	15.48	3296.35	
130B	0.016	0.044	14.31	39.05	0.00004
131A	0.298	4.015	13.28	3815.76	
131B	0.018	0.072	14.20	64.40	0.0001
132A	0.310	4.184	14.53	3633.54	
132B	0.019	0.087	14.17	77.07	0.0001
133A	0.289	3.889	13.91	3527.96	
133B	0.017	0.058	13.47	54.68	0.0001

XIV B I B L I O G R A F I A

1. Actividad de la enzima porfobilinógeno sintetasa en sangre, hígado y riñón de ratas intoxicadas con plomo. Rev Clin Esp 151 (3): 183-186, 1978.
2. Alcalis de Colombia Limitada. Programa, desarrollo, ejecución y control de la yodización y fluoruración de la sal para consumo humano. Santa Fé de Bogotá, Colombia, s.e. 1991. 30 p.
3. Alma, Ata. Atención Primaria en salud. Informe de la Conferencia Intenacional sobre atención primaria en salud. Ginebra, OMS, Septiembre, 1978. pp 51-60.
4. Aquino Esteban, N. Prevención en Odontología. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Operatoria y ONA, Mayo, 1985. 14p.
5. Aquino Esteban, N. Proyecto de factibilidad para el fortalecimiento de la sal de consumo humano con flúor y yodo. Informe final del año sabático. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, 1993. pp 43-53.
6. Arreaga N., H. y A. Romero. Intoxicación plúmbica industrial en los laborantes de fábricas de acumuladores de automóviles en la Ciudad de Guatemala, 1977. Guatemala, Editorial Universitaria, 1980. 48 p. (Serie Separatas Anuario, Vol 32).
7. Aquino Esteban, N. Informe a la Fundación W.K. Kellogs. Del Seminario Viajero, concedido a la Comisión Nacional Para La Fortificación de la sal de Consumo Humano con Flúor y Yodo en la República de Guatemala. Antigua Guatemala. Octubre, 1992. 24p.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS DE SAN CARLOS
SER

8. _____, R. Sánchez Avila, y D. Arroyave R.
Utilización de la sal de consumo humano como vehículo de nutrientes esenciales para el hombre: Fluoruro y Yodo. Rev Fac Odont USAC 3: 2-7, Nov 1991.
9. Ayres, Gilbert H. Análisis químico cuantitativo. 2da. ed. México, Harla, 1970. pp. 209-215.
10. Bianchini Pirera, F. Metabolismo de los fluoruros. En: Memoria II Curso de formación de líderes. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la Sal, 1992. pp 31-40.
11. Caal Alvarez, N. G. y A. M. Dardón S. de Molina. Consumo de sal por persona y por día en los lugares que tienen niños en el nivel escolar primario de la región Central de la República de Guatemala. Tesis (Cirujano Dentista). Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. 78p.
12. Cabrera, A. Manejo de zonas con flúor natural en las aguas de consumo. En: Memoria II Curso de Formación de Líderes. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la Sal, 1992. pp 101-102.
13. Colombia, Ministerio de Salud. Fluoruración de la sal de consumo humano en Colombia. Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1987. 16p.
14. Costa Rica, Ministerio de Salud. Norma oficial para la sal de calidad alimentaria. Gaceta No. 93-18959 MIEC-S. 16 de mayo 1989. 9p.
15. Criterios de salud ambiental 3, plomo. Washington, Organización Panamericana de la Salud, 1979. 169 p. (Publicación Científica No. 388).
16. Darmstadt, E. M. Métodos complexométricos de valoración con titriplez. 3era. ed. s.d.e. 1971. pp 33-34.
17. _____. Merck Standards. 3era. ed. s.d.e. 1971. 394 p.



