

DETERMINACION E IDENTIFICACION DE IMPUREZAS DE LA SAL DE CONSUMO
HUMANO EN DIEZ DEPARTAMENTOS DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA,
INVESTIGACION PREVIA AL PROGRAMA DE FLUORURACION DE LA SAL.

Tesis presentada por:

LAURA GUISELA JUAREZ SALGUERO

ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO,
PREVIO A OPTAR AL TITULO DE

CIRUJANO DENTISTA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1995

09
T(1707)
c.4

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Jorge Martínez Solares
Vocal Primero:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo
Vocal Tercero:	Dr. Víctor Manuel Campollo Zavala
Vocal Cuarto:	Dr. Alejandro Manuel Palomo Cortéz
Vocal Quinto:	Br. Sergio Estuardo Juárez Paiz
Secretario:	Dr. Manuel Andrades Bourdet

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Jorge Martínez Solares
Vocal Primero:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Norman Aquino Estéban
Vocal Tercero:	Dr. Edgar A. Sánchez Rodas
Secretario:	Dr. Manuel Andrade Bourdet

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por toda su bendición.

A MIS PADRES:

Ing. Agr. Rogelio Juárez Salinas
Profa. Ilma Guisela Salguero de Juárez
Por ser ejemplo de trabajo, honradez y amor.

A MI ESPOSO:

Alan Roberto Samayoa Menéndez
Por su apoyo incondicional.

A MI HIJA:

Andrea Carolina Samayoa Juárez
Con todo mi amor.

A MIS HERMANOS:

Carolina Juárez de Melgar
José Ernesto Juárez Salguero
Con amor especial.

A MIS TIOS:

En especial a Aura Salinas de Rivera

A MIS PRIMOS Y AMIGOS:

Telma Villanueva, Miriam Maldonado de Gómez,
Ingrid de González y Luis Fernando González.

A MI FAMILIA EN GENERAL:

Porque siempre están presentes.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Dr. Norman Aquino Estéban
Ing. Agr. Rogelio Juárez Salinas
Por su ayuda en la elaboración de esta tesis.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, EN ESPECIAL A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA POR ABRIRME SUS PUERTAS PARA EL LOGRO DE MI REALIZACION PROFESIONAL.

A MIS CATEDRATICOS.

Agradecimientos por sus enseñanzas.

A MIS ASESORES.

Por el tiempo, consejos y experiencia, que me dieron aliento para culminar este trabajo.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado: DETERMINACION E IDENTIFICACION DE IMPUREZAS EN LA SAL DE CONSUMO HUMANO EN DIEZ DEPARTAMENTOS DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA. INVESTIGACION PREVIA AL PROGRAMA DE FLUORACION DE LA SAL, 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 en especial al Dr. Norman Aquino Estéban, Ing. Agrónomo Rogelio Juárez Salinas, por su orientación, corrección y asesoramiento de éste trabajo de investigación.

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

He dicho.

INDICE

CAPITULO	TEMA	PAGINA
I	INTRODUCCION	2
II	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
III	JUSTIFICACION	6
IV	REVISION DE LITERATURA	7
V	OBJETIVOS	43
VI	DEFINICION DE VARIABLES	44
VII	INDICADORES DE VARIABLES	46
VIII	METODOLOGIA	47
IX	PRESENTACION DE RESULTADOS	52
X	CONCLUSIONES	68
XI	RECOMENDACIONES	69
XII	BIBLIOGRAFIA	70

SUMARIO

La presente investigación se realizó en diez cabeceras departamentales de la república de Guatemala, de donde se recolectaron treinta muestras al azar, de las cuales se seleccionaron siete por sugerencia de la Licenciada Jefe de la Unidad de Análisis Instrumental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por juzgarse innecesario analizar muestras de la misma casa comercial.

A las muestras debidamente etiquetadas se les adjuntó su respectiva ficha y fueron sometidas a análisis de laboratorio en los que se determinó lo siguiente: impurezas, substancias insolubles, humedad y tamaño de grano.

Los resultados de laboratorio fueron ordenados, tabulados y analizados estadísticamente, pudiéndose observar que de todas las muestras analizadas ninguna satisface totalmente las normas con las que se compararon.

I. INTRODUCCION

La sal de consumo humano se está utilizando en varias partes del mundo como una alternativa para llevar fluoruros y otros micronutrientes al organismo humano, con el objetivo de prevenir la ocurrencia de enfermedades de alta prevalencia como lo es la caries dental, especialmente en los países en vías de desarrollo.

Para que la sal pueda servir como vehículo de fluoruros debe tener ciertas condiciones físico-químicas, para que realmente lleve el beneficio deseado al que la consume.

El presente trabajo se refiere a un estudio de campo que se realizó en los mercados cantonales de cabeceras departamentales, en las que se recolectaron muestras de sal destinadas al consumo humano; con el objeto de establecer la calidad de la misma en lo que se refiere a la presencia de impurezas, cantidad de sustancias insolubles, grado de humedad y el tamaño de grano.

Estas muestras se llevaron a la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el que de acuerdo a técnicas preestablecidas se hicieron los análisis físico-químicos y los resultados se analizaron a la luz de las normas existentes, para delimitar si la sal reúne los requisitos mínimos para considerarse

para el consumo humano y por lo consiguiente, para que se le pueda adicionar fluoruros y que ésta, al llegar al consumidor logre sus objetivos de proporcionar las dosis óptimas de fluoruros al organismo. (11).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala como en muchos países en vías de desarrollo, de acuerdo a las investigaciones realizadas y a la experiencia obtenida en el pregrado de la carrera de Odontología, especialmente en el Ejercicio Profesional Supervisado, la prevalencia de las enfermedades orales, tales como las periodontopatías y caries dental es alta y pareciera ser que el problema no tiene solución viable, y tiende a aumentar ante la incapacidad y/o falta de recursos humanos, económicos y políticas de salud adecuadas a las autoridades a cuyo cargo está la atención de las necesidades de salud oral de la población. (9, 15).

La Municipalidad capitalina tiene desde hace algunos años un programa de fluoruración de las aguas de consumo humano, cuyos beneficios se limitan a la población de la ciudad capital que consume agua tratada, por su parte el área de Odontología Sociopreventiva de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contribuye con un programa de fluoruración a nivel escolar por medio de aplicaciones tópicas (enjuagatorios), pero la mayoría de los casi 10 millones de habitantes de este país se quedan sin estos beneficios. (1).

De acuerdo con las experiencias obtenidas en los países europeos como Suiza y países de América Latina como Colombia (Medellín) se plantea como alternativa para llevar fluoruros y sus

consiguientes beneficios para el hombre, el uso de la sal de cocina, ya que es un condimento de uso universal y/o general, además que sí reúne ciertas condiciones en cuanto a sus propiedades químicas y físicas y es compatible con el fluor y otros micronutrientes como el yodo. En este sentido antes de iniciar el programa de fluoración de sal de cocina, tal como lo establece u obliga el Dto. 44-92 del Congreso de la República, (8) es necesario hacer estudios de base que permitan saber si la sal reúne las condiciones físicas y químicas adecuadas, no solo para su consumo, sino para agregarle fluoruros. (15).

III. JUSTIFICACION

Previo a la iniciación de programas de fluoruración y yodización, los expertos en estos programas recomiendan que se realicen estudios básicos, que permitan determinar presencia de impurezas y sustancias insolubles que puedan interferir o hacer fracazar un programa de esta trascendencia para la salud de la población de un país. En este caso particular se justifica realizar un proyecto de investigación para determinar impurezas y sustancias insolubles de la sal que se produce en la Costa del Pacífico, para establecer su grado de pureza, humedad y el tamaño del grano.

Por otra parte, estudios preliminares indican que la calidad de la sal que se produce y se consume en Guatemala, no es la de mejor calidad en lo que se refiere a su alto grado de humedad, de grano grueso y la presencia de impurezas y sustancias insolubles en niveles altos. (1).

Por las razones anteriores, se justifica la investigación que se hizo en el presente trabajo. (13, 15, 16).

IV. REVISION DE LITERATURA

Es importante conocer los diferentes aspectos referentes a la sal, su historia, producción, su procesamiento y su comercialización la cual se detalla a continuación.

LA SAL

HISTORIA: la historia de la sal se ha desarrollado a la par de la historia genero humano. Ha desempeñado un papel predominante en el desarrollo de las actividades humanas, en el comercio la política y la cultura, desde los tiempos prehistóricos.

La primera fuente a que los hombres recurrierón fue el mar. Más tarde descubrierón los nacimientos de sal gema. Es muy escasa la información que sobre esto se posee; sin embargo se sabe con certeza que desde los albores de la civilización humana, la industria de la sal tuvo gran importancia y fue 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 estos remotos tiempos, ha sido como artículo esencial de su dieta y la de su ganado, la sal viene usandose también desde los tiempos prehistóricos para sazonar, encurtir, preservar carnes y pescados y curtir pieles. (6, 16).

SAL PARA EL CONSUMO HUMANO:

La sal es un constituyente principal de los fluidos extracelulares del cuerpo, es decir de los que están fuera de las células, como en los tejidos del suero sanguíneo y la saliva. Su concentración varía de acuerdo a la clase de fluido, siendo casi la misma en el suero sanguíneo y en los fluidos cerebral y espinal, pero es menor en los tejidos, el sudor y los jugos gástricos.

Es parte del cuerpo humano en la etapa embrionaria porque el feto flota en una solución salina. La cantidad de la sal aumenta durante el crecimiento y se eleva a 230 gramos en el cuerpo adulto. En el sistema fisiológico, la sal funciona como ión de sodio e ión de cloro. El sodio controla los movimientos musculares, incluidos los del músculo del corazón, los movimientos peristálticos del aparato digestivo, las transmisiones de mensajes por las células nerviosas, el ión de cloro produce el ácido clorhídrico que se necesita para la digestión.

La sal de los jugos gástricos y de los alimentos digeridos, es absorbida en su mayor parte por el intestino, excepto en caso de movimientos intestinales frecuentes y flojos, que se traducen en una desalinación. La pérdida de sal es elevada durante el verano tropical, en condiciones de trabajo manual pesado, cuando se produce un sudor excesivo. Esa pérdida de sal causada por el sudor debe ser reparada ingiriendo alimentos salados.

La insuficiencia crónica de sal produce pérdida de peso, falta de apetito, inercia, náuseas y calambres musculares.

Por otra parte el exceso de sodio en la sal y otros alimentos pueden contribuir a la hipertensión y enfermedades del hígado y riñones. En esas condiciones el agua (necesaria para mantener la debida concentración de sodio en la sangre), se acumula en los tejidos causando edemas, el paciente debe entonces bajar su dieta de sodio. (5) (15, 16).

SAL PARA EL CONSUMO INDUSTRIAL:

Con la llegada de la civilización industrial, el uso de la sal se ha multiplicado.

En el mundo solo el 6% de la producción anual de sal se usa para el consumo humano, el resto se emplea principalmente por la industria de productos químicos, en dicha industria existen 5 componentes principales que además de la sal son, el cloro, el carbón, azufre y petróleo.

La industria de productos cloro-alcalinos es el mayor consumidor de sal. Dichos productos con el cloro, sosa caústica y la ceniza de sosa (bicarbonato de sodio) el cloro es la base del cloruro de vinilo indispensable en la fabricación de plásticos, además en el tratamiento de agua potable y residual.

La sosa cáustica que es un producto de la fabricación del cloro se usa en la industria de jabón y detergentes, en la fabricación de productos químicos, y la refinación de aceites.

La sosa cáustica es tan importante que su consumo se considera como índice de la actividad industrial de un país.

La sal encuentra aplicación de productos alimenticios como: envasar latas, panaderías, harinas, conservas cárnicas, productos lácteos y sazonomiento de alimentos.

Se utiliza también en nutrición animal, como vehículo de minerales complementarios que se dan en dosis controladas.

También la industria del cuero la utiliza para curtir. (10) En muchos países de Europa y algunos de América Latina están utilizando la sal como vehículo del yodo y recientemente para llevar fluoruros al organismo humano. (15, 16).

FORMAS DE PRODUCIR SAL EN GUATEMALA

El clima es el factor más importante en la producción de sal. Las regiones costeras de clima seco (bajo grado de humedad relativa) o con una estación seca bien definida (período lluvioso corto y bien delimitado), son las mejores productoras de sal marina. Además del clima las salineras requieren de áreas planas, bajas y naturaleza arcillosa, condiciones que se dan asociadas a golfos y esteros, por lo que las regiones naturales para la producción de sal son fundamentalmente las costas del Pacífico, ya que estas reúnen las condiciones citadas. (1, 16).

SAL TRADICIONAL:

El productor guatemalteco utiliza procedimientos artesanales en todo el proceso de producción, recolección, almacenaje y comercialización de la sal. (5).

Las salineras pueden abastecerse de agua de diferentes fuentes: de mar, de esteros, lagunetas o pozos naturales o artificiales de agua salobre.

El mar, fuente más concentrada y estable con un valor de 3.0 a 3.5 Be (grados Baume), casi no es aprovechado, pues el agua tendría que tomarse más allá de la línea de oleaje para que no contenga arena que arruine las bombas de succión.

Por ello los productores aprovechan al máximo el régimen de mareas y cuando se producen las mareas máximas introducen miles de Mts. de agua con gradajes entre 1.5 y 2.5 Be a un estanque o pileta construida sobre terrenos arcillosos y poco absorbentes, generalmente situado en un nivel relativamente más elevado que el resto de la salinera. Otros se ayudan con bombas de poca cabeza y más caudal a llevar agua al estanque donde el agua reposa hasta 15 días, obteniendo un gradaje de 3 a 4 Be.

Del estanque el agua con 4 ó 5 Be pasa a los "asoleaderos" que son cunetas construidas en tierra de 2-4 metros de ancho por 50 ó 100 metros de largo y con una profundidad inicial de llenado de entre 25 y 30 cms.; cada asoleadero tiene su gradaje (el cual es medido diariamente) de uso, y cada vez que lo supera, su agua es pasada al siguiente, mediante un sistema de compuertas sencillas y aprovechando el desnivel o utilizando bombeo. En cada asoleadero se obtiene 1 Be por día y conforme aumentan los grados y la profundidad, es menor, de tal manera que en aproximadamente 15 días se obtiene salmuera de "punto" (entre 18 Be y 22 Be). La salmuera con estos gradajes, es trasladada a los depósitos de grado o directamente en los patios de cristalización. Estos últimos están contruídos de ladrillo rojo de barro cocido (la mayoría), de cemento y últimamente están usando el nylon negro grueso. En salinera utilizan un patio contruído de madera de Guayacán. Los patios tienen aproximadamente una superficie de 100 mts. cada uno y se parcelan en cristalizadores de 3 x 3 Mts. y con una altura

para recibir de 2 a 4 cms. de salmuera. En éstos, el agua de "punto" se deposita por gravedad, por bombeo o cubeteada desde las 5 a 6 de la mañana; a las 11 de la mañana y a la 1 de la tarde se verifica la cristalización y se hace una labor de "quebrado" que consiste en romper la capa superficial de cristales de sal para que asienten y el agua residual se siga evaporando y formándose más cristales (la precipitación ocurre entre los 24 y 27 Be). La recolección se efectúa entre las 4 y 5 de la tarde, llevando la sal a una esquina del cristalizador con un caite (azadón de madera con bordes de caucho); de ahí es depositada en cubos de madera o en canastos que se colocan sobre madera, para que escurra el agua, que puede aprovecharse el día siguiente.

Los patios deben lavarse de substancias no precipitables que entorpecen ("embotellan") la cristalización c/10-12 días, y resalarse con salmuera por 2 días para volver a obtener sal. Este proceso de cosecha de sal tarda aproximadamente 100 días hábiles del año, entre principios de Noviembre de 1 año y principios de Mayo siguiente.

Una vez escurrida de sal, es llevada a la bodega, que puede ser un rancho sin paredes o bien una construcción rústica de madera, donde la sal en bruto termina de escurrir, y a la vez donde se muele (si es que se hace) y se envasa en sacos de yute o plásticos para luego cargarse en los camiones que llegan a comprar y distribuirla en la industria, en las haciendas ganaderas,

depósitos, empacadoras o directamente a los mercados. (5).

Sal cocida:

Esta se produce aún en Taxisco departamento de Santa Rosa (sal marina). (1).

En San Mateo Ixtatán, Huehuetenango y en Sacapulas, El Quiché (sal gema o de mina), emplea una técnica de cristalización que consiste en cocer la salmuera, empleando para los efectos grandes recipientes metálicos, y fuego de leña mangle, encino, ciprés o pino. La sal producida es más fina, blanca y limpia.

Su producción anual representa el 1% de la producción anual (15,000 quintales por año), aunque ese tipo de producción tiende a desaparecer por el alto costo del proceso y por la prohibición existente de la tala de mangle y otras especies.

Sal de nylon:

Esta se produce en todas las playas del litoral Pacífico y constituye una forma de producir sal, que se inició a mediados de la década de los años 80 y vino a revolucionar el proceso y comercialización de la sal, al acelerar la producción reducir costos, requerir de menos relación de área (4:1) entre asoleadores y cristalizadores y producir una sal más fina y blanca. (10)

"Las salineras de Nylon se fabrican nivelando el suelo arenoso, en bancos a nivel, con sus declives. Sobre estos se ubican lienzos de tela plástica y se sujetan con estacas y objetos pesados para usarlos como concentradores y cristalizadores. Los asoleadores y concentradores pueden usar plástico negro delgado y los cristalizadores o patios, tela plástica gruesa. No tiene prensas y uno de los asoleadores el más elevado actúa con reserva de agua salada.

Este tipo de salinas al utilizar una superficie impermeable y negra, impide la fuga y pérdida de salmuera, no le entra agua del subsuelo e incrementa o acelera la velocidad de concentración entre 3-5 días se obtiene los 18° Be para dar inicio a la cristalización.

Una de sus desventajas, es el constante deterioro de la tela plástica, la cual tiene prácticamente que cambiarse anualmente.

Su producción anual es de aproximadamente 275,000 quintales y representa el 18: 3% de la producción nacional.

Sal Combinada:

Esta es una mezcla entre la "tradicional" y la de "Nylon", que consiste, inicialmente en recorrer el agua (obtención de grado), hacia estanques con superficie de tierra, para luego hacer un recorrido en superficie de nylon para acelerar su evaporación y cristalización. (5).

La producción anual es 1,210,000 quintales y representa el 80.7% de la producción nacional.

Calidad de la Sal:

La sal en el comercio guatemalteco no es de calidad superior: presenta mucha humedad, contiene muchas impurezas y substancias insolubles (incluyendo trozos invisibles de arena). La sal para el consumidor final se presenta en los mercados en "cartuchos" de papel periódico o en bolsas plásticas sin rotular. En tiendas y supermercados en bolsas etiquetados de 1 Lb. o menos y en ocasiones se dice que está "yodada"; sin embargo la realidad es otra. Estas presentaciones de sal son de grano relativamente grueso y no es suficientemente blanca, mostrando ciertos granos de coloración o "percudido" y con evidencia de su humedad, condiciones que se dan debido a su poco o ningún control sanitario que se le da a su producción y comercialización.

Para evidenciar lo anterior, se exponen los resultados de los análisis efectuados en muestras de sal producidas y recolectadas en salinas al azar. Para su análisis se utilizarón los laboratorios de la Facultad de Ciencias Qímicas y Farmacia y un Laboratorio Privado. (1)

CUADRO No. 1

CONTENIDO DEL CLORURO DE SODIO, HUMEDAD Y OTRAS IMPUREZAS EN MUESTRAS DE SAL (Tomadas de cosecha de patios). ABRIL, 1993.

IDENTIFICACION	CONTENIDO DE CLORURO DE SODIO	IMPUREZAS	HUMEDAD
Patio Nylon	90.5609	--	10.7448
Patio Tradicional	90.8505	2.8079	6.3416
Patio Combinado Ladrillo-Nylon	89.2422	0.5581	10.1997

LABORATORIO: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Depto. de Análisis aplicado, Escuela de Química Farmacéutica. (1)

CUADRO No. 2

CUADRO DE CLORURO DE SODIO, HUMEDAD Y OTRAS IMPUREZAS EN MUESTRAS DE SAL (Tomadas de cosecha de Patio y de Bodega). JUNIO, 1993.

IDENTIFICACION	% CLORURO SODIO	IMPUREZAS	HUMEDAD
Bodega PZS	91.8020	0.1038	8.0942
Patio Nylon APN	84.0203	1.0683	14.9114
Patio Ladrillo PZS	91.3080	0.0103	8.6817
Bodega GYN	87.9010	1.0752	11.0238
Bodega APN (Molida)	93.2010	0.2060	6.5937
Bodega IVN (Molida)	92.8067	--	7.2032

LABORATORIO: Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia. Depto. de Análisis Aplicado, Escuela de Química Farmacéutica. (1)

CUADRO No. 3

CONTENIDO DE CLORURO DE SODIO Y SOLIDOS INSOLUBLES EN MUESTRAS RECOLECTAS POR PRODUCTOS NACIONAL. JULIO 1993.

IDENTIFICACION	% CLORURO DE SODIO	% SOLIDOS INSOLUBLES
61	77.5%	1.2%

Laboratorio: Laboratorio Biológico Industrial Ldda. Labind Ltda.
(1)

CUADRO No. 4

GRANULOMETRIA Y HUMEDAD EN TERMINOS DE % DE MUESTRAS DE SAL RECOLECTADAS POR PRODUCTORES NACIONALES. JULIO 1993.

G R A N U L O M E T R I A				
IDENTIFICACION	PRODUCTO A		PRODUCTO B	
	Sal Gruesa	Sal Molida	Sal Gruesa	Sal Molida
Mesh * No.	%	%	%	%
9	30.7	12	0	0
16	51.9	58.5	2	13.8
20	9.6	19.0	1.3	14.9
35	7.2	9.6	19.6	68.9
60	0.6	0.9	59.4	2.4

H U M E D A D				
	9.7%	12.0%	0.3%	0.3%

El % de grano corresponde al peso que no pasa el Mesh indicado.

Laboratorio: Laboratorio Biológico Industrial Ldda. Labind Ltda.
(1).

CUADRO No. 5

RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO DE FLUORUROS EN MUESTRAS DE SAL COSECHADA EN PATIOS, A LOS CUALES SE LES ADICIONO FLUORURO DE SODIO QUIMICAMENTE PURO, DURANTE EL INICIO DEL PROCESO DE CRISTALIZACION. SIPACATE. 1993.

No. DE	PRESENTACION DEL FLUORURO	RESULTADO % DE F
	Control	0.003709 % F
	Fluoruro en Tabletass	0.04512 % F
	Fluoruro de Sodio en Solución	0.01485 % F
	Fluoruro de Sodio en Polvo	0.02080 % F

Fuente: Comisión Nacional para la Fortificación de Sal de Consumo Humano con Flúor y Yodo.

Laboratorio: Laboratorio Biológico Industrial Labind Ltda.
(1).

NORMAS PARA ELABORACION DE SAL DE CALIDAD
PARA EL CONSUMO HUMANO

En virtud de que en Guatemala, la comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) aún no ha emitido las normas para la elaboración de la sal de consumo humano, hemos obtenido de otras fuentes consultadas, las normas para elaborar sal de calidad para el consumo humano, que deben aplicarse en este país. (5,12,13,)

Estas normas tienen por objeto establecer las características, calidades y requisitos que debe tener la sal en su extracción, procesamiento, refinación, y enriquecimiento, para ser utilizada como ingrediente de los alimentos que se destinan tanto a la venta directa al consumidor, como a la industria alimentaria. Se aplica también a la sal utilizada como vehículo de aditivos alimentarios y nutrientes.

1. **Sal de Calidad Alimentaria:**

Es el producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio. Se obtiene del mar, de depósitos subterráneos de sal o de salmuera natural.

2. Composición y Factores de Calidad:

2.1. Características Generales:

La sal deberá presentarse en forma de cristales blancos.

La granulación de sal deberá ser uniforme.

2.2. De acuerdo con su tipo, podrá contener los siguientes aditivos, en las proporciones de:

2.2.1 Yodo de 33 a 50 mg/kg de sal (expresado como I-)

2.2.2. Fluor de 225 a 275 mg/kg de sal (expresado como F-).

2.3. Características Organolépticas:

Aspecto: Cristalino de acuerdo con el tipo de sal.

Color: blanco.

Olor: inodoro.

Sabor: salino.

2.4. Clasificación:

La sal para consumo humano, de acuerdo con sus características de pureza y granulometría, será clasificada en:

2.4.1. Sal Comun o Sal Gruesa: Producto, no procesado cuyos cristales deberán pasar en un 90% o más por el tamiz No. 8 (2,36 m.m.).

2.4.2. **Sal Molida:** Producto obtenido por la molienda de sal común o sal gruesa, cuyos cristales deberán pasar en un 95% o más por un tamiz No. 18 (1.00 m.m.).

2.4.3. **Sal Refinada:** Producto procesado para eliminar sales higroscópicas de magnesio y calcio, impurezas orgánicas, arena, tierra y fragmentos de cosecha; los cristales deberán pasar totalmente por el tamiz No. 20 (0,85 m.m. de abertura y el 25 como mínimo, deberá pasar el tamiz No. 60 (0,25 m.m. de abertura).

2.4.4. Cualquiera de los tipos anteriores debe catalogarse como sal para la industria alimenticia y puede estar libre de los incisos 2.2.

2.5. **Características Físicas y Químicas:** Según se detalla en el cuadro No. 6.

2.6. **Productos secundarios y contaminantes naturalmente presentes:**
Estará integrado por productos secundarios naturales, presentes en calidades diversa según el origen y el método de producción de la sal, y compuesto 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 la sal.

CUADRO 6

CARACTERISTICAS FISICAS QUIMICAS

TIPO CARACTERISTICAS	COMUN GRUESO	M O L I D A	R E F I N A D A
	Mínimo 90% paso por un tamiz #8 (2.36 mm)	Mínimo 90% paso por un tamiz #18 (1.00 mm)	100% paso por un tamiz #20 (0.85 mm) 25% paso por un tamiz #60 (0.25 mm)
% humedad a 150 #0 máximo.	3.0	1.0	0.5
% insolubles en agua (1) máximo.	1.0	1.0	0.1
% NaCl (1) (base seca) mínimo(1)	97.0	97.0	99.5
% antihumectante máximo.	2.0	2.0	2.0
1-(2) mg mínimo	33	33	33
máximo.	50	55	55
F-(2) mg/kg mínimo	225	225	225
máximo	275	275	275

2.7. Utilización como Vehículo:

Cuando la sal se emplea como vehículo de aditivos alimentarios y nutrientes por razones tecnológicas o de salud pública se utilizará sal de calidad alimentaria.

3. Aditivos alimentarios:

3.1. Todos los aditivos que se empleen deberán ser de calidad alimentaria.

3.2. Antiaglutinantes:

3.2.1 Agente de revestimiento: carbonato de calcio y/o magnesio; óxido de magnesio; fosfato tricálcico; dióxido de silicio amonio; silicatos cálcicos, magnésicos, sódico-alumínico o sódico-cálcico alumínico.

3.2.2 Agente hidrofobos de revestimientos: sales de aluminio, calcio, magnesio, potasio o sodio de los ácidos mirístico o estearico.

4. Contaminantes:

La sal de calidad alimentaria no podrá contener contaminantes en cantidades y formas que resulten nocivas para la salud del consumidor. En particular, no deberán superarse los siguientes límites máximos:

Arsénico, no más de 0.5 mg/Kg expresados como As.
Cobre, no más de 2 mg/Kg expresados como Cu.
Plomo, no más de 2 mg/Kg expresados como Pb.
Mercurio, no más de 0.1 mg/Kg expresados como Hg.

5. Con el fin de garantizar un nivel adecuado de higiene alimentaria hasta que el producto llegue al consumidor, el método de producción, envasado, almacenamiento y transporte de la sal de calidad alimentaria, deberá ser tal que se evite todo riesgo de contaminación.

6. **Etiquetado:**

Puede aplicarse las siguientes disposiciones:

6.1 Nombre del producto:

El producto deberá ser designado "Sal", seguido de su clasificación:

6.1.1 Común o gruesa.

6.1.2 Molida.

6.1.3 Refinada. (4,9)

FLUOR:

Es un elemento químico, cuyo número atómico es 9, su peso atómico 19; es un alógeno, cuya forma natural es de un gas, de color verde amarillento, cuya característica es la de combinarse con todos los elementos naturales, salvo el oxígeno y el platino. Debido a su marcada electronegatividad y a su gran poder de reacción química, el flúor no se encuentra nunca libre en la naturaleza. La fuente principal de obtención es el Espato Flúor o Calcita, aunque hay también otros compuestos que pueden proveerlo.

Es el único elemento que permite una acción preventiva a nivel amplio. Es un hecho conocido que incluso en los países que tienen la mayor proporción de Odontólogos en relación al número de habitantes, no llega a cubrirse más de una tercera parte de las necesidades de la población. Por lo tanto, y teniendo en cuenta que las caries afectan a 90% de los seres humanos se hace necesario tratar por todos los medios de establecer un medio (PREVENCION), cuya función sea evitar que se produzca el daño o poner barreras que eviten el avance de las caries lo más precozmente posible.

Podemos afirmar sin temor a equivocarnos, que el flúor es el elemento que más ha sido estudiado en relación a la salud humana, debido a las grandes controversias que suscitó el empleo de la fluoración de las aguas de consumo, como medida preventiva de caries. (3,8)

HISTORIA:

Podemos decir que los primeros estudios sobre la química del flúor fueron realizados por MARGGRAF en 1768 y SHEELE en 1771. Su presencia en materia de biológicos fue demostrado en 1903, cuando MORICHINI encontró que existía flúor en los tejidos duros de los colmillos de elefantes fosilizados.

A pesar de estos conocimientos previos, recién en el año de 1886 pudo ser aislado por MOISON pero su verdadero estudio data de 1930 cuando comenzaron las investigaciones específicas.

El flúor es un elemento muy difundido en la naturaleza, compone alrededor del 0.65% del peso de la corteza terrestre y el número 13 de los elementos en orden de abundancia. (8)

FLUOR EN EL CUERPO HUMANO:

Se le encuentra en mayor proporción en los huesos y dientes, por lo cual puede decirse que el flúor es un buscador de los tejidos duros por su afinidad con los minerales que los componen. En el esqueleto y los dientes se encuentra el 95% de flúor, incorporado al organismo. El tejido óseo aún en bajas concentraciones en el agua, contiene 150 ppm. de este ión.

Tanto en los huesos como en los dientes, las mayores concentraciones de flúor se localizan en las superficies, que están en

contacto con el medio interno, adquirido por ingestión y distribuido por la sangre. La mayor concentración de flúor se encuentra en el PERIOSTIO DE LOS HUESOS.

Siendo el flúor un componente normal de los tejidos humanos no solo en los huesos y dientes sino también en la sangre donde existe una gran proporción de 0.02 ppm., en la leche 0.02 ppm., en la saliva 0.01 a 0.05 ppm. (4)

ABSORCION DEL FLUOR EN EL CUERPO HUMANO:

Más del 95% de la absorción del flúor por ingesta ocurre en el estómago o función superior del intestino delgado. Este proceso es influenciado por el p^H del medio, la absorción como ión fluoruro se realiza mediante un mecanismo de difusión que es modificado por la edad e ingesta anterior.

Después de su absorción el flúor es distribuido por los líquidos extracelulares siendo metabolizados en el organismo de dos formas:

1. Se produce el depósito en el tejido óseo y dentario. Luego la excreción por vía renal, en la tasa de depósito la cantidad retenida se ve influenciada en primer lugar por la edad, ya que en los niños con tejidos duros en formación puede haber una retención del 50% y en el adulto del 2 al 10%; mientras

que por la vejez el incremento de la fijación del ión fluoruro, contrarrestaría la OSTEOPOROSIS SENIL.

2. En segundo lugar, también la ingesta previa, ya que cuando menor sea la demanda existente, mayor será la eliminación, que si bien se cumple casi totalmente por el riñón, existe una pequeña excreción fecal del flúor no absorbido; habiendo además pequeñas cantidades en la leche, la saliva y la transpiración.

Otro factor que hace variar la absorción del flúor, es la presencia del calcio, cuya menor solubilidad disminuye sensiblemente la presencia de iones flúor libres. Esta acción bloqueadora del calcio fue demostrada experimentalmente por SOGNAES y colaboradores; quienes observando que al suministrar flúor con agua destinada, se tenía una absorción del 90%, mientras que si se le agregaba una pequeña porción de cloruro de calcio la absorción descendía al 25%. La vía renal, constituye un importante mecanismo de regulación; se ha comprobado que la velocidad de eliminación de este ión está relacionado con el p^H urinario, ya que si éste es ácido la eliminación es más lenta que si es alcalino. (2,3).

ACCION ANTICARIOGENICA:

Una vez establecida la exacta proporción de flúor necesario para obtener efecto cariostático sin producir fluorosis, se comenzó

a proporcionar el agregado de flúor al agua de consumo hasta obtener los niveles óptimos surgiendo así el procedimiento universalmente conocido como **FLUORACION**.

Después de comprobada la relación flúor-caries, surgieron las interrogante del mecanismo de tal acción y si bien hasta el momento, se han emitido innumerables teorías, aún no puede decirse que se ha llegado a conclusiones definitivas.

Existen estudios orientados básicamente en dos sentidos:

1. Hacia la acción Físico-Química consistente en el fortalecimiento del esmalte frente a la agresión.
2. Hacia la acción antibacteriana, es decir actuando sobre el factor etiológico.

La primera es la más aceptada y mejor fundamentada hasta el momento y atendiendo a ella podemos resumir los mecanismos de la reducción de caries por el flúor, en la siguiente forma:

- a. Incorporación al esmalte de ión flúor, hace que el esmalte sea más insoluble frente a los ácidos mediante la formación de cristales más grandes y con menos imperfecciones.

- b. El esmalte tendrá menos contenidos de carbonatos lo cual reduciría también la solubilidad.
- c. Al producirse la reprecipitación de los fosfatos de calcio disueltos, el flúor favorecerá su cristalización como flúor apatita.

En la segunda y con respecto a la acción antibacterial, ésta se basaría en:

La inhibición de los sistemas enzimáticos de las bacterias de la placa. (4).

POSIBLES VIAS DE ACCESO PARA LA INCORPORACION DEL FLUOR A LOS DIENTES:

Veamos ahora las tres vías principalmente de acceso del flúor al diente, principalmente al esmalte:

1. VIA ENDOGENA: provee especialmente al flúor para ser incorporado tejidos duros, en todas las fase de la formación de la corona, es decir en el estadio preeruptivo desde la pulpa hacia afuera en la centrífuga.
2. VIA MIXTA: es la que se consigue mediante la fluoruración que provee el flúor para ser incorporado a la totalidad del diente en las etapas de crecimiento y calcificación y luego, una vez

formada la corona permite que haya incorporación superficial importante, durante la etapa preeruptiva y una complementaria y vitalicia después de erupcionar el diente. (3, 10).

FORMAS DE APLICACION DE LOS COMPUESTOS FLUORADOS

VIA ENDOGENA

Se basa en la ingestión de compuestos fluorados que son asimilados y luego distribuidos en distintas proporciones en el organismo, fijandose en sitios selectivos como los dientes en este caso, se utilizan como vehículos para la aplicación de esta vía el agua y la sal en mayor proporción aunque también la leche. (4)

VIA EXOGENA

Incluimos aquí los procedimientos mediante los cuales se ponen los compuestos fluorados en contacto con el esmalte dental, aunque la expresión de aplicaciones tópicas abarca fundamentalmente los tratamientos provistos por el profesional en el consultorio, en sentido más amplio puede abarcar todos los métodos mediante los cuales se ponen los compuestos fluorados directamente en contacto con las superficies dentarias. Ej: enjuagatorios y dentífricos. (4)

EXPERIENCIA EN LA FLUORURACION DE LA SAL EN OTROS PAISES

EXPERIENCIA EN COLOMBIA:

En Antioquía, Colombia, bajo los auspicios de OPS/OMS, se realizó una investigación para comprobar la efectividad de la sal como vehículo para transportes de fluoruro a la población.

El estudio se realizó en cuatro pequeñas comunidades del departamento de Antioquía, utilizando un tipo diferente de fluoruro de calcio, en otra, fluor en el agua y una comunidad fue seleccionada como control.

Después de siete años de fluoruración de la sal de mesa, sirve satisfactoriamente como vehículo para la administración de fluoruros, ya que da de un 60% a un 65% de protección contra la caries dental. Este nivel de prevención se obtuvo agregando 200 Mg. del ión fluoruro a cada kilogramo de sal de mesa.

EXPERIENCIA EN SUIZA:

En Suiza el 75% de la sal doméstica preempacada está fluorurada ejerce un efecto protector de la caries cuando es agregado a la sal doméstica o la leche.

EXPERIENCIA EN ESPAÑA:

En España el Dr. J. J. Vines informa haber realizado un estudio en una institución cerrada y que resume como sigue: se efectúa un estudio sobre la prevención de la caries dental como sal fluorada ajustando las dosis para garantizar una ingesta de 1.28 mg. de ión por persona y por día, en una institución cerrada de controles del régimen de alimentación, consumo de sal y estado de salud de la muestra.

En estas condiciones, en el grupo de 182 escolares de la institución, entre 6 y 14 años se observa un descenso de la caries dental en 1.5 piezas permanentes por niño. La sal fluorurada se manifiesta en su resultado tan válida como la fluor profilaxis a través del agua siempre y cuando pueda controlarse la administración de sal y garantizar un aporte de flúor dentro de las necesidades individuales fisiológicas (1-2 mg. de flúor al día). (10)

EXPERIENCIA EN HUNGRÍA:

En Hungría el Dr. Karol y Toth realizó estudios de aplicación práctica en los cuales concluyó: "Nuestros resultados verifican que la fluoruración de la sal de mesa constituye un método conveniente para la profilaxis de la caries dental.

Hemos obtenido resultados considerables mejores con la dosis de 250 Mg. de F/Kg. de sal que los que se reparten en Suiza con 90 Mg. de F/Kg. de sal. Si comparamos los resultados nuestros con los que se obtienen con la fluoruración del agua potable, podemos constatar que hemos llegado a la reducción deseada de caries dental".

El Dr. Toth realizó otros estudios de aplicación práctica de fluoruración de la sal, los resultados verificaron que la fluoruración de la sal de mesa constituye un método conveniente para la prevención de la caries dental.

Después de 8 años de estudio con la sal fluorada a 250 Mg de F/Kg. de sal, el índice CEO, del grupo etéreo de 2 a 6 años se redujo el 41%, al índice CPO, del grupo de 7 a 11 años decreció el 58% y el grupo de 12 a 14 años decreció el 36%, la proporción de niños libres de caries mejora significativamente de 23% a 60% de 4.8% a 41% y de 2.7% por cada grupo de edad. (10)

EXPERIENCIA EN COSTA RICA:

En Costa Rica se realizó un estudio sobre la fluoruración de sal en abril de 1987, se inició la edición de flúor a la sal lo cual colocó a este país en el primero de América y tercero en el mundo en aplicar dicha medida en forma masiva a la población.

Una de las principales causas que motivaron la aprobación de esta moción, fue el hecho del fracaso del programa de fluoruración de las aguas. Este programa solo beneficiaba a una parte de la población y en caso hubiera seguido adelante se hacía muy difícil poder implementarlo al resto de la población, principalmente a las zonas rurales, ya que esta medida exigía una red completa de acueductos a nivel nacional con los controles respectivos que manda un programa de esta naturaleza.

El programa de fluoruración de sal en Costa Rica, se realizó después de haber hecho diferentes tipos de estudio que permitieron tener un diagnóstico de la situación del país en diferentes campos.

Con relación a la caries dental se llevó a cabo un estudio epidemiológico nacional que determinó que índice CPO, era de 9.13 piezas con historial de caries, sumamente elevado.

En una encuesta nacional de consumo de sal en 1984, se determinó que los costarricenses consumían alrededor de 10 gramos de sal por día.

Los análisis nacionales de concentraciones de flúor en agua, dieron resultados muy favorables del 0.21 mg. F/l. en los diferentes grupos etéreos". (7)

RECOMENDACIONES DE LA FLUORURACION DE LA SAL EN OTROS PAISES

"La OPS recomienda la fluoruración de la sal en México, donde más de 90% de la población padece de enfermedades bucales y menos del 7% de la población puede pagar un servicio odontológico privado, por esta razón hay que prevenir las enfermedades bucales empleando métodos de beneficio colectivo.

La fluoruración de la sal en México se inició en 1972 con un producto que contenía 20 mg de yodato de potasio/kg., 0.80% de sílico aluminato de sodio y 0.20 mg de fluoruro de sodio.

A partir de 1986 se han desarrollado programas de fluoruración en varios países como resultado de la primera reunión de expertos sobre la fluoruración y yodatación de la sal de consumo humano, realizado en la Antigua Guatemala, bajo los auspicios de la OPS, la Fundación Kellogs y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (Costa Rica, México, Colombia, Perú y Jamaica son un ejemplo de dicha resolución).

En este evento quedó muy claro que la existencia de las deficiencias nutricionales de yodo y flúor y consecuentemente alta prevalencia de bocio, cretinismo y enfermedades dentoperiodontales, pone de manifiesto que extensos sectores de la población del continente continúan marginados de los beneficios sociales, lo que obliga a considerar como prioritario estos problemas de salud,

mediante la fortificación de la sal". (10, 13).

VENTAJAS DE LA FLUORURACION DE LA SAL CON RELACION A OTROS METODOS:

1. "El esmalte moteado es menos propenso a ocurrir con fluoruración óptima de sal, que con fluoruración óptima de agua.
2. La fluoruración de la sal doméstica es de menor costo que la fluoruración del agua.
3. La fluoruración de la sal implicará la mayor cobertura en los habitantes de Guatemala, lo cual no ocurre en la fluoruración del agua potable que está limitada a la ciudad capital.
4. La fluoruración de las aguas de consumo están sujetas a la voluntad de cada administración edilicia, en el caso de la fluoruración de la sal obedece a una ley de la República y a normas y reglamentos específicos.
5. Toda el agua producida debe ser fluorada a pesar de que únicamente un 2% a 3% es ingerida (el resto tiene otros usos). De la sal producida debe fluorarse únicamente la de consumo humano.
6. En la fluoruración del agua las entidades participantes son numerosas, en la fluoruración de la sal mínimas.

7. La ejecución del programa de fluoruración del agua es compleja, en la sal simple". (7)

DESVENTAJA DE LA FLUORURACION DE LA SAL CON RELACION A OTROS METODOS:

1. "La fluoruración de la sal presenta más problemas de homogenización de las mezclas que la fluoruración del agua.
2. La absorción de los fluoruros en el organismo es menor cuando se combina con alimentos (sal fluorada) que cuando se ingiere el agua de bebida. Aunque dependerá del compuesto utilizado en la sal.
3. Con la fluoruración del agua se obtiene hasta un 68% de prevención de la caries, a diferencia de un 50% que se obtiene con la fluoruración de la sal". (7) (10)

COMPUESTOS DE FLUOR USADOS EN LA FLUORURACION DE LA SAL

Dentro de los compuestos de flúor que hasta la fecha han sido utilizados por algunos países para la fluoruración de la sal, son los siguientes:

1. **FLUORURO DE CALCIO, CaF₂**

Su grado de pureza tiene que ser de un 95% para fluorurar sal. El producto viene en forma de polvo en el 75%, tiene un tamaño que pasa la malla 325. Es insoluble, siendo su solubilidad teórica del 0.0016%. Es tóxico, aún cuando es el menos tóxico de los productos de flúor.

2. **FLUORURO DE SODIO, NaF**

Su pureza en el comercio varía del 97% al 98% y viene en tres tamaños de grano: polvo, granular fino y granular grueso. La solubilidad teórica es de 4.05% a 25 grados centígrados y se mantiene prácticamente constante para las temperaturas normales del agua en los sistemas de abastecimiento público. Es tóxico y debe ser manipulado con precaución.

3. **SILICOFLUORURO DE SODIO, Na₂SiF₆**

Su pureza comercial 99% y viene en forma granular o polvo. La solubilidad teórica es del 0.76% a 25 grados centígrados y varía con la temperatura del agua. Es tóxico y debe ser manipulado con precaución.

4. **FLUORURO DE POTASIO, KF**

Su pureza comercial es de 98% y vienen en la forma de cristales. Puede obtenerse en la forma anhidra (KF) o también con dos moléculas de agua (KF.2H₂O) y en forma de solución al 50%.

La solubilidad es de 100% a 25 grados centígrados, lo que hace ideal para aplicaciones en solución. Es tóxico.

5. SILICOFLUORURO DE MAGNESIO, $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

No es utilizado hasta la fecha, su pureza comercial es del 98% y su solubilidad es de 64.8% a 25 grados centígrados, es tóxico. Tiene el problema que posee un alto contenido de agua por peso. Viene en forma granular. (11)

DOSIS MAS UTILIZADAS PARA LA FLUORURACION DE LA SAL:

"Las dosis mas utilizadas van a depender de varios factores tales como la solubilidad del compuesto, las vías de administración, el consumo de sal por persona y por día de las condiciones climáticas que afectan al individuo dependiendo del lugar donde reside. (10).

CONSUMO DE SAL POR PERSONA Y POR DIA EN OTROS PAISES Y EN GUATEMALA

De acuerdo con las publicaciones revisada y analizadas podemos resumir los consumos de sal por persona y por día, expresados en gramos de la manera siguiente. (7)

<u>PAIS</u>	<u>CONSUMO/PERSONA/DIA</u>	<u>DE F / Kg SAL</u>
SUIZA	7+/-10 grs.	250 mg/kg(M.S.)
ESPAÑA	10 grs.	1-2 mg. diarios (M.S.)
HUNGRIA	6.7+/-13.8 grs.	250 mg/kg (m.S.)
COSTA RICA	10 grs.	
ESTADOS UNIDOS	7+/-10 grs.	
COLOMBIA	10.62+/-14.97 grs.	200 mg F/kg sal
GUATEMALA		
REGION CENTRAL	10.22+/-5.85 DS*	
PUEBLO NUEVO	6.41 grs.	
VINAS		

*DS: Desviación Estandar. (7)

V OBJETIVOS

General:

Se determinó la calidad de la sal que se produce y comercializa para el consumo humano de 10 cabeceras departamentales de la República de Guatemala.

Específicos:

1. Se determinó impurezas en la sal de consumo humano.
2. Se determinó los grados de humedad que tiene la sal de consumo humano.
3. Se determinaron substancias insolubles en la sal de consumo humano.
4. Se determinó el tamaño de grano de la sal para el consumo humano.
5. Poner a disposición de los sectores públicos y privados, información básica para la estructuración y desarrollo de programas de tratamiento de la sal de consumo humano con micronutrientes que mejoren la salud bucal y calidad de vida de los guatemaltecos.

VI DEFINICION DE VARIABLES

1. Sal: Es un sólido cristalino soluble en agua, transparente e inodoro, químicamente formado por la combinación de dos elementos de sodio y el cloro, conocidos por ello como cloruro de sodio e identificada por la fórmula NaCl. Es un compuesto químico obtenido a partir de los ácidos orgánicos o inorgánicos, por sustitución de uno o más átomos metálicos.

2. Sal para consumo humano: La sal de calidad para el consumo humano no podría contener en contaminantes en cantidades y formas que resulten nocivos para la salud del consumidor. La sal podrá ser refinada o común, en grano y molida.

3. Impurezas: Mezcla de partículas extrañas a la composición químicas de la sal.

De acuerdo con los expertos en procesos de producción de sal, pueden encontrarse las siguientes:

- Agua
- Magnesio
- Calcio
- Cobre (Cu)
- Hierro (Fe)

4. Substancias insolubles: Son las sustancias que no se pueden disolver ni diluirse en los líquidos utilizados en los análisis.

5. Granulometría: En lo que respecta a la granulometría, se establecen los siguientes diversos granos: gruesa, mediana, fina y refinada.

6. Humedad: Es la presencia de (H₂O) en la sal.

VII INDICADORES DE VARIABLES

1. Impurezas: Para que la sal tal pueda consumirse, en su análisis químico debe presentar la siguiente calidad:

<u>Características químicas:</u>	<u>Rango %</u>
NaCl (Cloruro de Sodio)	99.90 ± 0.05
CaSO ₄ (Sulfato de Calcio)	0.02 a 0.15
MgCl ₂ (Cloruro de Magnesio)	0.00 a 0.01
CaCl ₂ (Cloruro de Calcio)	0.00 a 0.01
Cobre (Cu)	Menos de 1.0 ppm
Hierro (Fe)	Menos de 2.0 ppm

2. Substancias insolubles: Puede tener lo siguiente.

Insolubles de agua Menos de 0.002 (20 ppm)

3. Granulometría:

Análisis del Sedazo		% de Redacción		
Grano USS	Apertura en Micrones	Mínimo	Típico	Máximo
30	600	0	0	
40	425	25	36	57
50	300	31	45	58
70	312	5	13	19
Pan		2	5	11

4. Humedad: Lo permitido es de Menos de 0.1%

VIII METODOLOGIA

1. Revisión bibliográfica.
2. Recolección y llenaje de muestras en los mercados y tiendas de cada departamento.
3. Análisis químico de las diferentes muestras.
4. Tabulación, análisis estadístico y discusión de resultados.

MATERIALES Y METODOS:

Procedimiento de recolección de muestras:

Se visitaron expendios y mercados de las localidades siguientes: Retalhuleu, Mazatenango, Sololá, Zacapa, El Progreso, Chiquimula, Izabal, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Sacatepequez y El Petén, para tratar de obtener la mayor representatividad de muestras en función de su origen, o sea las diferentes empresas envasadoras y/o distribuidoras de sal de consumo humano.

Fuente:

Cada muestra fue identificada con una etiqueta que contiene la siguiente información:

- Establecimiento donde fue adquirida.
- Localidad o ciudad.
- Fecha
- Nombre de la empresa que la produce y/o comercializa al detalle.

- Número de orden de la muestra.

El recolector de las muestras llenó una ficha por cada una.
Ver ficha e instructivo en Anexos.

Tamaño de la muestra:

El tamaño de la muestra se determinó en 30 muestras de sal recolectadas en los 10 departamentos ya indicados.

Sin embargo, esta muestra se redujo en 7 al momento de iniciarse su análisis, pues las muestras se repitieron de tal suerte que en el laboratorio se juzgó innecesario analizar todas las muestras referidas, y por sugerencia de la Lic. Jefe de la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia se utilizaron las muestras de sal de diferente marca comercial que tenían su registro sanitario.

Manejo de la muestra:

A las muestras debidamente etiquetadas se les adjuntó su respectiva ficha, y fueron analizadas en la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se determinó lo siguiente:

- Impurezas
- Substancias insolubles
- Granulometría
- Humedad

Procesamiento de datos:

Los resultados del Laboratorio fueron ordenados, tabulados, analizados y estadísticamente, y finalmente se discuten los resultados para definir las conclusiones y formular las recomendaciones pertinentes.

Materiales:

Etiquetas y fichas se identificaron para cada una de las muestras, así como marcadores respectivos.

FICHA DE INVESTIGACION

1. Nombre del Investigador: _____

2. Lugar y fecha: _____

3. Mercado _____ Supermercado _____
Tienda _____ No. de local: _____

4. Tipo de empaque de la sal: _____
Registro sanitario: SI _____ NO _____
Yodada SI _____ NO _____
Bolsa plástica _____ Bolsa de papel _____
Sellada SI _____ NO _____
Otros _____ Especifique _____

5. Estado del empaque: Hermético _____ No hermético _____

6. Presentación de la sal:
Textura: gruesa (grano) _____ Fina (polvo) _____
Color: blanco cristalino _____ Amarillento _____

INSTRUCTIVO PARA LLENADO DE LA FICHA

1. El llenado de la ficha se hará con lápiz o tinta.
2. En el inciso 3 se llenará con una "X" el espacio que corres-
ponda al lugar donde se obtuvo la muestra. Si el local donde
se recolectó la sal no tiene número se dejará en blanco.
3. En el inciso 4, si en el empaque de la sal no especifica o no
indica si es yodada la sal, se asumirá que no.
4. Se tomará por hermética una bolsa que esté perfectamente
sellada no tenga ninguna perforación.

IX PRESENTACION DE RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados obtenidos en la presente investigación, resultados de los cuales se hace un análisis, se comparan con las normas expuestas en la bibliografía respectiva, para arribar a las conclusiones y recomendaciones que se estimen necesarias.

CUADRO # 1

RESULTADOS OBTENIDOS DEL CLORURO DE SODIO (NaCl) PRESENTE EN LAS MUESTRAS DE SAL ANALIZADAS, EXPRESADO EN PORCIENTO OBTENIDAS EN LOS CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	% NaCl ENCONTRADO	% NaCl ESPERADO	% DIFERENCIA
16	98.42	99.90±0.05	-1.48
7	98.32		-1.58
12	96.89		-3.01
15	96.78		-3.12
2	95.84		-4.06
20	95.57		-9.43
29	95.10		-4.80

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Los contenidos de sal encontrados en las muestras se presentan en forma descendente y van del 98.42% al 95.10% con diferencia de -1.48 al -4.80%, que señalan una variedad y disminución en cuanto al rango de 99.90 de NaCl deseable, lo cual a la vez nos evidencia entre otros aspectos los siguientes: ninguna de las muestras analizadas tiene el % de NaCl que indican como aceptables las normas.

Las deficiencias varían de una muestra a otra, algunas menos otras más. Los resultados también nos indican la presencia de humedad, impurezas y substancias insolubles (que serán objeto de análisis en páginas adelante) lo cual a la vez en este primer análisis nos indica la poca o baja calidad de la sal que consumimos.

CUADRO # 2

RESULTADOS OBTENIDOS DE SULFATO DE CALCIO ENCONTRADOS EN 7 MUESTRAS ANALIZADAS, EXPRESADO EN PORCIENTO OBTENIDOS EN LOS CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	% CaSO ₄ PERMITIDO	% CaSO ₄ ENCONTRADO	% DIFERENCIA
10	Hasta 0.15	0.120	-0.030
14		0.056	-0.094
18		0.164	+0.014
21		0.283	+0.133
22		0.002	-0.148
25		0.006	-0.144
28		0.005	-0.149

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Este cuadro nos indica que hay dos muestras en las que se detectó presencia de CaSO₄ en niveles superiores a lo que indica y permite las normas y estos van de 0.133% hasta 0.014%, las restantes muestras analizadas nos dan porcentajes considerados aceptables y que en dichas cantidades no serán perjudiciales para la salud y no tendrán problemas serios de compatibilidad en cloruros y yoduros. El hecho de que solo dos muestras del total

0.02 y 0.15, no quiere decir que no sea preocupante, habrá que recordar que las muestras fueron tomadas al azar y por lo consiguiente un buen número de personas está consumiendo sal que no reúne las condiciones y la calidad para ingerir por los humanos.

CUADRO # 3

RESULTADOS OBTENIDOS CLORURO DE MAGNESIO ENCONTRADO EN 7 MUESTRAS
ANALIZADAS EXPRESADOS EN PORCIENTO OBTENIDOS EN LOS
CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	% MgCl ₂ PERMITIDO	% MgCl ₂ ENCONTRADO	% DIFERENCIA
2	0.00 < 0.001	0.06	+0.005
7		> 0.1	-0.099
12		0.004	-0.003
15		0.007	+0.006
16		> 0.1	-0.099
20		> 0.1	+0.099
29		> 0.1	-0.199

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Observen que todas las muestras exhiben presencia de Cloruro de Magnesio, arriba de lo permitido con un rango que va de 0.003% a 0.099%; los porcentajes encontrados nos indican que la sal analizada no es apta para fluorarse y yodarse. Los niveles de MgCl₂ no se consideran como perjudiciales para la salud, pero si es preocupante observar que la población guatemalteca consume sal que no reúne la calidad deseada.

CUADRO # 4

RESULTADOS DEL CLORURO DE CALCIO ENCONTRADO EN 7 MUESTRAS
ANALIZADAS EXPRESADOS EN PORCIENTO OBTENIDOS EN LOS
CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	% CaCl ₂ PERMITIDO	% CaCl ₂ ENCONTRADO	% DIFERENCIA
2	0.00a0.01	0.124	+0.114
7		0.096	+0.086
12		0.055	+0.045
15		0.156	+0.146
16		0.118	+0.108
20		0.130	+0.120
29		0.002	-0.008

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Se observa que todas las muestras exhiben presencia de Cloruro de Calcio, arriba del porcentaje permitido por las normas, las muestras presentan diferencias que van desde -0.008 al +0.146, no se considera apta para fluorarse y yodarse, ya que algunas de las muestras presentan porcentajes elevados y por lo tanto no debería ser buena para consumirse porque no satisface los requisitos de calidad que son requeridos.

CUADRO # 5

RESULTADOS DEL COBRE ENCONTRADO EN 7 MUESTRAS
ANALIZADAS EXPRESADOS EN PARTES POR MILLON, OBTENIDOS EN LOS
CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	ppm de Cu PERMITIDAS	ppm de Cu ENCONTRADAS	DIFERENCIA
2	< de 1.0	2.91	1.91
7		2.97	1.97
12		3.97	2.97
15		1.90	0.90
16		1.99	0.99
20		1.82	0.82
29		1.98	0.98

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Se observa que todas las muestras exhiben presencia de niveles de cobre por arriba del rango permitido, con una diferencia que va de 2.97 al 0.82 ppm, según las normas debería ser de menos de 1.0 ppm, partiendo de ésto podemos decir que estos valores no afectan la salud de la población y que sí podría ser apta para fluorarse y yodarse pues no se observa incompatibilidad en cuanto a la cantidad se refiere, ya que los niveles se encuentran más o menos iguales a los establecidos por las normas.

CUADRO # 6

RESULTADOS DEL HIERRO ENCONTRADO EN 7 MUESTRAS
ANALIZADAS EXPRESADOS EN PARTES POR MILLON OBTENIDOS EN LOS
CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	ppm de Fe PERMITIDAS	ppm de Fe ENCONTRADAS	DIFERENCIA
2	< 2.0	< 2.0	0
7			
12			
15			
16			
20			
29		< 2.0	0

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Se observa que todas las muestras exhiben presencia de hierro en el límite permitido, comparado con las normas es igual, de esta impureza podemos decir que al igual que el cobre, son los únicos elementos que no se encuentran en cantidades perjudiciales a la salud del consumidor, por lo tanto sí es apta para ser fluorada y yodada.

CUADRO # 7

RESULTADOS DE LAS SUBSTANCIAS INSOLUBLES ENCONTRADAS EN 7 MUESTRAS
ANALIZADAS EXPRESADOS EN PARTES POR MILLON OBTENIDOS EN LOS
CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	SUBST INSOLUBLES PERMITIDAS	SUBST INSOLUBLES ENCONTRADAS	DIFERENCIA
2	De 0.02%(20 ppm)	580 ppm	560 ppm
7		720 ppm	700 ppm
12		488 ppm	468 ppm
15		2120 ppm	2100 ppm
16		1910 ppm	1890 ppm
20		2240 ppm	2220 ppm
29		1890 ppm	1870 ppm

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

INTERPRETACION Y ANALISIS;

Se observa que todas las muestras exhiben presencia de sustancias insolubles, por arriba del rango permitido, por las normas emitidas, las sustancias insolubles las hemos encontrado hasta 2120 ppm y debido a ésto, la sal de Guatemala no es apta para fluorarse y yodarse por haber encontrado cantidades elevadas de estas sustancias que vuelven a la sal guatemalteca baja en su calidad.

CUADRO # 8

RESULTADOS DE HUMEDAD PRESENTE EN LAS 7 MUESTRAS
DE SAL ANALIZADAS EXPRESADO EN PORCIENTO OBTENIDOS EN LOS
CENTROS DE VENTA AL PUBLICO. GUATEMALA, 1994

No. DE MUESTRA	% HUMEDAD ENCONTRADO	% HUMEDAD ESPERADO	% DIFERENCIA
2	7.47	- 0.1 %	7.37
7	6.88		6.78
12	6.72		6.62
15	6.64		6.54
16	6.35		6.25
20	5.54		5.44
29	4.89		4.79

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

INTERPRETACION Y ANALISIS:

Este cuadro muestra en forma descendente el contenido de humedad de las siete muestras analizadas que va del 7.47% al 4.89% con un exceso del 6.47% al 3.89%. Podemos decir que no hay homogenización del flúor y yodo en presencia de humedad, recuérdese que para tener resultados óptimos la sal no sólo debe ser refinada sino secada. Según estos resultados podemos decir que esta sal no es apta para fluorarse y yodarse y afecta a la población por el hecho de consumir el producto de necesidad básica tan bajo en calidad.

CUADRO # 9

RESUMEN DE LAS SIETE MUESTRAS ANALIZADAS, QUE SEÑALA LA PRESENCIA DE IMPUREZAS, SUBSTANCIAS INSOLUBLES Y HUMEDAD, POR ARRIBA DE LOS NIVELES PERMISIBLES, ASI COMO EL GRADO DE PUREZA DE LA SAL, POR DEBAJO DEL RANGO PERMITIDO.

No.	%	%	%	Cu	Fe	SUBST.	HUM.	° PUREZA
MUEST	CaSO ⁴	MgCl ₂	CaCl ₂		ppm	INSOL ppm		SAL %
2	0.152	0.006	0.124	2.91	< 2	580	6.35	95.84
7	0.118	0.1	0.096	2.97	< 2	720	5.54	98.32
12	0.067	0.004	0.055	3.97	< 2	488	6.72	96.89
15	0.191	0.007	0.156	1.90	< 2	2120	6.88	96.78
16	0.145	0.1	0.118	1.99	< 2	1910	7.47	98.42
20	0.159	0.1	0.130	1.82	< 2	2240	6.65	95.57
29	0.006	0.1	0.005	1.98	< 2	1890	4.89	95.10

CUADRO RESUMEN:

Nótese que las muestras números 2, 29, 14, 22, 25, 28 se encuentran dentro del rango de Sulfato de Calcio permitido.

Las muestras números 2, 12, 15, 14, 21, 22, 28, tienen un contenido de Cloruro de Magnesio dentro del rango permitido. Las muestras números 29, 22, 25, 28 son las que tienen un rango de Cloruro de Calcio cercano al permitido.

Las muestras números 20 y 21 tienen un contenido de Cobre más cercano al rango permitido, en cuanto al Hierro se refiere, todas las muestras tienen un contenido dentro de los límites normales.

De substancias insolubles podemos decir que todas las muestras analizadas presentan cantidades mayores a las que deberían presentar.

En el porcentaje de humedad todas las muestras están por arriba del 0.1% permitido.

CUADRO # 10

GRANULOMETRIA DE LAS MUESTRAS DE SAL PASADAS POR

UN TAMIZ # 18 QUE CORRESPONDE A 1.00 m.m.

No. DE MUESTRA	% TAMIZAJE ESPERADO 95%	% TAMIZAJE ENCONTRADO	% DIFERENCIA
3	95%	69.00	26.00
4	95%	74.52	20.48
5	95%	71.00	24.00
6	95%	42.00	53.00
8	95%	67.00	28.00
9	95%	62.00	33.00
11	95%	71.00	24.00
17	95%	71.00	24.00
19	95%	62.00	33.00
23	95%	84.00	11.00
24	95%	76.00	19.00
25	95%	68.14	26.86
27	95%	78.81	16.19
29	95%	57.47	37.53

Las muestras de sal fueron secadas a 105 grados por período de 16 horas.

Ninguna de las muestras tamizadas se observó dentro del porcentaje de tamizaje esperado, se encontró que la muestra # 6 fue la que mayor diferencia presentó con un 55% y la muestra # 23, fue la que resultó más cerca del tamizado esperado con un 11% de diferencia.

Por lo consiguiente, la sal para que se homogenice con el flúor y el yodo tiene que ser de un grano más fino y como se observa ninguna de las muestras de sal que se está vendiendo tiene el tamaño de grano adecuado.

X CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos del laboratorio, los cuadros presentados y discutidos y las variables analizadas se definen las siguientes conclusiones:

1. La granulometría determinada de las sales de consumo humano de Guatemala, están fuera de las normas.
2. Aún cuando la presencia de algunas impurezas está dentro de los límites permisibles no hay una sola muestra que reúna las condiciones totales.
3. Todas las muestras sobrepasan los límites permisibles de sustancias insolubles.
4. La humedad que presentaron todas las muestras está por arriba de los niveles permitidos.
5. El contenido de cloruro de calcio en todas las muestras está por debajo del rango exigible.
6. De todas las muestras analizadas en el laboratorio ninguna satisface las normas con las que se comparó, por lo que no son aptas para el tratamiento con flúor y el enriquecimiento con otras sustancias que mejoren la salud y/o prevengan enfermedades.

X CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos del laboratorio, los cuadros presentados y discutidos y las variables analizadas se definen las siguientes conclusiones:

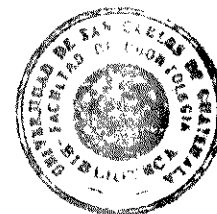
1. La granulometría determinada de las sales de consumo humano de Guatemala, están fuera de las normas.
2. Aún cuando la presencia de algunas impurezas está dentro de los límites permisibles no hay una sola muestra que reúna las condiciones totales.
3. Todas las muestras sobrepasan los límites permisibles de sustancias insolubles.
4. La humedad que presentaron todas las muestras está por arriba de los niveles permitidos.
5. El contenido de cloruro de calcio en todas las muestras está por debajo del rango exigible.
6. De todas las muestras analizadas en el laboratorio ninguna satisface las normas con las que se comparó, por lo que no son aptas para el tratamiento con flúor y el enriquecimiento con otras sustancias que mejoren la salud y/o prevengan enfermedades.

XI RECOMENDACIONES

1. Que el Organismo Ejecutivo emita los Decretos correspondientes para que se emita el reglamento que regula la incorporación de fluoruros a las sal de consumo humano.
2. Que COGUANOR elabore y ponga a disposición del gobierno, especialmente de las autoridades de salud, las normas para producir, elaborar, distribuir y vender la sal de consumo humano.
3. Sugerir al Gobierno Central y al Ministerio de Salud se considere de necesidad nacional la producción de sal apta para ser tratada especialmente con yodo y flúor, como formas preventivas de enfermedades dentales y fisiológicas de la población.
4. Recomendar a todas aquellas instancias gubernamentales y no gubernamentales, nacionales y extranjeras involucradas en actividades de salud pública que se involucren y encaminen acciones que contribuyan a resolver problemas de salud como los indicados.

XII BIBLIOGRAFIA

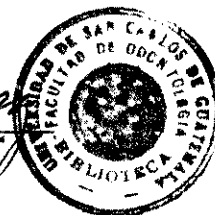
1. Aquino Esteban, N. Proyecto de factibilidad para el fortalecimiento de la sal de consumo humano con flúor y yodo. Informe final del año sabático. Guatemala 1993. Universidad de San Carlos. Facultad de Odontología. pp 43-53.
2. Bianchini Pirera, F. Metabolismo de los fluoruros. En: Memoria II Curso de Formación de Líderes. Costa Rica, Programa de Fluoración de la Sal. s.e. 1992. pp 31-40.
3. Borgarello, L.T. de. Flúor. Rev Fac Odont UNC 2 (1-2): 76-100. 1983.
4. Costa Rica. Norma oficial para la sal de calidad alimentaria. Gaceta No. 93:1-9, mayo 16, 1989.
5. Denton Scott, J. En defensa de la sal. México, Selecciones del Riders digest. Tomo 98:37-40.
6. De León O. Desarrollo de nuevas tecnologías para la 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. pp 324-338.
7. González Farfán, M. 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. 53 p.
8. 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.
9. Marthaler, T.M. Aspectos cuantitativos del flúor en el cuerpo humano, ocurrencia e ingesta. En: I Reunión de Expertos sobre Fluoración y Yodación de la sal de consumo humano. Informe Final. Guatemala, OPS, Noviembre, 1986. pp 225-228.
10. México. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDXII. No. II 18 de Enero de 1988. 9p.



11. Roviralta Redondo, G. Aspectos generales de los programas de Fluoración de la Sal. Costa Rica, Programa de la Sal, 1992. pp 31-40 (Memoria).
12. Venkatesh Mannar, M.G. y Brandley, H.L. Pautas para el establecimiento de instalaciones de sal solar elaborada a partir de agua de mar, salmuera subterránea y agua de lagos salados. Guatemala. Banco de Información Industrial y Tecnología (INTIB), Sección de Información Industrial, Programa Tecnológico de la UNUDI. 25 de julio de 1984. pp 1-42.

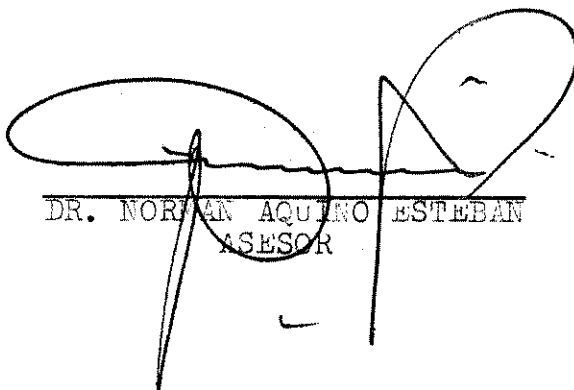
Vo. Bo.

Alle Estene
1984-85

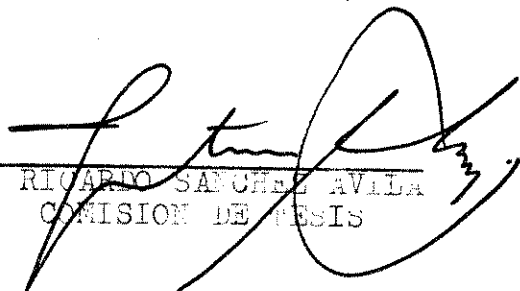




LAURA GUISELA JUÁREZ SALGUERO
SUSTENTANTE



DR. NORMAN AQUINO ESTEBAN
ASESOR



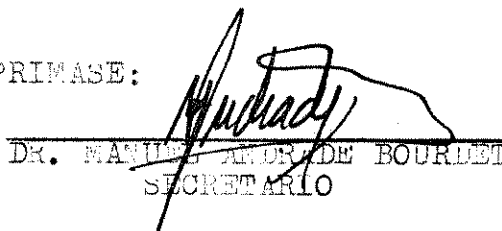
DR. RICARDO SÁNCHEZ AVILA
COMISION DE TESIS



DR. RICARDO LEON CASTILLO
COMISION DE TESIS



IMPRIMASE:



DR. MARÍA ANDRADE BOURDET
SECRETARIA

