

**ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE LA SAL DE
CONSUMO HUMANO PRODUCIDA EN LAS
SALINERAS DE LA COSTA DEL PACIFICO
DURANTE EL AÑO DE 1994**

Tesis presentada por:

JUAN CARLOS LEON DE LA CRUZ

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

Guatemala, noviembre de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

09
T(1274)
C-4

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Luis Alberto Barillas Vásquez
Vocal Tercero:	Dr. Victor Manuel Campollo Zavala
Vocal Cuarto:	Br. Franklin Aaron 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:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Segundo:	Dr. Norman Aquino Esteban
Vocal Tercero:	Dr. Victor Hugo Lima Sagastume
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por todas las bendiciones recibidas.

A JESUS Y A MARIA SANTISIMA:

Por el amor inmenso que nos tienen.

A MIS PADRES:

Carlos Humberto León Muñoz
Concepción de la Cruz de León
A quienes debo este triunfo.

A MI ESPOSA:

Claudia Ivonne Cerrate de León
Por su amor y apoyo incondicional.

A MIS HIJAS:

Cecilia Mariana y Anaité
Con todo mi amor y como ejemplo para ellas.

A MIS HERMANOS:

Thelma Elizabeth León de Solís
Norma Lucrecia León de la Cruz
Oscar Eugenio León de la Cruz
Con mucho cariño.

A MIS SUEGROS:

Lcda. Madeleine Cerrate Montepeque
Carlos Dorantes Marroquín
En agradecimiento de su apoyo y cariño incondicional.

A MI FAMILIA EN GENERAL:

Porque siempre están presentes.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Dr. Norman Aquino Esteban
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 MI ASESOR.

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: ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE LA SAL DE CONSUMO HUMANO, PRODUCIDA EN LAS SALINERAS DE LA COSTA DEL PACIFICO DURANTE EL AÑO DE 1994, 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 toadas las personas que me brindaron su colaboración en especial al Dr. Norman Aquino Esteban, 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
	SUMARIO.....	1
I	INTRODUCCION.....	3
II	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
III	JUSTIFICACION.....	7
IV	REVISION DE LITERATURA.....	8
V	OBJETIVOS.....	44
VI	DEFINICION DE VARIABLES.....	45
VII	INDICADORES DE VARIABLES.....	47
VIII	METODOLOGIA.....	48
IX	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	62
X	CONCLUSIONES.....	84
XI	RECOMENDACIONES.....	86
XII	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87

SUMARIO

Con el objeto de hacer los preparativos para que la sal de consumo humano sea enriquecida con fluoruros, de acuerdo a lo que establece para tales efectos el decreto 44-92 del Congreso de la República de Guatemala, se hizo la presente investigación para establecer si la sal que se produce para la preparación y condimentación de los alimentos que consuman los guatemaltecos reúne las condiciones y/o calidades para que se le puedan adicionar fluoruros.

En ese sentido se elaboró un protocolo y en el mismo entre otras cosas se establecieron las salineras y los procedimientos para recolectar las muestras que luego se analizaron en el Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ingeniería de la U.S.A.C.

Se hizo un análisis químico de un total de 10 muestras provenientes de igual número de salineras establecidas a lo largo del litoral del Pacífico de la República de Guatemala.

Se expusieron los resultados obtenidos mediante cuadros y gráficas, a los cuales se les dió la interpretación correspondiente, esto permite concluir que las muestras de sal analizadas no reúnen las calidades para que se puedan adicionar fluoruros debido a la alta presencia de impurezas, sustancias insolubles y humedad; si se comparan con las calidades de sal que para tales fines han establecido en otros países productores de este condimento y que de paso la enriquecen con fluoruros.

Se aprovechó además esta investigación para establecer el grosor de los cristales de sal producidos y se concluyó que todas las muestras eran de grano grueso, lo cual también hace que esta sal no sea apta para adicionarle fluoruros.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se hacen finalmente las recomendaciones que se consideraron necesarias y oportunas, para que se corrijan los defectos o inconvenientes encontrados, de tal manera que el enriquecimiento de la sal de consumo humano con fluoruros, se traduzca en el mejoramiento de la salud bucal del guatemalteco.

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 por ejemplo la caries dental, especialmente en los países en vías de desarrollo. (16)

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. (16)

El presente trabajo se refiere a un estudio de campo que se hizo en los centros de producción de sal marina solar (salineras) 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 la granulometría de la misma.

Para tal fin y de acuerdo con la información de la Asociación Nacional de Salineros (ANSAL), se dividió la costa del Pacífico en 9 zonas de producción, en las cuales se hizo el muestreo. Las muestras de sal se llevaron al laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el que de acuerdo a técnicas

standares se hicieron los análisis físico-químico y los resultados se analizaron a la luz de las normas preestablecidas (11), para delimitar si la sal reúne los requisitos mínimos para considerarse apta 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.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala como en muchos países en vías de desarrollo se evidencia que de acuerdo a las investigaciones realizadas y a la experiencia obtenida en el pregrado de la carrera de Cirujano Dentista, especialmente en el Ejercicio Profesional Supervisado, la prevalencia de las enfermedades bucales, tales como las periodontopatías y caries dental son altas (9) y pareciera ser que el problema no tiene solución viable. Problema que tiende a aumentar ante la incapacidad y/o falta de recursos humanos, económicos y políticas de salud adecuadas por parte de las autoridades a cuyo cargo está la atención de la necesidades de salud bucal de la población. (9, 16)

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 area de Odontología Socio Preventiva 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) en algunas escuelas nacionales de la ciudad capital y en las comunidades donde se encuentre un Odontólogo practicante realizando su Ejercicio Profesional supervisado durante ocho meses de cada año; pero el resto de los 9 millones de habitantes de este país se quedan sin estos beneficios. (1)

De acuerdo con los expertos en fluoruración y yodación de la sal de consumo humano y sus experiencias obtenidas en los países europeos como Suiza y en países de América Latina como Colombia (10), plantean 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 si reúne ciertas condiciones en cuanto a sus propiedades químicas y físicas, es afin con el flúor y otros micronutrientes como el yodo. En este sentido antes de iniciar el programa de fluoruración de sal de cocina, es necesario hacer estudios de base (18) que permita saber si la sal reúne las condiciones físicas y químicas adecuadas, no solo para el consumo humano, si no para adicionarle fluoruros. Razón por la cual se realizó esta investigación cuyos pasos aquí se presentan.

III JUSTIFICACION

Previo a la implementación de programas de fluoruración y yodización de la sal de consumo humano, 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 fracasar un programa de alta trascendencia para la salud de la población de un país. (16, 18, 19) En este caso particular se justificó realizar un proyecto de investigación para determinar impurezas y sustancias insolubles de la sal que se produce en las salineras de la costa del Pacífico, para establecer su grado de pureza, humedad y 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 grado de humedad, tamaño de grano y la presencia de impurezas y sustancias insolubles. (1)

Por las razones anteriores, con mayor razón se justificó la determinación de la calidad de la sal en un universo más amplio que permita establecer si la sal que se produce y consume en Guatemala reúne o no las condiciones higiénicas, físicas y químicas necesarias para ser fluorurada.

* Dr. Norman Aquino E. Consulta personal.
Resultados obtenidos de Laboratorios Labind y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la U.S.A.C.

IV REVISION DE LITERATURA

LA SAL:

HISTORIA: La historia de la sal se ha desarrollado a la par de la historia del género 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 recurrieron fue el Mar. Más tarde descubrieron los yacimientos 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 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 estos remotos tiempos, ha sido como artículo esencial de su dieta y la de su ganado, la sal viene usándose también desde los tiempos prehistóricos para sazonar, encurtir, preservar carnes y pescados y curtir pieles.

(6,19)

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 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 que 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. (6, 16, 19)

SAL PARA 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 sal son: el cloro, el carbón, azufre y petróleo.

La industria que produce cloro-alcalinos es el mayor consumidor de sal. Dichos productos son 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 en productos alimenticios como: envasar latas, panaderías, harinas, conservas cárnicas, productos lácteos y sazonamiento de alimentos.

Se utiliza también en nutrición animal, como vehículo de minerales complementarios que se dan en dosis controladas. La industria del cuero la utiliza para curtir. (10)

En muchos países de Europa y en algunos de América Latina están utilizando la sal como vehículo para el yodo y recientemente para llevar fluoruros al organismo humano. (16, 19)

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 sean fundamentalmente las costas del Pacífico, ya que éstas reúnen las condiciones citadas. De la cual aproximadamente el 80% se destina a uso de consumo humano y el 20% entre consumo animal e industrial. (1, 19)

SAL TRADICIONAL:

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

Las salineras pueden abastecerse de agua de diferentes fuentes: de mar, de esteros, lagunetas, 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 construido 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 mas caudal a llevar agua al estanque donde el agua reposa hasta 45 días obteniendo un gradaje de 3 a 4 Be°.

Del estanque el agua con 4 o 5 Be° pasa a los "asoleaderos" que son cunetas construidas en tierra de 2-4 metros de ancho por 50 a 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 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 contruidos de ladrillo rojo de barro cocido

(la mayoría), de cemento y ultimamente están usando el nylon negro grueso, en una salinera utilizan un patio construido de madera de Guayacán. Los patios tienen aproximadamente una superficie de 100 Mt² cada uno y se parcelan en cristalizadores de 3 x 3 mts y con una altura para recibir de 2 a 3 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 las 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 y principios de Mayo siguiente.

Una vez escurrida la 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. (1,19)

SAL COCIDA:

" Esta se produce aún en Taxisco Depto. de Santa Rosa (Sal marina).

En San Mateo Ixtatán, Huehuetenango o 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 / 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 ". (1)

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.

Las salineras de Nylon se fabrican nivelando el suelo arenoso en bancos a nivel, con sus declives. Sobre éstos 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 de la 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 ". (1,19)

SAL COMBINADA:

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

La producción anual es de 1,210,000 quintales y representa el 80.7% de la producción nacional ". (1,19)

CALIDAD DE LA SAL:

" La sal en el comercio guatemalteco no es de calidad superior: presenta mucha humedad, contiene muchas impurezas y sustancias insolubles (incluyendo trozos visibles 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 etiquetadas 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, condi-

ciones que se dan debido a su poco o ningún control sanitario que se le da a su producción y comercialización.

Para evidenciar lo anterior, a continuación se exponen los resultados de los análisis efectuados en muestras de sal producidas y recolectadas en salinas al azar. Para su análisis se utilizaron los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y un Laboratorio Privado ". (1,19)

CUADRO No. 1

CONTENIDO DE CLORURO DE SODIO, HUMEDAD Y OTRAS IMPUREZAS EN MUESTRAS DE SAL (Tomadas de cosechas de patios). ABRIL 1,993

Identificación	% 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

CONTENIDO DE CLORURO DE SODIO, HUMEDAD Y OTRAS IMPUREZAS EN MUESTRAS DE SAL (Tomadas de cosechas de Patio y de Bodega) JUNIO 1,993

Identificación	% Cloruro de Sodio	Impurezas	Humedad
Bodega PZS	91.8020	0.1038	8.0942
Patio Nylon APN	84.0203	1.0683	14.9114
Bodega GYN	91.3080	1.0752	11.0238
Bodega APN (Molida)	93.2010	0.2060	6.5937
Bodega IVN (Molida)	92.8067	---	7.2032

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

CUADRO No. 3

CONTENIDO DE CLORURO DE SODIO Y SOLIDOS INSOLUBLES EN MUESTRAS DE SAL RECOLECTAS POR PRODUCTORES NACIONALES. JULIO 1,993.

Identificación	% cloruro de Sodio	% Solidos Insolubles
61	77.5%	1.2%

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

CUADRO No. 4

GRANULOMETRIA Y HUMEDAD EN TERMINOS DE % DE MUESTRAS DE SAL RECOLECTADAS POR PRODUCTORES NACIONALES. JULIO 1,993

Identificación		Producto A		Producto B	
Mesh	* No.	Sal Gruesa	Sal Molida	Sal Gruesa	Sal Molida
		%	%	%	%
	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 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 1,993

No. de	Presentación	Resultado % de F
	Control	0.003709 % F
	Fluoruro en Table- tas	0.04512 % F
	Fluoruro de Sodio en Solución	0.01485 % F
	Fluoruro de Sodio en Polvo	0.0280 % F

FUENTE: Comisión Nacional para la Fortificación de sal de Consumo
Humano con Flúor y Yodo

LABORATORIO: Laboratorio Biológico Industrial Labind Ltda. (1)

**NORMA 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, se han obtenido de otras fuentes (5,15,16) consultadas, las normas para elaborar sal de calidad para el consumo humano que deben aplicarse en este país.

Estas normas tienen por objeto establecer las características y requisitos de la calidad de la sal en su extracción, procesamiento, refinación, y enriquecimiento con productos, para ser utilizada como ingredientes de los alimentos que se destinan tanto a la venta directa al consumidor, como a la industria alimenticia. 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 la sal deberá ser uniforme.

CUADRO No. 6

CARACTERISTICAS FISICAS QUIMICAS

TIPO CARAC- TERISTICAS	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
% Insoluble 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
I-(2) mg			
Mínimo	33	33	33
Máximo	50	55	55
F-(2) mg/kg			
Mínimo	225	225	225
Máximo	275	275	275

2.8.- EL RECUENTO BACTERIANO NO PODRA SER MAYOR DE 20,000/gr Y/O LO QUE ESTABLEZCA EL MINISTERIO DE SALUD:

3.- ADITIVOS ALIMENTARIOS:

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

3.2.- Antiglutinantes:

3.2.1.- Agente de Revestimiento: carbono 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 esteárico.

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.

Cadmio, no más de 0.5 mg/kg expresado como Cd.

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. (5.15)

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 y 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 llegan 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 método (PREVENCION), cuya función sea evitar que se produzca el daño o poner barreras que eviten el avance de las caries lo más precozmente posible.

Se puede afirmar sin temor a equivocarse, 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 fluoruración de las aguas de consumo, como medida preventiva de caries. (4)

HISTORIA:

Se puede decir que los primeros estudios sobre la química del flúor fueron realizados por MARGGRAF en 1,768 y SHEELE en 1,771. Su presencia en materia de biológicos fue demostrado en 1,803, cuando MORICHINI encontró que existía flúor en los tejidos duros de los colmillos de elefantes fosilizados.

A pesar de que estos conocimientos previos, recién en el año de 1,886 pudo ser aislado por MOISON pero su verdadero estudio data de 1,930 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. (4,10)

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, los 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 pH del medio, la observación como ión fluoruro se realiza mediante un mecanismo de difusión que es modificado por la edad e ingesta anterior.

Después de su observación 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 etapa 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 OSTEOPOROSITIS 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 destilada, se tenía una absorción del 90%, mientras que si 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 PH Urinario, ya que si este es ácido la eliminación es más lenta que si es alcalina. (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 **FLUORURACION**.

Después de comprobada la relación Flúor-caries, surgieron las interrogantes 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-Químico 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 en atención a ella se puede resumir los mecanismos de la reducción de caries por el flúor, en la siguiente forma:

- a) Incorporación al esmalte del 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:

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

FORMAS DE APLICACION DE LOS COMPUESTOS FLUORURADOS

VIA ENDOGENA:

Se basa en la ingestión de compuestos fluorados que son asimilados y luego distribuidos en distintas proporciones en el organismo, fijándose 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 fluorurados en contacto con el esmalte dentario, aunque la expresión de aplicaciones tópicas, abarca fundamentalmente los tratamientos previstos por el profesional en el consultorio; en sentido más amplio puede abarcar todos los métodos mediante los cuales se ponen los compuestos fluorurados directamente en contacto con las superficies dentarias.

Ej: enjuagatorios y dentífricos ". (4)

EXPERIENCIA DE LA FLUORURACION DE LA SAL EN OTROS PAISES

EXPERIENCIA EN COLOMBIA:

" En Antioquia, Colombia, bajo los auspicios de la 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 la Antioquia, utilizando un tipo diferente de fluoruro de calcio en otra, flúor 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 ". (10)

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 ". (10)

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 con 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 fluorada se manifiesta en su resultado tan válida como la flúor 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 obtiene con la fluoruración del agua potable, po-

demos constar 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 fluorurada a 250 Mg. de F/Kg, de sal, el índice CEO, del grupo etáreo de 2 a 6 años se redujo el 41% , el 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 adición 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, fué 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 hacia 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 demanda 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 historia de caries, sumamente elevado.

En una encuesta nacional de consumo de sal en 1984 se determinó que los costarrisenses consumían al rededor de 10 gm. de sal por día.

Los análisis nacionales de concentraciones de flúor en agua, dieron resultados muy favorables de 0.21 mg. F/Lt en los diferentes grupos estéreos ". (10)

RECOMENDACIONES DE LA FLUORURACION DE LA SAL EN OTROS PAISES

La OPS recomendó la fluoruración de la sal en México donde más del 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 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, realizando en la Antigua Guatemala, bajo los auspicios de 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 sal implicará la mayor cobertura en los habitantes de Guatemala, lo cual no ocurre con 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 las normas y reglamentos específicos.
- 5- Toda 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 ". (10)

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 al 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". (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, están 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 es del 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 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, MgSiF₆.6H₂O

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 más 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 por las publicaciones revisadas y analizadas se puede resumir los consumos de sal por persona y por día expresados en gramos de la manera siguiente. (13)

<u>PAIS</u>	<u>CONSUMO/PERSONA/DIA</u>	<u>(1) DE F /Kg SAL</u>
Suiza	7+/10grs.	250 mg/Kg (M.S.)
España	10grs.	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		
Región Central	10.22+/-5.85 DS*	
Pueblo Nuevo Viñas	6.41 gr.	

*DS: Desviación Estandar.

V OBJETIVOS

GENERAL:

Determinar la calidad de la sal que se produce y comercializa para el consumo humano en la costa del Pacífico de la República de Guatemala.

ESPECIFICOS:

- 1.- Determinar el % de impureza en la sal de consumo humano.
- 2.- Determinar el % de humedad que tiene la sal de consumo humano.
- 3.- Determinar el % de sustancias insolubles en la sal de consumo humano.
- 4.- Determinar 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, por sustitución de uno o más átomos metálicos.

- 2.- **SAL PARA CONSUMO HUMANO:** La sal de calidad para el consumo humano no debería contener 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 química de la sal.
De acuerdo con los expertos en procesos de producción de sal, pueden encontrarse las siguientes:
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.

* Diccionario de la Lengua Española, 9na. Ed. 1,972.

- 5.- TAMAÑO DE GRANO: En lo que respecta a el tamaño de grano, se establecen los siguientes diversos tamaños: grueso, mediano, fino y refinado.
- 6.- HUMEDAD: Es la presencia de agua en la sal.

VII INDICADORES DE VARIABLES

IMPUREZA: Si la presencia de sustancias sobrepasan los siguientes rangos, deberá considerarse como impurezas.

<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 2.0 ppm.
Hierro (Fe)	Menos de 2.0 ppm.

Substancias Insolubles: Puede tener lo siguiente.

Insolubles en agua Menos de 0.002 (20 ppm.)

Tamaño de Grano:

<u>Análisis del Cedazo</u>		<u>% de Retención</u>		
<u>Grano</u>	<u>Apertura en</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Típico</u>	<u>Máximo</u>
<u>US5</u>	<u>Micrones</u>			
30	600	0	0	
40	425	25	36	57
50	300	31	45	58
70	212	5	13	19
Pan		2	6	11

Humedad: Lo permitido es de Menos de 0.1%

VIII METODOLOGIA

Las zonas de producción de sal del Litoral del Pacífico de este País, fué establecida por la Asociación Nacional de Salineros de Guatemala, en atención a una población de referencia o acceso vial, en nueve zonas y los agrupó de la siguiente manera.

ZONAS SALINERAS:

En la Asociación Nacional de Salineros de Guatemala, existen 9 zonas de producción las cuales son:

- 1.- Zona: Casas Viejas-Chiquimulilla
Salineras del Pacífico
La Marina
Salinas Torito
Santa Rita
- 2.- Zona: Puerto San José
Salinas del Sur
Zimeri
- 3.- Zona: Zipacate- La Gomera, Escuintla
Las Delicias
Nuevo Mundo
Las Brisas
El Tesoro
Santillana

San José

Chaperna

La Criba

Arcadia

Santa Maria

San Juan

María del Mar

El Paraiso

Santa Rita

La Grande

Las Flores

El Jardín

4.- Zona: Tecojate

Sol y Mar

5.- Zona: Tahuesco, Chichistepeque, Santo Domingo, Depto de
Suchitepéquez.

El Carmen

El Tigre

Murciélago

Las Marías

Acapulco

San Antonio Sinaloa

Izote

Alta Mira

Las Delicias

6.- Zona: Tulate

Sal de la Tierra

7.- Zona: Champerico

Acapán

Chapán

Progas

9.- Zona: Tiquisate

Cooperativa Puntarenas

Cooperativa El Semillero.

Tamaño y Selección de la Muestra:

De acuerdo con la información proporcionada por la Asociación Nacional de Salineras de Guatemala (ANSAL) (*), existen zonas en las cuales su % de producción total anual es menor o mayor que otras zonas. Para los objetivos de este estudio se realizó un muestreo proporcional al azar (**).

El criterio que se siguió para escoger el número de salineras a estudiar, está basado en el porcentaje de producción nacional. Dentro de cada una de las zonas productoras y en base a su porcentaje de producción total anual, se escogió al azar (sorteo) las salineras de donde se tomaron las muestras que fueron analizadas. En el cuadro de la página número cincuenta y dos de éste informe se detalla el procedimiento para selección del número de muestras.

(*). Entrevista personal con Lic. Roberto A. Castillo Gerente General de ANSAL.

(**). Asesoría Dr. Alfonso Fuentes Soria.

Equipo y Materiales:

- 1.- Bolsas plásticas, en las cuales se depositó las muestras de sal.
- 2.- Paleta de plástico, que se utilizó para tomar la muestra y colocarla dentro de la bolsa plástica.
- 3.- Ficha para muestreo e informe de laboratorio.
- 4.- Rotuladores de plástico, que sirvieron para marcar cada uno de los botes plásticos que contubieron las muestras.

Procedimiento de Recolección de Muestras:

Se visitó las salinas de la Costa del Pacífico, para obtener las muestras de cada una de las bodegas.

Cada muestra fué indentificada con una etiqueta que debió contener las siguiente información.

Nombre de la Salina

Fecha de Recolección

Zona Productora.

Número de orden de la muestra.

El recolector de la muestra llenó una ficha por cada muestra. Cuya ficha se adjunta a continuación.

GRUPACION DE SUBSECCION POR SUBSECCION DE QUINTALES	ZONAS	NUMERO DE SALI- NERAS DE CADA ZONA	PRODUCCION EN MILES DE QUA- TALES POR ZONA	PROMEDIO DE PRODUCCION POR ZONAS EN MILES DE QUINTALES	% DE PRODUC- CION TOTAL	NUMERO DE SALI- NERAS EN LA MUESTRA																							
< 10	5	9	35	3.9	5.41	1																							
	4	1	7	7			> 10 < 20	2	2	250	13.16	32.25	3	3	17	1	4	> 20	6	1	223	55.75	62.33	6	7	3	8	2	9
> 10 < 20	2	2	250	13.16	32.25	3																							
	3	17																											
	1	4																											
> 20	6	1	223	55.75	62.33	6																							
	7	3																											
	8	2																											
	9	2																											
		40																											

FICHA PARA MUESTREO

- 1.- Nombre del Investigador _____
- 2.- Lugar y Fecha _____
- 3.- Zona _____
- 4.- Nombre de la Salinera _____
- 5.- Presentacion de la sal:
Grano: Grueso _____ Mediano _____ Fino _____

REPORTE DE LABORATORIO

- 6.- Impurezas: _____ %
 - Cloruro de Sodio _____
 - Sulfato de Calcio _____
 - Cloruro de Magnesio, _____
 - Cloruro de Calcio _____
 - Cobre (Cu) _____
 - Hierro (Fe) _____
- 7.- Substancias Insolubles: _____
- 8.- Tamaño de grano:
Análisis del Cedazo _____ % de Retención
Grano Apertura en
USS Micrones

- 9.- Humedad _____ %

INSTRUCTIVO PARA LLENADO DE LA FICHA PARA MUESTREO
Y REPORTE DE LABORATORIO

1.- Nombre del Investigador:

Se anotó el nombre completo del investigador.

2.- Lugar y Fecha:

Se anotó la dirección más exacta del Lugar y la Fecha.

3.- Zona:

Se anotó la zona a que pertenecía la Salinera.

4.- Nombre de la Salinera:

Se anotó el nombre de la salinera con que se anotó en ANSAL.

5.- Presentación de Sal:

Grano: Fué una apreciación subjetiva del investigador. Pero la granulometría de cada muestra fué establecida en el Laboratorio respectivo.

REPORTE DE LABORATORIO

Se anotó a la derecha del título respectivo los resultados que en términos de % reportó el Laboratorio para cada una de las muestras.

Manejo de la Muestra :

A las muestras debidamente etiquetadas se les adjuntó su respectiva ficha, y fueron llevadas para su análisis al laboratorio Químico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para determinar lo siguiente:

Impurezas

Substancias Insolubles

Tamaño de Grano

Humedad

Procedimientos de Laboratorio

Los procedimientos de Laboratorio utilizados para determinar impurezas de la sal, sustancias insolubles, tamaño de grano y humedad, se detallan a continuación, con el objeto de que sirva de base para futuras investigaciones de los programas de yodación y fluorización de la sal, tanto en este país como en otros que quisieran poner en práctica programas preventivos de caries y de otras enfermedades del ser humano.

ANALISIS DE LA SAL (NaCl)

ENSAYO DE PUREZA DE LA SAL: (6)

Reactivos:

- Solución 0.1 N de AgNO₃ (solución valorante).
- Solución de K₂CrO₄ (indicador).

Preparación de la muestra:

Disolver 20 g de la sal en agua destilada y aforarla a 200 ml; la solución debe estar clara e incolora.

Procedimiento:

Tomar una alicuota de 20 ml de la solución preparada y valorar con la solución de AgNO₃ 0.1 N hasta el viraje del indicador (de amarillo a anaranjado).

Cálculo:

$$1 \text{ ml} = 0.0058443 \text{ g de NaCl.}$$

DETERMINACION DE CALCIO (Ca) Y MAGNESIO (Mg): (6)

Reactivos:

- 20 ml de Agua Regia.
- Solución de Titriplex III 0.1 N.
- Solución amortiguadora pH=10.
- Hidróxido de potasio grado reactivo.
- Indicadores: Calceína y negro de ericromo T.

Preparación de la Muestra:

- Tomar una muestra de 100 g de sal, disolverla en agua y diluirla con 20 ml de Agua Regia, hasta casi sequedad.
- Filtrar la muestra con lavados cuantitativos de agua y aforarla a 250 ml.

TITULACION DE MAGNESIO

- Tomar una alicuota de 25 ml, agregar 10 ml de Agua y ajustar el pH con 10 ml de solución amortiguadora de pH 10.
- Agregar 3 gotas de Negro de Ericromo T y valorar con Titriplex III (0.1 N) hasta el viraje del indicador (violeta-azul).

DETERMINACION DE SULFATOS: (6)

Reactivos:

- Solución de Sulfato de Potasio (0.002% en 30% de Etanol).
- Solución de Cloruro de Bario di-hidratada al 25%.
- Solución de Acido Clorhídrico al 25%.

Preparación de la muestra:

Disolver 20 gramos de la sal en agua y aforarla a 200 ml. La solución debe ser libre de impureza e incolora. (Si)

Preparación del Standar Patrón:

- Stock I: Pesar 2.54 gramos de NaCl grado reactivo y

aforarlo a 1 lit con agua destilada.

- Stock II: Tomar 1 ml de la solución Stock I y aforarla a 100 ml con agua destilada.

Procedimiento:

- Mezclar 0.25 ml de la Solución de sulfato de potasio con 1 ml de solución de Cloruro de Bario.
- A la mezcla de reacción agregarle 20 ml de la solución de NaCl a analizar (S1), y acidificarla con 0.5 ml de la solución de ácido clorhídrico.

Nota: Seguir el mismo procedimiento para la solución Stock II (muestra testigo).

Cálculo e Intérprete del Resultado.

Compare el resultado de turbidez con la muestra analizada de la Stock II.

2ml = 0.001% de NaSO₄

TITULACION DE CALCIO (6)

- Tomar una alicuota de 25 ml, agregar 10 ml de agua y ajustar el pH a 12 con KOH.
- Agregar 3 gotas de calceina y valorar con una solución de Titriplex III (0.1 N) hasta el viraje del indicador (naranja-verde).

Cálculo:

1 ml de Titriplex III (0.1N) = 4.008 mg de Ca

1 ml de Titriplex III (0.1N) = 2.431 mg de Mg

ENSAYO DE RESIDUO INSOLUBLE: (6)

Reactivos:

- Acido clorhídrico concentrado, (HCl)
- Solución de hidróxido de sodio, 1%.
- Solución de Nitrato de amonio al 2%.
- Indicador rojo de metilo.

Procedimiento:

- Se pesa 1 g de la muestra, y se disuelve en 25 ml de agua.
- Se agregan 5 ml de HCl, se calienta hasta la completa disolución de la sal.
- Diluir la muestra a 50 ml con agua caliente y calentar durante 15 minutos.
- Filtrar la solución en caliente; y el filtrado se elimina.
- El residuo se trata con 100 ml de solución caliente de NaOH. Se hace una digestión de 15 minutos.
- Se le agregan 3 gotas de rojo de metilo y se acidifica la muestra con HCl hasta el viraje del indicador (amarillo a rojo).
- Se filtra la muestra, y se lava con solución de nitrato de amonio.
- El filtrado se elimina y el residuo se coloca en un crisol

de porcelana, y se calcina en una mufla eléctrica a 950 °C.

Nota: Se debe realizar el mismo procedimiento para un blanco testigo.

$$\text{Calculo: } \% = \frac{(M2 - M1) - (M4 - M3)}{M} * 100$$

donde:

M = muestra en gramos.

M1 = Crisol vacío (tara).

M2 = Crisol con residuo.

M3 = Crisol blanco vacío (tara).

M4 = Crisol blanco con residuo.

Tamaño de Grano:

- Pesar 50 gr de muestra. (seca).
- Colocar tamices en orden descendente de MESH (4, 8, 9, 12, 14, 16, 24, 28, 35, 65).
- Hacer pasar la muestra agitando los tamices hasta que no pase de un tamiz al siguiente.
- Recolectar la muestra que queda retenida en cada tamiz y pesarla.
- Obtener el % de retención en cada tamiz:

$$\frac{MT}{M} * 100$$

donde:

MT = Masa de cada tamiz

M = 50 g de muestra.

- Realizar una grafica % de Retención VRS. MESH. para visualizar donde se encuentra el mayor grado de retención.

ENSAYO DE HUMEDAD EN BASE HUMEDA: (6)

Procedimiento:

- Se pesa 1 g de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado y seco (M1).
- La muestra se lleva a peso constante en un horno a una temperatura de 110 °C (tiempo aprox. de 1 hora).
- Se deja enfriar la muestra en una desecadora de sílica gel, hasta temperatura ambiente.
- Se pesa de nuevo el crisol (M2), y se determina el porcentaje de pérdida de humedad.

Cálculo:

$$\% H = \frac{M1 - M2}{M1} * 100$$

donde:

M1 = peso del crisol con la muestra inicial.

M2 = peso del crisol con la muestra después del análisis.1

IX PRESENTACION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las muestras de sal en 10 salineras ubicadas en la Costa del Pacífico, las cuales fueron procesadas y analizadas en los laboratorios de Química Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para tales fines se utilizaron los estándares del manual de Merck, en virtud de las limitaciones tanto en equipo, materiales y reactivos de los laboratorios de dicha facultad. Por lo consiguiente se hace la salvedad de que algunos análisis no se pudieron hacer.

Estos resultados son presentados en cuadros y gráficas, cuyos análisis e interpretaciones se harán a continuación de los mismos.

Determinación de Sulfatos:

De acuerdo al reporte de laboratorio, todas las muestras contienen más de 0.001 % de sulfatos, por lo que están fuera de la norma que establece como máximo un 0.001 % de sulfatos en la sal de consumo humano. De acuerdo a la prueba de turbidez las muestras de las salineras: La Marina, Salinas del Pacífico y Salinas Torito son las que tienen el mayor porcentaje de sulfatos.

Como generalmente los sulfatos presentes en sal vienen en forma de sulfato de calcio, el exceso de estos sulfatos es perjudicial en un programa de fluoruración de la sal, en vista de que interfieren con la absorción intestinal de fluoruros; por lo consiguiente esta sal antes de ser empacada para la venta debería de ser sometida a procesos de lavado y centrifugación, lo cual indiscutiblemente mejorará su calidad.

CUADRO No. 1

Análisis de Pureza de Cloruro de Sodio y Humedad *
Guatemala 1,994

NOMBRE DE SALINERAS		% PUREZA	% HUMEDAD
1.	La Grande	94.38	3.02
2.	Santa Marta	88.20	7.22
3.	Sol y Mar	99.74	5.87
4.	Santillana del Mar	95.84	5.28
5.	La Marina	92.73	5.80
6.	Salina del Pacífico	95.06	7.66
7.	Salina Torito	88.50	7.09
8.	Semillero	92.34	4.12
9.	Santa Rita	88.76	10.22
10.	Punta Arenas	92.34	4.12

* Fuente: Lab. Química Industrial. Centro de Investigación de la
Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION CUADRO No. 1

Como se evidencia en el Cuadro No. 1, en lo que se refiere a la pureza, % o cantidad de cloruro de sodio, la mayoría de las muestras están entre un rango que va de 88.20% a 95.84%, lo cual indica que, tiene otros elementos, (que serán analizados más adelante) y un alto grado de humedad lo cual indica que se trata de sal no apta para el consumo humano, y que también no reúne las condiciones para que se le pueda adicionar yoduros y fluoruros. Al referirse a los valores normales que debe tener una buena sal esta debe ser de 99.5% de pureza y en cuanto a humedad debe ser de 0.1% por tanto para que se establezca una buena homogenización entre fluoruros y sal y por lo consiguiente el consumidor obtenga los beneficios de la fluoruración, al ser absorbidos adecuadamente en su organismo. (*)

(*) H.D. Cremery W. Buttner. Absorción de Fluoruros. En Fluoruros y salud. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. Serie Monografías No. 59. 1972. pp 75-91

CUADRO No. 2

Determinación complejométrica de Mg. *

Guatemala 1,994

NOMBRE DE SALINERA		% de Mg.
1.	La Grande	0.36
2.	Santa Marta	0.22
3.	Sol y Mar	0.09
4.	Santillana del Mar	0.46
5.	La Marina	0.63
6.	Salina del Pacífico	0.34
7.	Salina Torito	0.68
8.	Semillero	0.39
9.	Santa Rita	1.40
10.	Punta Arenas	0.39

* Fuente: Lab. Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION CUADRO No. 2

Como se observa en el Cuadro No. 2, en lo que se refiere al % de Mg encontrado en las muestras de sal, el rango va de 0.09 a 1.40%; lo cual indica que todas las muestras analizadas presentan un % de Mg. elevado a permitido para la sal de consumo humano, por consiguiente de todas las muestras ninguna es apta para agregarle yoduros y fluoruros, puesto que el valor máximo de Mg permitido en la sal de consumo humano es de 0.01%.

Por un lado hace incompatible la mezcla de yoduros y fluoruros desde el punto de vista físico-químico y por otro, es perjudicial para la salud humana la presencia de cantidades excesivas de Mg.

Asi mismo, la presencia elevada de Mg reduce la absorción intestinal del flúor; debido a que cuando una sal tiene cantidades altas de Mg y se mezcla con flúor se forman fluoruros complejos menos solubles y por lo tanto menos absorbibles. (*)

(*) H.D. Cremery W. Buttner. Absorción de Fluoruros . En fluoruros y salud. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. Serie Monografía No. 59. 1972. pp. 75-91

CUADRO No. 3

Determinación complejométrica de Ca *

Guatemala 1,994

NOMBRE DE SALINERA		% de Ca
1.	La Grande	0.60
2.	Santa Marta	0.26
3.	Sol y Mar	0.22
4.	Santillana del Mar	1.04
5.	La Marina	0.70
6.	Salinas del Pacifico	0.74
7.	Salinas Torito	0.84
8.	Semillero	0.48
9.	Santa Rita	1.06
10.	Punta Arenas	0.48

* Fuente: Lab. Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION CUADRO No. 3

Como se observa en el Cuadro No. 3 en lo que se refiere al % de Ca encontrado en las muestras de sal, el rango va de 0.22 a 1.06%; lo cual indica que todas las muestras analizadas presenta un % de Ca elevado al permitido para la sal de consumo humano; por consiguiente de todas las muestras ninguna es apta para agregarle yoduros y fluoruros, puesto que el valor máximo de Ca permitido en la sal de consumo humano es de 0.02%.

El exceso de Ca en una sal adicionada de fluoruros implica una absorción menos de fluoruros debido a la formación de fluoruros complejos menos solubles. Aunque de ser así, se puede solucionar adicionando monofluorofosfato sódico (Na PO F) en lugar de NaF (fluoruro sódico) para una absorción de fluoruro más rápida y menos dependiente del Ión Calcio. (*)

(*) H.D. Cremery W. Buttner. Absorción de Fluoruros. En Fluoruros y Salud. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. Series Monografías No. 59. 1972. pp. 75-91.

CUADRO No. 4

Determinación de Sustancias Insolubles (*)

Guatemala 1,994

NOMBRE DE LA SALINERA		%
1.	La Grande	0.21
2.	Santa Marta	0.09
3.	Sol y Mar	0.10
4.	Santillana del Mar	0.23
5.	La Marina	0.29
6.	Salinas del Pacífico	0.09
7.	Salinas Torito	0.06
8.	Semillero	0.08
9.	Santa Rita	0.10
10.	Punta Arenas	0.08

(*) Fuente: Lab. Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION CUADRO No. 4

Como se observa en el cuadro No. 4, en lo que se refiere al % de Sustancias Insolubles encontrado en las muestras de sal, el rango va de 0.06 a 0.29%; lo cual indica que todas las muestras analizadas presentan un % de sustancias insolubles elevado al permitido para la sal de consumo humano, por consiguiente de todas las muestras ninguna es apta para agregarle yoduros y fluoruros, puesto que el valor máximo de sustancias insolubles permitido en la sal de consumo humano es de 0.002%.

Por razones de costo no fue posible hacer determinaciones de presencia de Co, Fe y Sustancias Areniscas en las muestras analizadas; por lo que probablemente estos están incluidos en el renglón correspondiente a sustancias insolubles o impurezas.

Las sustancias insolubles no permiten una buena homogenización de la sal con los fluoruros, específicamente en su proceso de empaque. (*)

(*) H.D. Cremery W. Buttner. Absorción de Fluoruros. En Fluoruros y Salud. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. Serie Monografías No. 59. 1972. pp. 75-91.

RESULTADOS DE GRANULOMETRIA

Inicialmente se propuso un procedimiento para determinar el tamaño de granos de las muestras de sal por medio de tamices de diferentes Mesh, el cual da resultados en micrones. La Facultad de Ingeniería en sus laboratorios utiliza tamices teniendo como unidad de medida m.m. por lo tanto se hace esta salvedad para la interpretación respectiva.

La tabla de valores en m.m. de los diferentes tamices utilizados en esta investigación por los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala son los siguientes:

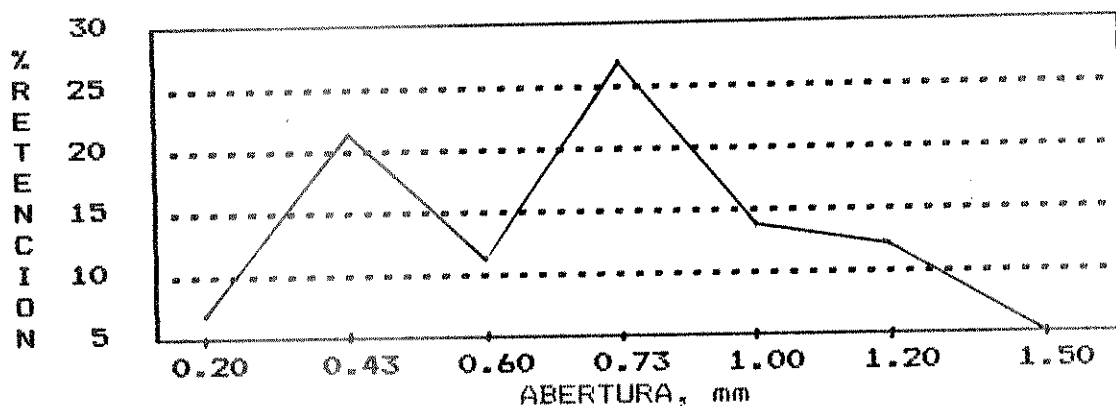
Tamaño en milímetros (mm) correspondiente al tamiz indicado

<u>Tamiz</u>	<u>Tamaño</u>
65.....	0.20
35.....	0.43
28.....	0.60
24.....	0.73
16.....	1.00
14.....	1.20
12.....	1.50
9.....	2.00
8.....	2.36
4.....	4.76

GRAFICA No. 1

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 1 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1, 994

GRANULOMETRIA MUESTRA 1



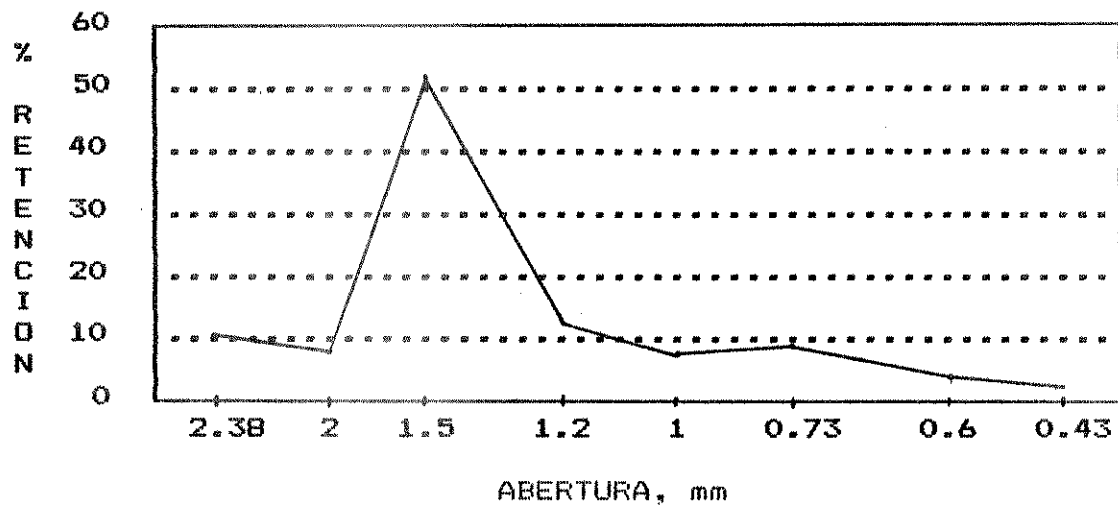
Tamaño efectivo para un rango de 0.43mm a 1.20mm, con coeficiente de uniformidad de 0.79 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.20. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio de Química Industrial Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 2

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 2 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 2



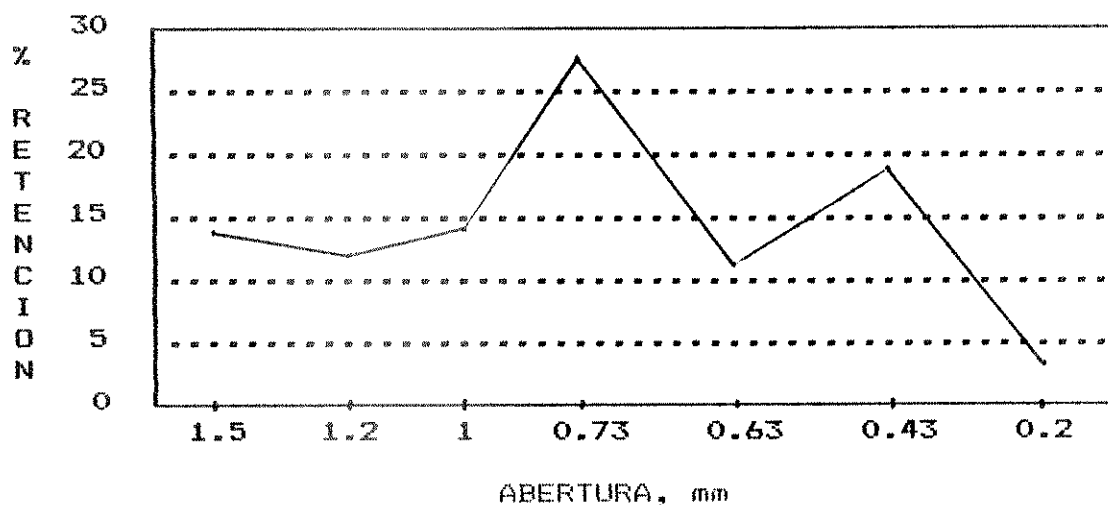
Tamaño efectivo para un rango de 1.2mm a 2.38mm, con coeficiente de uniformidad de 1,77 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.45. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 3

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 3 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 3



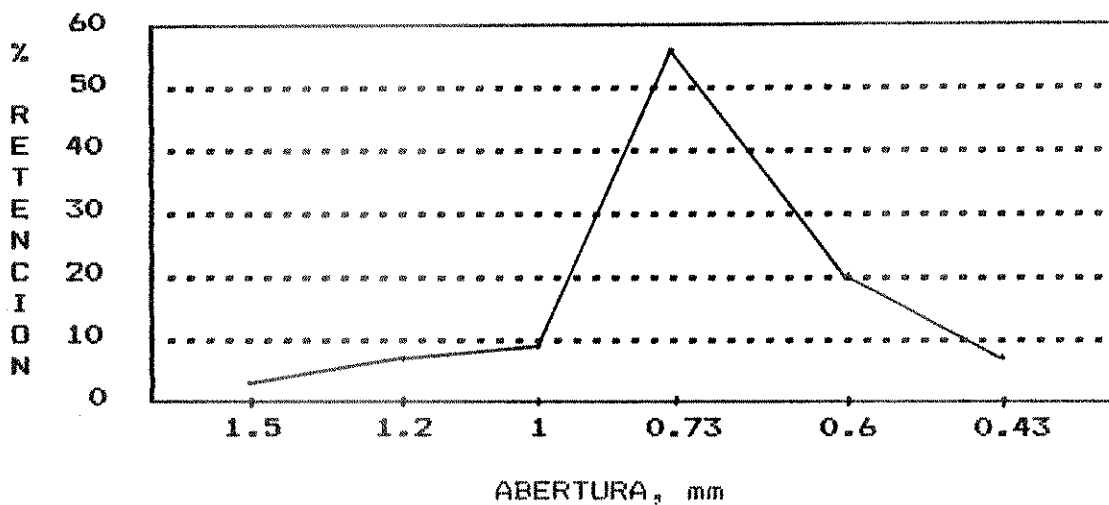
Tamaño efectivo para un rango de 0.43mm a 1.00mm, con coeficiente de uniformidad de 0.69 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.21. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 4

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA DE 4 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1, 994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 4

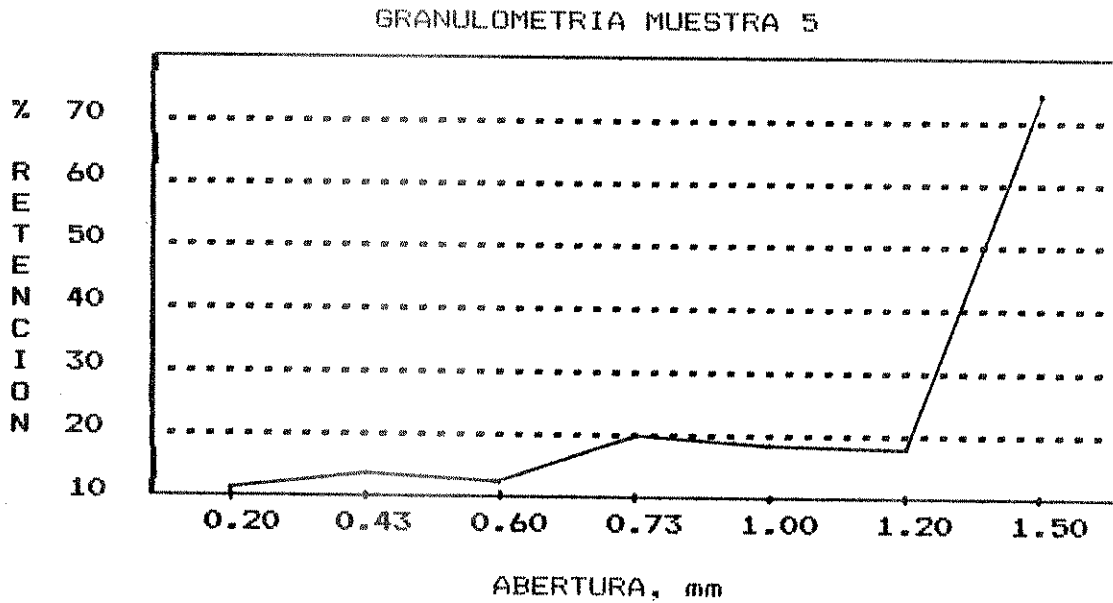


Tamaño efectivo para un rango de 0.6mm a 1.00mm, con coeficiente de uniformidad de 0.78 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.17. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 5

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 5 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1,994.



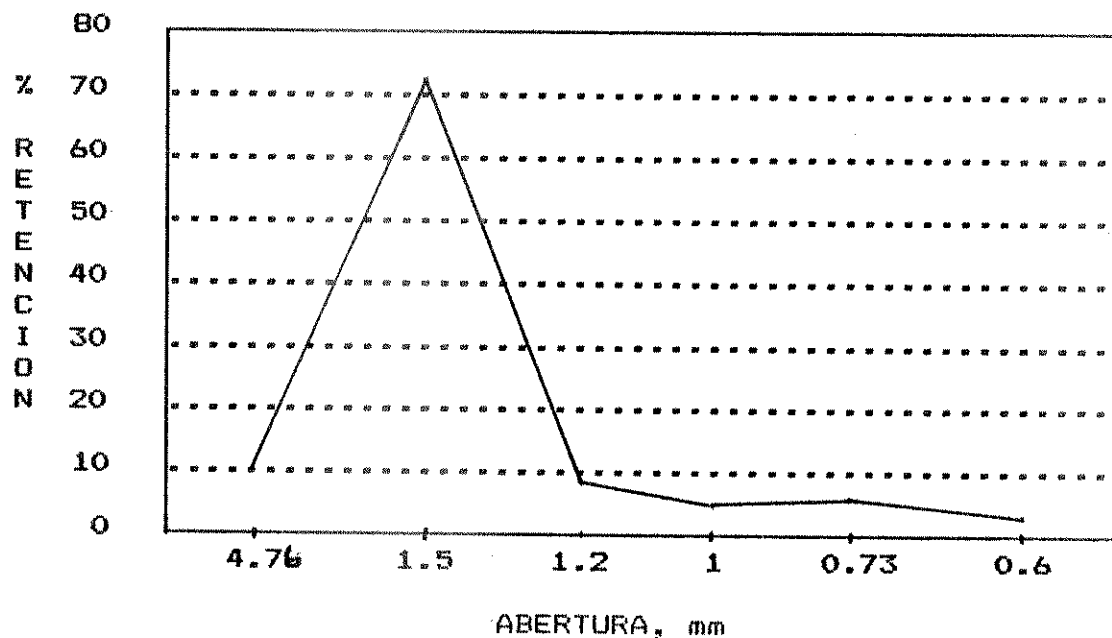
Tamaño efectivo para un rango de 1.5mm a 1.5mm con coeficiente de uniformidad de 1.5 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.00. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 6

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 6 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 6



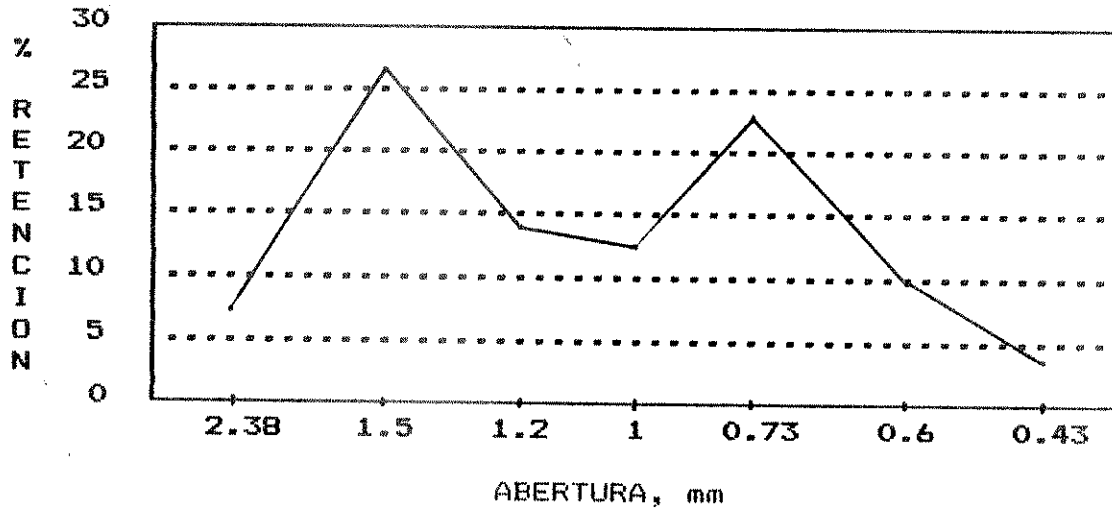
Tamaño efectivo para un rango de 1.5mm a 4,76mm, con coeficiente de uniformidad de 3,13 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 1.63. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 7

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 7 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 7



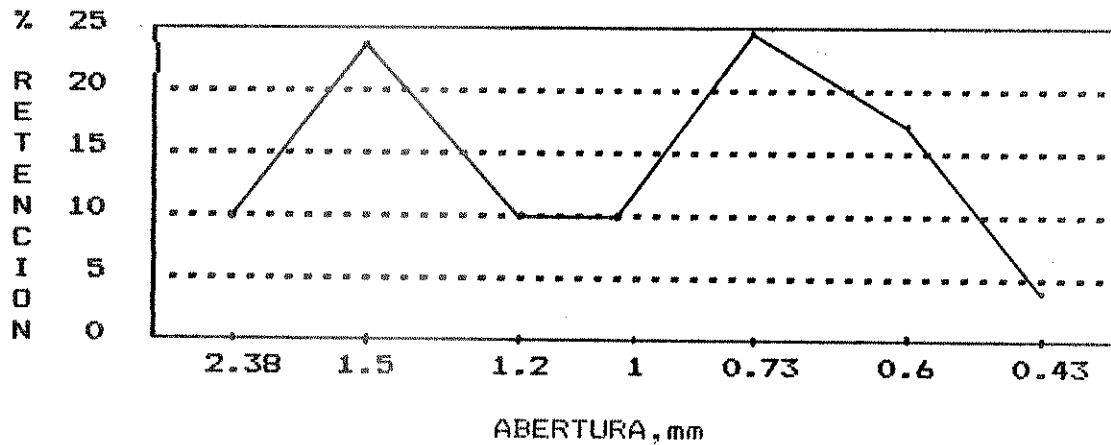
Tamaño efectivo para un rango de 0.73mm a 1.5mm, con coeficiente de uniformidad de 1,11 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.28. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 8

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 8 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D. 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 8



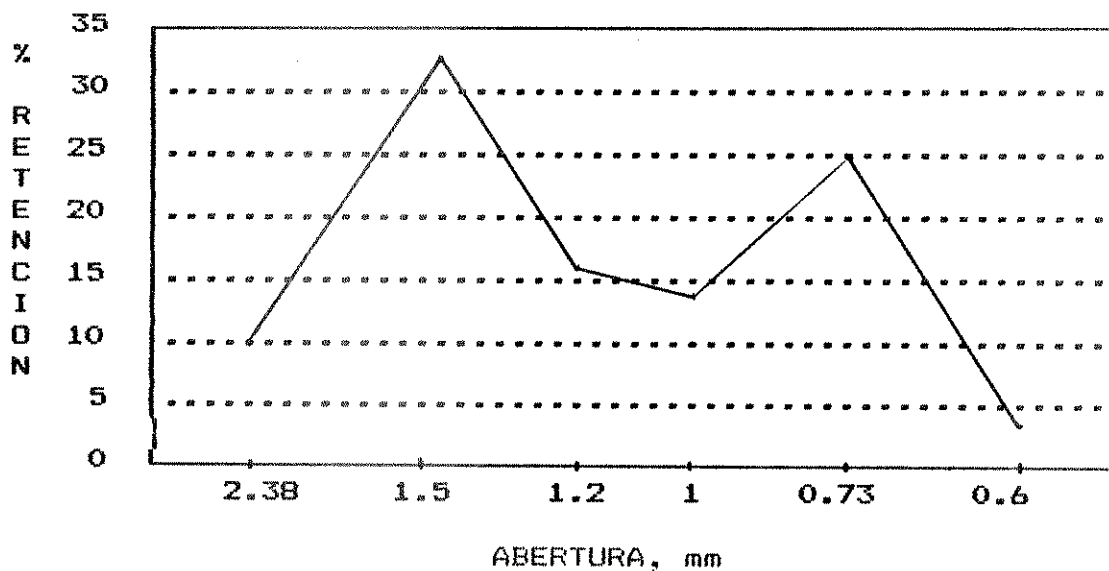
Tamaño efectivo para un rango de 0.6mm a 2.38mm, con coeficiente de uniformidad de 1.24 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.59. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 9

EVALUACION GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA 9 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 9



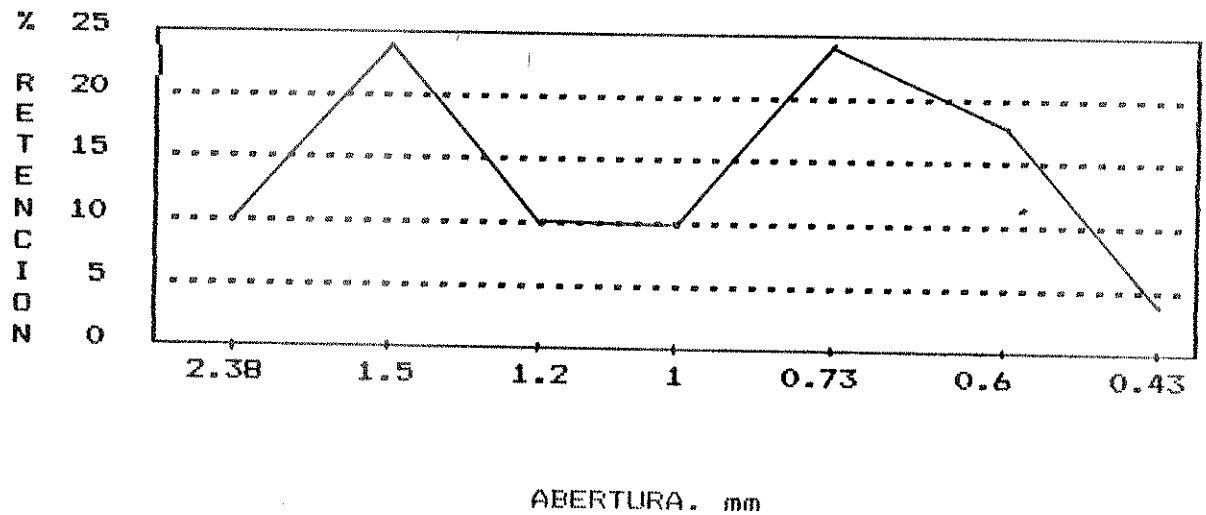
Tamaño efectivo para un rango de 0.73mm a 1.5mm, con coeficiente de uniformidad de 1.11 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.28. Ver gráfica.

Fuente: Laboratorio Química Industrial. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GRAFICA No. 10

EVALUACION DE GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA 10 DE CLORURO DE SODIO
SEGUN NORMA D. 293-69. OCTUBRE 1,994.

GRANULOMETRIA MUESTRA 10



Tamaño efectivo para un rango de 0.66mm a 2.38mm a 2.38mm con coeficiente de uniformidad de 1.24 o menos pueden ser previstos entre el rango de más o menos 0.59. Ver gráficas.

Fuente: Laboratorio Química Industriail. Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTERPRETACION DE GRANULOMETRIA

Si se observan las gráficas de la No. 1 a la 10, correspondiente a los análisis de granulometría efectuados a las muestras que fueron procesadas en los tamices de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la U.S.A.C. se puede decir con toda claridad que todas las muestras de sal producidas en las diferentes salineras son de grano grueso. En rangos que van desde 0.79 mm hasta 3.13mm más o menos correspondiente a los tamices entre los números 28 y 4 respectivamente. Por lo consiguiente se trata de sal producida con grosores de grano que no son aptos para mezclarse con fluoruros, ya que está demostrado que entre más refinada sea la sal más se homogenizará con los compuestos fluorurados que se le adicionen.

Las normas internacionales del grosor del grano de sal apto para adicionarle fluoruros va de 0.31mm a 0.60mm (Tamices del No. 70 al 28-).

X CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados, las muestras obtenidas de las salineras productoras seleccionadas, se llevaron a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la USAC, con el objeto de determinar la calidad de la sal para consumo humano, específicamente en lo que se refiere a: humedad, impurezas, sustancias insolubles y el tamaño de grosor del grano de dicha sal. Después de los análisis correspondientes se llega a las siguientes conclusiones:

- 1.- En cuanto a lo que se refiere a la pureza, % o cantidad de cloruro de sodio (NaCl) la mayoría de las muestras está entre un rango que va de 88.20% a 95.84%, lo cual indica la presencia de otros elementos y un alto grado de humedad; este hecho indica a la vez que no es una sal con la calidad necesaria para adicionarle fluoruros.
- 2.- La presencia de altos porcentajes de humedad, cuyos rangos fueron establecidos entre 3.02% y 10.2% indica que esta sal no es apta para adicionarle fluoruros en vista de que la humedad no permite una buena adherencia y/o homogenización de los fluoruros a los cristales de sal; y si a ello se le agrega el hecho de que la sal es almacenada y distribuida en costales de 100 lbs., esto implica que los fluoruros se asentarían o depositarían en el fondo del saco y por lo tanto la sal que se queda en la parte superior del costal se quedaría sin fluoruros.

3.- En cuanto a las impurezas, se detectaron concentraciones altas en todas las muestras de: sulfatos, calcio y magnesio. Lo cual es perjudicial en términos generales para la salud humana, especialmente la presencia de Mg., ya que interfiere en los beneficios que se pretende con la fluorización de la sal, debido a la formación de fluoruros complejos menos solubles, y por lo consiguiente más difíciles de absorber por vía intestinal.

4.- En lo que se refiere a granulometría se determinó que todas las muestras son de grano grueso. Por lo consiguiente con ese grosor de grano se dificulta la homogenización de los fluoruros con la sal y sucede el mismo fenómeno que con la presencia de altos porcentajes de humedad.

5.- En los análisis respectivos se determinó también que la sal contiene otras impurezas tales como: sustancias areniscas y otras sustancias que no fueron posibles de establecer por razones de ausencia de equipo y reactivos para la detección de las mismas.

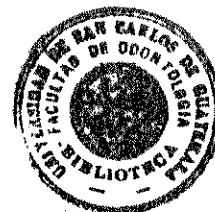
XI RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación es necesario y de mucha utilidad tanto para las autoridades de salud como para los productores de sal, que en un momento dado pongan a funcionar de acuerdo al decreto 44-92, el programa de fluorización de la sal, para ello se deben observar las siguientes recomendaciones:

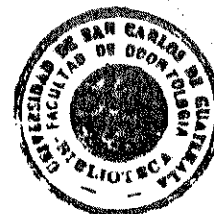
- 1.- Que toda sal para consumo humano que se produzca deberá ser sometida a procesos de lavado, centrifugación y secado con el objeto de mejorar la calidad de la misma en lo que se refiere a reducir su porcentaje de humedad y la presencia tanto de sustancias insolubles y otras impurezas.
- 2.- Que simultaneamente con los procesos anteriores en sal deberá ser sometida a un proceso de refinamiento, ya que tal y como se dijo en las conclusiones respectivas, una sal mientras más fina más podría homogenizarse con los fluoruros.
- 3.- Como un complemento a las recomendaciones anteriormente descritas, ya debidamente fluorurada la sal de consumo humano deberá ser envasada o empacada en recipientes especiales que permitan preservar su calidad y la homogenización debida con los fluoruros.

XII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- Aquino Esteban, N. Proyecto de factibilidad para el formalecimiento de la sal de consumo humano con fluor y yodo. Informe final del año sabático. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1993 pp 43.53.
- 2- _____ . Subproyecto para determinar el consumo de sal por persona y por día en familias u hogares que residen permanentemente en seis regiones climáticas diferentes de la Republica de Guatemala. Protocolo de Investigación. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1993. 36p.
- 3- Bianchini Pirera, F. Metabolismo de los fluoruros. En: Memoria II Curso de Formación de Líderes. Costa Rica, Programa de Fluoruración de la Sal, s.e., 1992. pp 31-40.
- 4- Borgarello, L.T. de. Flúor. Rev Fac Odont UNC 2 (1-2): 76-106, 1983.
- 5- Costa Rica. Norma oficial para la sal de calidad alimentaria. Gaceta 93: 1-9, Mayo 16, 1989.
- 6- Darmstadt, E. M. Métodos complexométricos de valoración con titriples. 3era. ed. s.d.e. 1971. pp 33-34.
- 7- _____ . Merck Standards. 3era. ed. s.d.e. 1971. pp 394.
- 8- Denton Scott, J. En defensa de la sal. México, Selecciones del Riders Digest 98:37-40, 1985.
- 9- 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.
- 10- Diccionario de la Lengua Española. 19a. ed. España, Espasa Calpe. 1970. 1424 p.



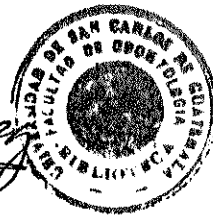
- 11- Gómez Salgado, J. y S. Quiroz Rojas. Procedimientos para análisis de fluor y evaluación de calidad de la sal de consumo. San José, Costa Rica, Programa Fluoruración de la Sal. 1992. pp 34-44. (Manual No. 1)
- 12- González Avila, M. Epidemiología de la caries dental y enfermedad periodontal en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación, 1989. pp 27-54. (Cuadernos de Investigación 5-89).
- 13- 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. 53p.
- 14- Heis, J. F. Patrones de calidad para la sal de consumo humano en E.U.A. En: I Reunión de expertos sobre fluoruración y yodación de la sal de consumo humano. Informe final. Guatemala, OPS, Noviembre 1986. pp 208-224.
- 15- Marthaler, T. M. Aspecto cuantitativos del flúor en el cuerpo humano, ocurrencia e ingesta. En: I Reunión de expertos sobre fluoruración y yodación de la sal de consumo humano. Informe final. Guatemala, OPS, Noviembre, 1986. pp 225-228.
- 16- Memoria. II Curso de formación de líderes en programas de fluoruración de la sal. San José, Costa Rica, Programa de Fluoruración de Sal, 1992. pp 200- 240.
- 17- México. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de actividades, establecidas, productos y servicios. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDXIII. No. II. 18 Enero de 1988. 9p.
- 18- Roviralta Redondo, G. Aspectos generales de los programas de fluoruración de la sal. Costa Rica, Programa de la sal, 1992. pp31-40.

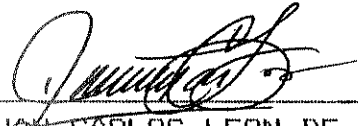


19- Venkatesh Mannar, M.G. y H.L. Brandley. Fautas para el establecimiento de instalaciones de sal solar elaborada a partir de agua de mar, salmuera subterránea y agua de lagos salados. Banco de Información Industrial y Tecnología (INTIB), Sección de Información Industrial, Programa Tecnológico de la UNUDI. 25 de Julio de 1984. pp 1-42.

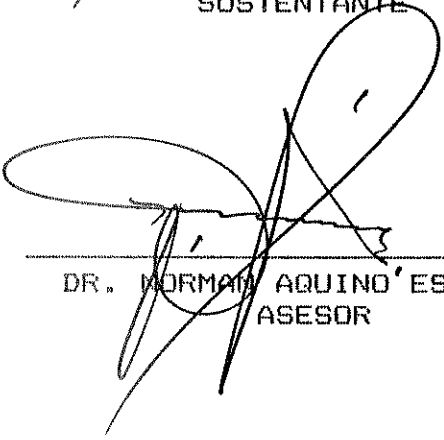
No. Bo.

McEwen
7-8-84





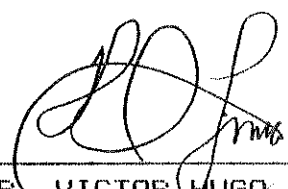
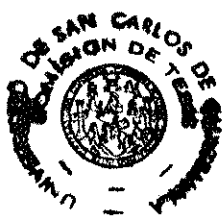
JUAN CARLOS LEON DE LA CRUZ
SUSTENTANTE



DR. NORMAN AQUINO ESTEBAN
ASESOR

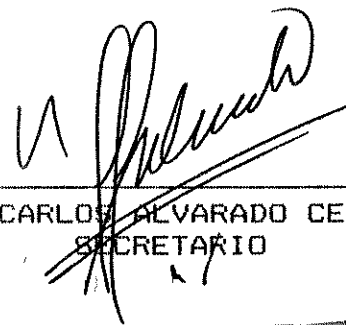


DR. JOSE GUILLERMO ORDOÑEZ
MENDIA
COMISION DE TESIS



DR. VICTOR HUGO LIMA
SAGASTUME
COMISION DE TESIS

IMPRIMASE:



DR. CARLOS ALVARADO CEREZO
SECRETARIO



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
SECRETARIA