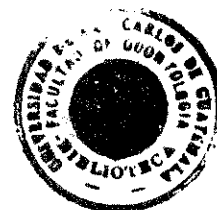
18. De León Leal, M. E. Determinación de ácido Delta Aminolevolínico urinario como diagnóstico de la intoxicación crónica por Plomo. Tesis (Químico Biólogo). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1980. 55p.
19. De León, O. Desarrollo de nuevas tecnologías para explotación, producción y distribución de la sal. en: I Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la sal de consumo humano. Informe Final. Guatemala, OPS, Nov de 1986. pp324-338.
20. Denton Scott, J. En defensa de la Sal. México, Selecciones del Reader's Digest. Tomo XCVIII. Marzo 1, 1989. pp 37-40.
21. Determinación del plomo en la sangre del cordón umbilical en recién nacidos normales. Arc Invest Med (México) 12(4): 457-461, 1981.
22. Díaz Monroy, J. E. Exposición al plomo por contaminación ambiental, determinación de la razón de actividad sanguínea de la enzima alfa-aminolevulinico-dehidratasa, en niños expuestos al plomo y a un grupo de control. Tesis (Médico y Cirujano) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Médicas, 1983. 69 p.
23. Díaz Williams. G. Monitoreo Biológico de ingesta y excreción de flúor. Costa Rica, Programa de Fluoruración de la Sal. 1992. 22p (Manual Técnico No. 2).
24. Diccionario de la Lengua Española. 19a. ed. España, Espasa Calpe. 1970. 1424 p.
25. Enciclopedia de Tecnología Química. México, UTEHA, 1961. Vol. 12 pp 741-776.
26. -----, Monitoreo biológico para la evaluación de ingesta y excreción de flúor. En: Memoria II curso de formación de Líderes. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la Sal, s.e. 1992. pp 83-91.



27. Diccionario Geográfico de Guatemala. 2a. ed. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1989. Tomo I pp 84-85. 101-102. tomo II pp 78-79. 132-133. 157-159. 162-163. 171-172.
28. Flores Morales, A. M. Dosificación de la concentración de plomo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica. Tesis (Químico Farmacéutico). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1980. 41p.
29. Flores, R., A. Noguera, J. Matute. Diseño muestral en la encuesta sobre suficiencia de yodo en Centro América y Panamá. Informe de la reunión de trabajo del grupo técnico OPS/INCAP-UNICEF-INSP-ICC/IDD, sobre control de los desórdenes por deficiencia de yodo en América Latina, Guatemala, 1989. 72p.
30. García de Alba, J. E., F. Rivas-Solis y N. Olivares. Concentración de plomo en el cabello. Salud Pública de México 25(4): 393-399.
31. Gómez, J. Control y seguimiento de la fluoruración de la sal. En: Memoria II Curso de Formación de Líderes. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la Sal, 1992. pp 71-80.
32. Gómez Salgado, J. y S. Quiroz Rojas. Procedimiento para análisis de flúor y evaluaciones de la calidad de la sal de consumo. Costa Rica, Programa de Fluoruración de la Sal, s.e. 1992. 47p (Manual Técnico No. 1.)
33. _____. Calidad de la sal para consumo doméstico en Costa Rica. Fluoruración al Día 3:9-12, Ene.-Dic. 1993.
34. González, M. Epidemiología de la salud-enfermedad estomatológica y necesidades de servicio estomatológico en la población Guatemalteca. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación, 1990. 18p.



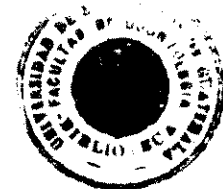
35. González, M. Epidemiología de la caries dental y enfermedad periodontal en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. Departamento de Educación, 1989. pp 27-54. (Cuadernos de Investigación 5-89).
36. González, N. Determinación de la cantidad de sal de cocina que consumen las personas por día en grupos familiares que residen permanentemente en el municipio de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1994. 53p.
37. ----- . Fluorosis dental en Guatemala. Epidemiología y Caracterización. Guatemala, Investigación, 1989. pp 55-90 (Cuadernos de Investigación 5-89).
38. González, R. Aspectos administrativos en programas de Fluoruración de la Sal. En: Memoria II Curso de Formación de Líderes. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la sal, s.e. 1992. pp 9-14.
39. ----- . Fluoruración de la sal en Centro América y Panamá su problemática, algunos comentarios y sugerencias. Fluoruración al Día. 4:7, Ene.-Dic. 1994.
40. González Salazar, L.e. Determinación de plomo (Pb) y Cadmio (Cd) por Espectrofotometría de absorción atómica en pastas dentales. Tesis (Químico Farmacéutico). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1990. 72p.
41. Guatemala, Congreso de la República. Decreto No. 44-92 Ley general de enriquecimiento de alimentos. Diario de Centro América, Tomo CCXLV. 24 de noviembre de 1992. pp 377-378.
42. Guatemala, Ministerio de Economía, Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). Norma Guatemalteca Obligatoria, Sal yodada para consumo humano. Guatemala, may. 1997. 11 p.



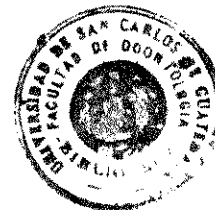
43. Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). Métodos de ensayo para la sal. Guatemala, 1997. 37 p.
44. Gudiño Fernández, S. L. La caries dental y los fluoruros. En: Memoria II curso de formación de líderes. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la Sal, 1992. pp 55-56.
45. López Pineda, V.M. Concentración de fluoruro en la orina de escolares del nivel primario de la República de Guatemala inscritos en el año 1994. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1994. pp. 9-16.
46. Marquez-Mayaudon, E. Salud ocupacional II. Salud Pública de México 20 (3):267-271, May-jun 1978.
47. Marthaler, T.M. Estudios preparatorios en relación a la factibilidad y financiamiento de la fluoruración y yodación de la sal en la prevención de las caries. En: I Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. Informe final. Guatemala, OPS, Noviembre 1986. pp 415-417.
48. _____ . Fluoruración de la sal en Suiza. En: I Reunión de Expertos Sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. Informe final. Guatemala, OPS, Noviembre 1986. pp 231-237.
49. Medinilla Aldana, B.E. Evaluación comparativa de la determinación de los niveles sanguíneos de Protoporfirinas y Ala Deshidratasa para el diagnóstico de la intoxicación por plomo en ratas. Tesis (Químico Farmacéutico). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1984. 53p.
50. México Diario Oficial de la Federación. Reglamento de la ley general de salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. Tomo CDXII No. 11 18 de enero de 1988. 9p.



51. Morales Urutia, M. La división política y administrativa de la República de Guatemala. Guatemala, Editorial Iberia, Gutemberg 1961. pp 331-386. Tomo I y II 757-810.
52. Memoria II Curso de Formación de Líderes. Aspectos generales de los programas de Fluoruración de la sal. Costa Rica, Programas de la Fluoruración de la Sal, 1992. pp 31-40.
53. Memoria I Curso de Formación de Líderes. Aspectos generales de los programas de fluoruración de la sal. Costa Rica, Programas de Fluoruración de la sal, 1991. pp 46-146.
54. Paniagua de Guñiel, D.R. Determinación de plomo en la cerámica vidriada típica de Guatemala. Tesis (Químico Biólogo). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1976. 42p.
55. Pimentel de Ortega, M.J. Determinación de plomo en sangre. Tesis (Químico Farmacéutico). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1976. 26p.
56. Pinto Paiz, M.E. Determinación de residuos de plomo en materia prima y productos enlatados de tomate y frijol. Tesis (Químico Farmacéutico). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1983. 79p.
57. Pérez González, E.E. Diagnóstico y tratamiento odontológico de ribete gingival o ribete de Burton, en trabajadores de fábricas de acumuladores de la Ciudad de Guatemala. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1984. 57p.
58. Ramos Saez-Prado, G. Doble fortificación de la sal con yodo y flúor. En: Memoria II Curso de Formación de Líderes. Costa Rica. Programas de Fluoruración de la Sal, 1992. pp 43-45.



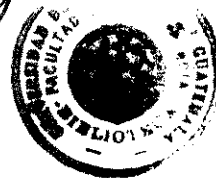
59. Revisión sobre la investigación y estudios de aplicación práctica de la fluoruración de la sal como una medida de tiempo masivo de la prevención de la caries dental. Washington, OMS/OPS, Sección Dental, División de Salud y Familia, 1979, (Documento FDH/76) 13p.
60. Roviralta Redondo, G. Factores en la producción de sal fortificada con yodo y flúor. En: I Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano, Informe final. Guatemala, OPS, Noviembre de 1,986. pp 178-202.
61. Saenz, F. Papel de las Facultades de Odontología en programas de Fluoruración de la sal. Organó oficial del programa Fluoruración de la sal. Costa Rica 1(2):1-4, Sept 1991-Feb 1992.
62. Salas, M.T. Efecto del consumo de sal fluorurada sobre la concentración de fluor en la leche materna. Fluoruración al Día 1(1):19-22, Mar.-Ag. 1991.
63. Salas Pereira, M. T. Efectividad del programa fluoruración de la sal en la redacción de la caries dental. Organismo Oficial del programa Fluoruración de la Sal en Costa Rica 2:10-13, Mar 1992/Dic 1992.
64. Samayoa Sosa, M. N. Estudio sobre producción, procesamiento, distribución de la sal de mesa en Guatemala y su posible utilización como medio de fluoruración. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1984. 87p.
65. Sánchez Rosal, J. E. Relación entre la concentración de fluoruro en el agua de consumo y la excreción y concentración de fluoruro en orina en una muestra de escolares de las fincas bananeras del municipio de los Amates, Izabal. Tesis (Cirujano dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1992. 118p.



66. Suarez, F. Colombia, fortificación de la sal con yodo y fluor. En: I Reunión de expertos sobre fluoruración y yodación de la sal de consumo humano. Informe final. Guatemala, OPS, Nov. de 1986. pp350-375.
67. Vásquez de Quiñonez, E. M., R.M. , Ponce y D. Arroyave R. Taller utilización de la sal de consumo humano como vehículo de nutrientes esenciales para el hombre fluoruro y yodo. Relato Final. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, octubre de 1991. 130p.
68. Vega Franco, L., C. Meza Camacho y M. Flores T. Contenido de plomo en la leche evaporada. Bol Med Hosp Infantil México 34(5):1131-1134, Sep-Oct 1977.
69. Vega Franco, L., C. Meza y Alanis. Nivel de plomo en la sangre y su concentración en la leche ingerida. Salud Pública de México 20:343-345, 1978.
70. Vega Franco, L., M. L. Flores Terres y C. Meza. Concentración de plomo en jugos de frutas envasados en recipientes de hojalata. Salud Pública de México 23 (5): 583-591, Sep-Oct 1979.
71. Venkatesh M., M.G. y H.L. Bradley. Pautas para el establecimiento de instalaciones de sal solar, elaborado a partir de agua de mar, salmuera subterránea y agua de lagos salados. Estados Unidos de América, ONUDI, 1983-84. pp 1-20.
72. Villegas Q., M.A. Aspectos generales del clima. El clima de Guatemala. Guatemala, INSIVUMEH, 1978. pp 22-26.
73. Willard, Hobart H., Merritt Jr., Lynne L. Métodos instrumentales de análisis. México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1991. pp. 157-165.

Vo. Bo.

[Handwritten signature]



Myriam E. de G.
MYRIAM ELIZABETH MALDONADO CIFUENTES DE GOMEZ
SUSTENTANTE

[Signature]
DR. EDGAR SANCHEZ RODAS
ASESOR

[Signature]
DR. JOSE GUILLERMO ORDONEZ M.
COMISION DE TESIS



[Signature]
DR. AXEL POPOL OLIVA
COMISION DE TESIS

IMPRIMASE:

[Signature]
DR. CARLOS ALVARADO CEREZO
SECRETARIO GENERAL
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca C