

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN – LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
INGENIERIA DE ALIMENTOS



TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

TEMA

“FORTIFICACIÓN DE LA SAL CON YODO Y FLÚOR POR VÍA SECA” EN EL PERIODO DE FEBRERO A JULIO 2016.

Autores

- Br. Oscar Benito Silva Rojas
- Br. Norman Antonio Sotomayor

Tutora:

Lic. Sandra Lucia Navarrete Villanueva

León, Julio 2016.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

ÍNDICE

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
III.	JUTIFICACIÓN.....	3
IV.	OBJETIVOS.....	4
	General:	4
	Específicos:	4
V.	MARCO TEÓRICO	5
5.1	El Cloruro Sodio.	5
5.2	Historia de la sal.....	5
5.3	Uso de Sal.....	6
5.4	La sal se clasifica basada a su composición química y factores de calidad en fina y refina..	7
5.5	Métodos de evaporación solar del agua de mar	7
5.6	Tecnología de procesamiento de sal industrialmente.....	10
5.7	Control de la Dosificación de Yodo y Flúor	10
5.8	Yodato de potasio.....	11
5.9	Fluoruro de potasio.....	12
5.10	Determinación de yodo en sal por método volumétrico	13
5.11	Determinación de flúor en sal por el método del ion selectivo	16
VI.	METODOLOGÍA	18
VII.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	19
VIII.	CONCLUSIÓN	27
IX.	RECOMENDACIONES	27
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	29
XI.	ANEXOS.....	30

AGRADECIMIENTO A:

Dios por brindarnos las bendiciones y sabiduría, a la gerencia general de la planta industrial procesadora de sal NICASAL; S.A y al jefe de la planta procesadora de alimentos Mauricio Díaz Müller por su apoyo en facilitar instalaciones y equipos para llevar a cabo el desarrollo de este trabajo; al conglomerado de maestros de la carrera de Ingeniería de Alimentos y en especial a la Lic. Sandra Navarrete por darnos su asesoría y atención en los momentos que lo necesitamos.

También les damos agradecimiento muy especial a nuestros padres que con ánimos de vernos superados nos inculcaron educación desde nuestros primeros años de vida, así mismo a nuestros hermanos los cuales nos apoyaron durante nuestros años de estudios.

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país rico en recursos naturales renovables, no renovables e inagotables entre los recursos naturales renovables tenemos las plantas, los animales, el agua y el suelo. En los no renovables se encuentran el petróleo, los minerales, los metales y el gas natural así mismo los recursos naturales inagotables son la luz solar, las olas del mar, el viento y el aire.

La sal se encuentran en forma de mineral como parte de las rocas (como la halita), o bien disueltas en el agua (por ejemplo, el agua de mar). Son un componente vital de los seres vivos, en los que las podemos encontrar de diferentes formas: disueltas dentro de los organismos en los iones que las constituyen, los cuales pueden actuar en determinados procesos biológicos: transmisión de los impulsos nerviosos, contracción muscular, síntesis y actividad de la clorofila, transporte del oxígeno de la hemoglobina, cofactores que ayudan a las enzimas.

Los cambios registrados en los últimos años en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios han proporcionado grandes oportunidades a la industria alimentaria, también han impulsado la elaboración de productos fortificados destinados a aportar necesidades específicas, ya que tienen efectos beneficiosos sobre el organismo y evitan posibles enfermedades.

NICASAL S.A. realiza la fortificación de la sal con yodo y flúor como una estrategia para obtener una sal de consumo humano que sea beneficiosa para evitar las enfermedades como (bocio, caries dentales, entre otras funciones biológicas del cuerpo) en la población así mismo cumplir con los reglamentos establecidos a nivel nacional (ley 638) e internacionales los países que se exporta (Costa Rica, Honduras, Guatemala y el Salvador) Obteniendo un producto de mayor valor. La sal fortificada se clasifica en sal grado alimentario (fina, refinada y gruesa).

El presente trabajo tiene como propósito la fortificación de la sal con yodo y flúor por vía seca lo que permitirá cumplir los parámetros de calidad e higiene de la sal grado alimentario o de consumo humano, considerando la regulación reglamentaria.

II. ANTECEDENTES

Los programas de fortificación de los alimentos han existidos en centro América desde los años cincuenta, cuando se inició la fortificación de la sal con yodo. Estos programas han contribuido de forma importante a la eliminación y prevención de los problemas de micronutrientes en la región.

El gobierno de Nicaragua a través del ministerio de salud como ente regulador consiente de las grandes necesidades en las áreas de salud, ha creado políticas y programas de corto, mediano y largo plazo para controlar y prevenir las principales enfermedades y deficiencias nutricionales que afectan a la población especialmente en las mujeres y la niñez para evitar el bocio y el deterioro del esmalte de los dientes.

NICASAL S. A., es una planta industrial procesadora de sal, esta se encuentra ubicada en el Km. 66 de la carretera nueva León-Managua, a 200 metros del empalme de Izapa, departamento de león, en el municipio de La Paz Centro.

Colocando la primera piedra en el año 2008, y es la primera planta industrial en Nicaragua dedicada al procesamiento de sal debidamente higienizada y fortificada con yodo y flúor por vía húmeda y seca.

Inicia operaciones en el año 2009, y está organizada por la cooperativa de salineros de Nicaragua (COSERMUSALNIP), conformada por pequeños, medianos y grandes productores de sal del occidente del país. La cooperativa fue apoyada por el gobierno a través del programa de reactivación productiva rural manejado por el IDR con fondos del BID, con un total de inversión de dos millones y medio de dólares lo que permitió construir la mejor planta procesadora de sal del área centroamericana con tecnología de punta importada de España, de acero inoxidable, cumpliendo con las normas de procesamiento de sal de consumo humano. (Anexo N°1).

Actual mente cubre el 70 % del mercado nacional, para el consumo humano en diferentes presentaciones, también sales para la industria y el consumo animal.

III. JUTIFICACIÓN

La sal es un producto de consumo necesario para mantener el correcto funcionamiento de nuestro organismo y esto lo vuelve a su vez un mecanismo de transporte de micronutrientes de necesidad y de interés de salud pública por lo que el gobierno en conjunto con el ministerio de salud y NICASAL S.A. crea y regula planes que promueven la fortificación de la sal con Yodo y Flúor, con el fin de disminuir enfermedades como el bocio, enfermedad que según la OPS más 2.20 millones de personas en el mundo tienen riesgos de sufrir algún grado de afectación neurológica por vivir en zonas con deficiencia de yodo.

Nicaragua actualmente consume un millón setecientos mil quintales de sal anualmente, 550 mil quintales de sal se usan para hacer queso y cuajada, 250 mil quintales entre industria textil para fijación de colores, cuero para curtir pieles, sal como pre cervantes y para tratamiento de aguas, para crear alimentos balanceados en la industria avícola, 300-400mil quintales se usa para el ganado, 400 mil quintales para consumo humano, 100-200 mil quintales se exportan a Costa Rica y Honduras, el 90% de la sal del país se produce en León, Puerto Sandino, el Tamarindo y Salinas Grandes y 10% se produce en Tolas Rivas

La industria de la sal genera 1,500 empleos directos, hay unas 125 fincas salineras en león y entre 10 y 12 fincas salineras en Rivas. Un quintal de sal puede costar 28 córdobas. El precio aumenta conforme se somete a los procesos de industrialización para limpiarla de impurezas. El 50 % de la sal que se consume en el mundo proviene del mar, mientras que la otra mitad de minas.

Este trabajo permitirá describir la fortificación de la sal con yodo y flúor por vía seca en la planta procesadora de sal NICASALS.A. Así mismo permitirá disminuir los riesgos de padecer de bocio y desgaste dental.

IV. OBJETIVOS

General:

- ✓ Fortificar la Sal con yodo y flúor por vía seca en NICASAL S.A. Periodo de febrero a julio 2016.

Específicos:

- ✓ Describir la formulación de la fortificación de sal con yodo y flúor en base seca.
- ✓ Optimizar el flujo grama tecnológico de producción y fortificación de sal con yodo y flúor en NICASAL S.A.
- ✓ Verificar los resultados de análisis de yodo y flúor realizados en el laboratorio del MINSA y NICASAL S.A.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 El Cloruro Sodio: cuya fórmula química es NaCl denominada sal común, apariencia cristales blancos, inodora y sabor salado. Existen tres tipos: la sal marina y la de manantial, que se obtienen por evaporación; la sal gema, que procede de la extracción minera de una roca mineral denominada halita, y la sal vegetal, que se obtiene por concentración, al hervir una planta gramínea, método también utilizado para la obtención de azúcar.



La sal de mesa es una de las sustancias minerales más abundante en la naturaleza, sea en estado de roca (sal gema), mezclada con arcillas (arcillas salinas) o en solución en el agua de mar (sal marina). Su masa molecular es de 58.45g/mol y su composición centesimal es de 39.34% de sodio y 60.66% de cloro. El cristal iónico es una red cristalina cubica simple, en cual los iones positivos de sodio y negativo de cloro ocupan posiciones alternadas. (lopez, Junio 2002, p. 12)

5.2 Historia de la sal

La evaporación solar del agua de mar es uno de los métodos más antiguos que se conoce y uno de los más utilizados en la producción de sal marina, la evaporación del agua de océanos y otros cuerpos de agua ha sido un proceso natural, pero no fue hasta en el año de 1849 cuando se comenzó a estudiar los aspectos de sal durante el proceso de evaporación. A la fecha la producción de sal ha tomado una mayor importancia a nivel mundial, y con ello sus usos han aumentado, principalmente en la industria química.

En el siglo XXI, la producción mundial de sal total destinada al consumo humano no alcanza el 25 por ciento de la producción total. La sal es la única roca que es comestible para el ser humano, y es posiblemente el condimento más antiguo.

5.3 Uso de Sal

La sal proporciona a los alimentos uno de los sabores básicos, el salado que es posible percibir debido a que la lengua tiene receptores específicos para su detección. El consumo de la sal modifica el comportamiento frente a los alimentos, ya que es un generador del apetito y estimula su ingesta. Se emplea fundamentalmente en dos áreas: como condimento de algunos platos y como conservante en las salazones de carnes y pescado (incluso de algunas verduras), así como en la elaboración de ciertos encurtidos.

Existe una diversidad de segmentos usuarios para la sal común. Desde la industria química es utilizado como materia prima, la transforma en gas cloro, sosa cáustica, productos plásticos (PVC), así como en suavizadores de agua como fundente, se utiliza también en la medicina, en la ganadería, en el curtido de pieles y por supuesto se utiliza para consumo humano, en la preparación y preservación de alimentos.

La producción mundial de sal es de aproximadamente de 210 millones de toneladas por año, de esta solo el 15,7 % se comercializa en el ámbito internacional, el resto se destina al autoconsumo. (Lopez, Junio 2002, pp. 18-19).

De acuerdo con los diversos estudios realizados hoy se sabe que el agua de mar está constituida por diversos elementos tales como: Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg), Cloro (Cl), Potasio (K), Sodio (Na), Bromo (Br), Carbón (C), Nitrógeno (N), Estroncio (Sr), Oxígeno (O), etc. Todos estos elementos están presentes en menor o mayor cantidad tanto en el agua de mar como en la salmuera que se forma al irse evaporando el agua. (López, Junio 2002, pág. 21).

5.4 La sal se clasifica basada a su composición química y factores de calidad en fina y refina.

La sal debe presentarse bajo la forma de cristales blancos, agrupados y unidos. La granulometría deberá ser uniforme y de acuerdo con su clasificación, estará exenta de contaminantes e impurezas.

Tabla N°1. Características Físicas y Químicas de la sal fina y refinada

Parámetros	Sal Fina	Sal Refinada
Granulometría	0.21-1mm	0.15-0.60mm
Cloruro de sodio	97.0%	99.0%
Humedad	1.5%	1.0%
Anti humectantes	2.0%	2.0%
Yodo	33-60mg/kg	33-60 mg/kg
Flúor	200-225mg/kg	200-225mg/kg

(Ministerio de salud, Febrero 2010, págs. 16-17).

5.5 Métodos de evaporación solar del agua de mar

- Perforación en vetas de sal de roca, introducción de agua y bombeo de salmuera hacia la superficie.
- Aprovechamientos de las salmueras naturales subterráneas por perforación de pozos y bombeo.
- Por evaporación solar del agua marina y de salmuera extraídas de lagos salados.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

En Nicaragua la producción de sal bruta, en grano o de cocina se produce en el verano, esta se obtiene por el método evaporación del agua de mar con energía solar.

Colección de agua de Mar: para coleccionar el agua de mar se aprovecha la subida de la marea, a través de las tuberías se inicia el bombeo de las aguas y el trasiego del estero al estanque principal cuya densidad del agua oscila en un rango de 3° a 3.5° Be (grados Baume)

Evaporación Solar: el agua coleccionada en el estanque primario es transferida por gravedad, aprovechando a otros estanques de menor profundidad, donde se evapora el agua de mar con la energía radiante del sol, hasta alcanzar 10 Be. de concentración, la salmuera es bombeada o transferida por gravedad a otros estanques donde continúa el proceso de concentración de agua de 10-25 °Baume.

Cristalización: de los estanques secundarios la salmuera saturada de 25 ° Be a 25.5 ° Be. es transferida a otras superficies denominadas áreas de cristalización que es donde finaliza el proceso con la precipitación de cloruro de Sodio (NaCl), a 28.5°Be, de inmediato se procede al desagüe de las aguas para evitar que se precipiten sales contaminadas y disminuya la calidad del producto, para garantizar sal con un mínimo de 97.5% de Cloruro de Sodio. El agua no debe de tener contacto con el piso de tierra, ni con los pisos de ladrillos, ni pisos de concreto, es por



Entrada de agua de mar de 3 a 3.5 ° Be



Pilas artificiales con agua evaporada 10-25 °Baume.



TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

eso que se debe de colocar carpa de plástico negro en el caso de que no cuente con pisos salinos.

Recogido: finalmente los cristales de sal son recogidos con palas y carretillas de aluminio o plástico y cepillos plásticos previamente lavados (de uso exclusivo para realizar esta labor), esta operación debe ejecutarse con mucho cuidado para no romper la carpa y la sal no sea contaminada con tierra, palos, hojas u otros contaminantes.



Traslado: la sal extraída deberá colocarse en los tendales donde se deja escurrir durante cinco días como mínimos y después enfardados en sacos de polipropileno de 51 Kg de capacidad y estibados en los camiones, y llevada a la planta

de proceso industrial.

Almacenado: será almacenada en los toriles de la planta, según la calidad A, B y C. (NICASAL S.A., Enero 2011).



5.6 Tecnología de procesamiento de sal industrialmente

Proceso Industrial: después de un año la sal es procesada industrialmente en la planta (Anexo 4), Ahí será lavada por inmersión en salmueras de cloruro de sodio a 18° Be - 22° Be y después centrifugada, molida, secada, cribada, dosificada con yodo y flúor, analizada (análisis fisicoquímicos), clasificada, enfriada y empacada para su posterior despacho. (Sistema de Gestión de la Calidad NICASAL S.A., Marzo 2014).



5.7 Control de la Dosificación de Yodo y Flúor. Es en este punto donde se le adicionan los micronutrientes Yodo como yodato de potasio y Flúor como fluoruro de Potasio en base seca a su debido porcentaje (yodosal al 10 % y flúor sal 25%), en este punto es importante que se controlen las revoluciones de los dosificadores, flujo de los dosificadores, cantidad de malla en la criba, número de malla, y flujo de planta.

Según como se clasifiquen la sal se almacena en su respectivo silo (sal fina y sal refinada).

Parámetros técnicos controlados en los diferentes procesos

- Temperatura de secado.
- Concentración de yodo y flúor.
- Granulometría

Alimentos Fortificados

Son los productos que han sido modificados en su composición original mediante la adición de nutrientes esenciales a fin de satisfacer las necesidades particulares de la alimentación de determinados grupos de la población.

5.8 Yodato de potasio

Es un oxosal del iodo formada por cationes potasio y aniones yodato de apariencia: polvo de cristales claro e incoloro. Formula: KIO_3 , masa molar: 214,001 g/cm, punto de fusión: 560°C.

Sinónimos: yodato de Potasio, yodato potásico.

Yodo: es un elemento químico de número atómico 53, masa atómica 126,904 y símbolo I; es un metal halógeno sólido, de color negro azulado, se encuentra en compuestos en el agua de mar, en el suelo, en las rocas y en las algas y otros organismos marinos, además de ser un oligoelemento presente en el cuerpo humano como micronutriente el yodo es el componente esencial para la organización y síntesis de las hormonas tiroideas: tiroxina T4, Triyodotironina T3. (Auxiliadora Sobalvarro, 2016, pág. 4).

De acuerdo con la norma nacional NTON 03 031-09. Es uno de los fortificantes utilizados en la yodación de la sal (yoduro de potasio y yodato de potasio), este se ha seleccionado por su mayor estabilidad y menor costo, el contenido de yodo en sal es del 59.3% aproximadamente. (Auxiliadora Sobalvarro, 2016, pág. 7).

Importancia del Yodo

- Es un mineral necesario para tener una alimentación suficiente y completa.
- Permite a las personas rendir en actividades intelectuales, estar alerta, y tener una adecuada coordinación de sus movimientos.
- Ayuda a que las glándulas tiroideas, situada en la parte frontal del cuello, produzca las hormonas tiroideas. Estas tienen que ver con el funcionamiento del cerebro, del sistema nervioso y con la regulación del metabolismo energético. El cuerpo humano necesita del yodo en pequeñas cantidades. Existe deficiencia de yodo cuando el consumo promedio es inferior a 150(ug) por día.
- También ayudar a mantener la temperatura del cuerpo, un ritmo cardiaco estable, un peso corporal saludable y estimular la salud digestiva general. (Auxiliadora Sobalvarro, 2016, pág. 5).

Problemas Derivados de la Deficiencia de Yodo

- Disminución de capacidad de aprendizaje
- Bajo rendimiento académico y fracaso escolar
- Retardo mental
- Problemas de crecimiento y enanismo
- Sordomudez
- Problemas neurológicos
- Inflación del área de la garganta y la glándula de la tiroides, esto se conoce como **bocio**. (Auxiliadora Sobalvarro, 2016, pág. 6).

5.9 Fluoruro de potasio

Es el compuesto químico con la fórmula KF. Después del hidruro de flúor, KF es la fuente más grande del ión de flúor para aplicaciones de manufactura y en química. Es un metal alcalino haloide y ocurre naturalmente en el mineral raro carbonita.

Flúor

El flúor es el elemento químico de número atómico 9 situado en el grupo de los halógenos de la tabla periódica de los elementos, su símbolo es F, es un gas a temperatura ambiente, de color amarillo pálido formado por moléculas diatómicas F₂.

El flúor es un micronutriente esencial, necesario para la formación óptima de los tejidos mineralizados del organismo, como dientes y es otro micronutriente de interés de salud pública que se suministra a la población a través de la fortificación de sal, es un micro mineral imprescindible para el cuerpo humano, ya que tiene una función esencial en la formación de huesos y el correcto mantenimiento del esmalte dental –previniendo la caries y la estructura ósea.

Problemas Derivados de la Deficiencia o Exceso del Consumo de Flúor

Las cantidades deficitarias o excesivas de flúor tienen repercusiones negativas para la salud. Si el consumo es excesivo de flúor con, demasiada frecuencia, puede provocar, osteoporosis y daños a los riñones, huesos, nervios y músculos. Por el contrario, un consumo demasiado bajo genera caries y el endurecimiento de los huesos.

Fuentes Alimenticias de Flúor

De origen animal: pescado de mar, pollo y leche florada.

De origen vegetal: albaricoque, col, espárragos, espinacas, lechuga, naranjas, rábano, tomate, trigo, te y sal florada. (Yahaira Peralta, Determinación de flúor en sal Método de Ion Selectivo, Febrero 2016., págs. 4,5).

5.10 Determinación de yodo en sal por método volumétrico

Principio del Método

El ion yodato en un medio ligeramente ácido y en presencia del ion yoduro de potasio libera yodo, que es cuantificado mediante titulación redox con tiosulfato de sodio según las siguientes ecuaciones:



Equipos:

Balanza analítica.
Agitador eléctrico.
Magneto.
Pera de succión.
Erlenmeyer.

Materiales:

Pipetas volumétricas de 50 ml y 10 ml.
Pipetas serológicas plásticas de 5 ml.
Balones volumétricos de 50 ml, 250 ml.
Espátula.

Reactivos:

Agua destilada.
Tiosulfato de sodio 0.005N.
Ácido sulfúrico 2N.
Solución de almidón al 1%.
Yoduro de potasio al 10%.

Procedimiento

1. La muestra de sal es colocada en una bolsa plástica codificada.
2. Mezclar, tritura, y homogenizar bien la muestra de sal dentro de la bolsa plástica,
3. De la muestra obtenida en el paso No 2, Pesar 50 gramo un beaker de 250 ml.
4. Adicionar 150 ml de agua destilada y mezclar completamente en un agitador magnético, hasta encontrarse la sal completamente disuelta
5. Transferir a un balón de 250 ml y aforar con agua destilada.
6. De la solución anterior transferir a un balón 50 ml, y seguidamente trasvasar a un Erlenmeyer de 250 ml.
7. Agregue 5 ml de la solución de yoduro de potasio al 10%.
8. Agregue 1 ml de la solución de ácido sulfúrico 2N. Medidos con una pipeta serológica (espere la coloración amarilla) y 1 ml de solución de almidón al 1% (espere la coloración negra o azul). Sodio
9. Valore con tiosulfato de sodio 0,005 N, hasta cambio de color azul a incoloro. Anote el volumen gastado en la titulación.

Nota: si en el paso **de la adición de la solución de ácido sulfúrico** no hay aparición de coloración amarilla indica que no hay presencia de yodo (el resultado es 0.00) y se recomienda que no siga con el procedimiento. Esto aplica únicamente para las muestras.

Cálculos:

Factor obtenido de la valoración del control interno (KHO).

$$F = \frac{0.5 \text{ mg KIO}_3}{V \text{ de tiosulfato de sódio}}$$

V= ml de solución de tiosulfato de sodio 0,005 N gastados en la valoración

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Fórmula para calcular la cantidad de ppm de yodo contenidos en la sal

$$\frac{\text{Mg KIO}_3}{\text{Kg}} = \frac{V \times F \times 1000}{G}$$

Kg

En donde:

V= ml de solución de tiosulfato de sodio 0.005 N gastando en la valoración.

F= factor encontrado por medio de la valoración de la solución control interno.

G= Gramos de sal presente en la alícuota tomada

1000= factor para llevar a miligramos.

Para transformar los resultados de mg/kg de yodato de potasio a mg/kg de yodo, multiplique el resultado por 0,59326 (este valor se obtiene tomando en cuenta los pesos moleculares del yodo y del yodato de potasio).

$$\frac{\text{Peso molecular del yodo } 126.9}{\text{Peso molecular del yodato de potasio } 214} = 0.59326$$

5.11 Determinación de flúor en sal por el método del ion selectivo

Principio del Método

Electrodo selectivo de iones: son electrodos sensibles a la presencia de un tipo de ion es la disolución y permite su cuantificación (Anexo N°3).

Aplicaciones: fluoruros en agua, alimentos etc.

Equipos:

Electrodo de combinación de flúor.

PH/ metro

Reactivos

Agua destilada y solución Tisab II

Materiales:

Pizeta de 500ml.

Pipeta volumétrica de 25 ml.

Beaker de plásticos de 100ml.

Balón aforado de 200ml.

Espátulas plásticas o metálicas.

Pera de succión.

Guantes.

Nota:

SOLUCIÓN TISAB: se utiliza como estabilizador de iones fluoruro, y es una mezcla de Cloruro de Sodio NaCl 99.7 % (grado reactivo), Citrato de Sodio Anhidro $C_6H_5Na_3O_7$ 99% (grado reactivo), Agua destilada, Ácido Acético Glacial CH_3COOH 100% y Hidróxido de Sodio NaOH40%. (Yahaira Peralta, Determinacion de fluor en sal Metodo de Ion Selectivo, 2016, págs. 5-7)

Procedimiento

1. Transferir la muestra a analizar a una bolsa plástica debidamente codificada.
2. Mezclar bien la muestra de sal dentro de la bolsa plástica, homogenizando y triturando los grumos que se encuentren presentes.
3. Pesar 5 gramo de muestra bien homogénea en una balanza analítica, utilizando un beaker plástico 100 ml.
4. Adicionar 50 ml de agua destilada, introducir un magneto y colocar en agitador magnético hasta que la muestra se encuentre completamente disuelta.
5. Transferir a un balón de 200 ml y aforar con agua destilada.

Valoración de la solución muestra:

1. De la solución preparada anteriormente proceda como se dicta.
2. Medir 25 ml, utilizando una pipeta de 25 ml y transferirla a un beaker plástico 100 ml.
3. Agregue 25 ml de la solución de TISAB II, introducir un magneto y colocar en agitador magnético.
4. Proceda en el equipo de electrodo de combinación de flúor.
5. Enjuague el electrodo con agua destilada y séquelo con papel toalla.
6. Sumerja el electrodo en la solución preparada anterior mente en el beaker plástico 100 ml,
7. Lea en el equipo y observe la pantalla y el equipo emite un sonido y pone la palabra a la par del número (estable).
8. Anote inmediatamente la lectura del equipo. (Yahaira Peralta, Determinación de fluor en sal Metodo de Ion Selectivo, 2016, págs. 8-10).

VI. METODOLOGÍA

El tipo de estudio es de corte transversal y experimental debido a que las muestras fortificadas se sometieron a análisis para determinar la cantidad de yodo y flúor presente en la sal, lo que permitió comprobar cuantitativamente la concentración de estos nutrientes.

Con este fin se diseñó un plan de fortificación en que los micronutrientes en la sal se diera por vía seca, es decir; a partir de una pre mezcla en condiciones físicas con la menor humedad posible lo que nos lleva a crear tres mezclas de yodo sal y flúor sal a diferentes concentraciones de pureza química (8%, 10% y 12% yodo sal y 20%, 25%, 30% flúor sal) en vía seca, (cada mezcla se realizo en base a 100 lb), cada una de forma individual, el propósito es evitar la formación de grumos y garantizar la norma técnica obligatoria nicaragüense para la sal fortificada con yodo y flúor, NTON 03-031-09. (Anexo N°1).

La elaboración de las pre mezclas fueron realizadas en la planta de producción Mauricio Díaz Müller en el periodo de febrero a julio 2016. Estas fueron sometidas de forma individual al proceso industrial para fortificar 4.5 toneladas por hora y posteriormente sus respectivos análisis en la planta NICASAL S.A y en el MINSA.

Después de realizar los ensayos a nivel industrial se estandarizo el proceso fortificación de sal con yodo y flúor, con la formulación yodo sal al 10 % y flúor sal al 25 %. En la que se obtuvo resultados satisfactorios con respecto a los parámetros establecidos en la ley para la fortificación de la sal con yodo y flúor ley 638 (Anexo N°2).

VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Calculo de la cantidad de yodato de potasio a utilizar para encontrar en un quintal de sal 38 ppm de yodo.

Para esto tenemos que:

$$\frac{38 \text{ mg de KIO}_3}{1 \text{ kg de sal}} \times 45.36 \text{ kg de sal} = 1723.68 \text{ mg de KIO}_3$$

Por lo tanto:

$$\frac{1723.68 \text{ mg de KIO}_3 \times 1 \text{ g}}{0.593009} = \frac{2.90 \text{ g de KIO}_3}{1000 \text{ g}}$$

Para encontrar el yodo a 38 ppm en un quintal de sal se necesita agregar 2.90g de yodato de potasio.

Calculo de la cantidad de fluoruro de potasio a utilizar para encontrar en un quintal de sal 220 ppm de flúor.

Para esto tenemos que:

$$\frac{220 \text{ mg de KF}}{1 \text{ kg de sal}} \times 45.36 \text{ kg de sal} = 9979.2 \text{ mg de KF}$$

Por lo tanto:

$$\frac{9979.2 \text{ mg de KF} \times 1 \text{ g}}{0.3221} = \frac{30.9816 \text{ g de KF}}{1000 \text{ g}}$$

Para encontrar el flúor a 220 ppm en un quintal de sal se necesita agregar 30.9816 g de fluoruro de potasio.

Estandarizando la formulación de la mezcla del micronutriente de la siguiente manera:

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Yodo sal al 10 %

2.90g KIO_3 ——— 1qq de sal

X= 2871 g KIO_3 ——— 990 qq de sal

Tabla N°2 formulación del yodo sal

Ingredientes	Cantidad (lb)	%
Sal industrial	56.91 lb	90 %
Yodato de potasio	6.32 lb	10 %

En la tabla número dos se presenta la formulación y los porcentajes de la mezcla. Cantidad total producida 63.23 lb de yodo sal al 10% para dosificar 990 qq en un turno de 10 horas a nivel industrial.

Flúor sal al 25 %

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

30.9816 g KF _____ 1qq de sal

X= 30671.78 g KF _____ 990 qq de sal

Tabla N°3 formulación del flúor sal.

Ingredientes	Cantidad (lb)	%
Sal Industrial	202.67	75
Fluoruro de potasio	67.55	25

En la tabla número tres se presenta la formulación y los porcentajes de la mezcla.

Cantidad total producida 270.22 lb de flúor sal al 25% para dosificar 990 qq en un turno de 10 horas a nivel industrial.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Flujo grama del proceso de la elaboración de pre mezclas por vía seca yodo sal y flúor sal

Recepción de la materia prima



Formulación



Pesado



Mezclado



Enfriado



Empacado

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

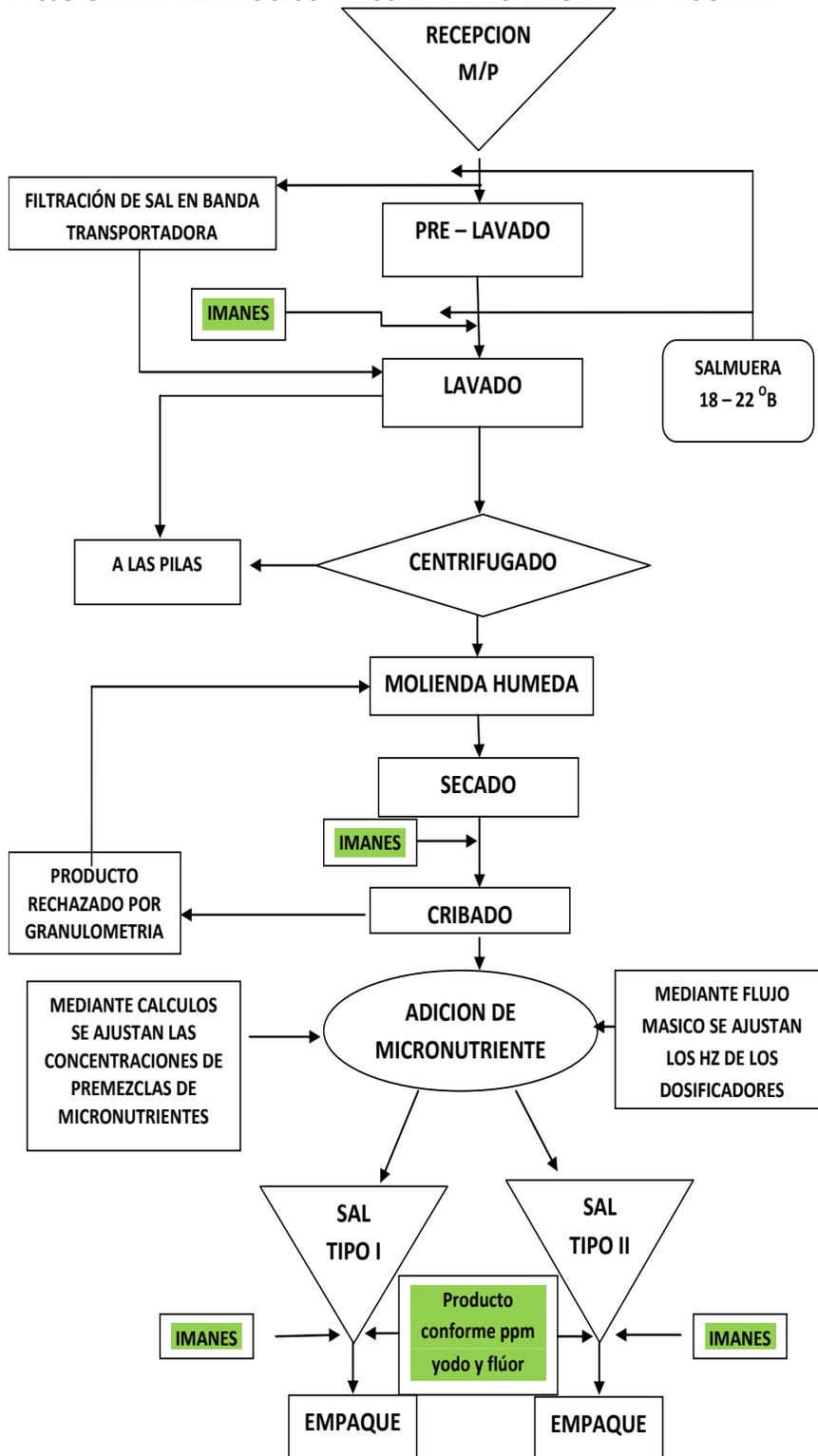
Tabla N °4 Datos de la cantidad de yodo y flúor presente en la sal y resultado de los análisis.

N° De mezcla	Tiempo de mezcla	Resultados NICASAL S.A.		Resultados MINSA	
		Ppm de yodo	Ppm de flúor	Ppm de yodo	Ppm de flúor
1	3minuto	37	218	38.12	222
2	4 minuto	38	220		
3	5 minuto	38	220		
Media	4 minutos	37.66	219.33		

La tabla N°4 muestra la relación entre más tiempo de mezcla mayor efectividad en los resultados de aplicación del micronutriente, con respecto a los cálculos efectuado para encontrar el yodo en 38 ppm y el flúor en 220 ppm, es nula en el yodo y mínima en la variabilidad del flúor, quedando evidenciado en los análisis realizados en el mismo periodo en NICASAL S.A. y El MINSA a la sal grado alimentario para consumo humano.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

FLUJO GRAMA DEL PROCESO INDUSTRIAL DE SAL YODADA Y FLUORADA



“Empresa NICASAL, S.A.”

Producción, Acopio y Procesamiento de Sal

RESULTADOS DEL LABORATORIO FÍSICO-QUÍMICO DE CONTROL DE CALIDAD DE SAL

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SAL ATLÁNTIDA FINA SECA CON YODO Y FLÚOR

LOTE: 250716

MUESTREO POR: CONTROL DE CALIDAD

FECHA DE PRODUCCION: 25/JULIO/2016

RESULTADO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

ASPECTO FISICO: CRISTALES GRANULADOS DE COLOR BLANCO

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
HUMEDAD	%	0.27
CLORURO DE SODIO	%	98.1646
INSOLUBLES EN AGUA	%	0.0154
GRANULOMETRIA RETENIDA EN MALLA N°18 (ABERTURA DE ORIFICIO 1mm)	%	8.90
YODO	ppm (mg / kg)	38.71
FLÚOR	ppm (mg / kg)	219.00

NOTA: 1 - LA NATURALEZA DEL PRODUCTO IMPIDE EL CRECIMIENTO DE CUALQUIER MICRO-ORGANISMO Y ADEMÁS ESTA LIBRE DE SUSTANCIAS ALERGENICAS.


Lic. Carlos Téllez Crespin
Responsable de Control de Calidad



Marca: Atlántida
Motivo de Análisis: Vigilancia
Procedencia: NICASAL S.A
Fecha de Recepción: 26/07/2016
Código MINSA/CNDR: 3276-AL-2016

País de Origen: Nicaragua
Propietario o Responsable: Carlos Téllez
Fecha de Análisis: 26/07/2016
No. Lote: S/L

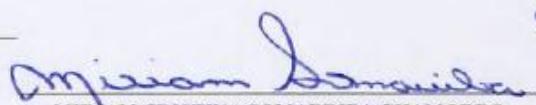
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Nombre del Producto:
Sal fina/Mayo

Determinación realizada	Resultado
Yodo	38.12 mg Yodo / Kg
Fluor	222 mg Fluor / Kg

Observaciones: Sólo damos fe de la muestra analizada


INES DEL ROSARIO MATAMOROS PASTRAN
Analista de F.O. de Alimentos CNDR/MINSA


MIRIAM CRISTINA SOMARRIBA CHAMORRO
Director de Química Sanitaria CNDR/MINSA


MIRIAM CRISTINA SOMARRIBA CHAMORRO
Resp. Dpto. Alimentos y Nutrición CNDR/MINSA




FAMILIA Y
COMUNIDAD
EN
VICTORIAS!

2016
EN BUENA
ESPERANZA,
EN VICTORIAS!

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
BUEN GOBIERNO!

VIII. CONCLUSION

La necesidad de fortificar la sal es reducir los costos operacionales y garantizar la adecuada fortificación, con el fin de cumplir con las normas y regulaciones referentes al tema, esto nos lleva como ingenieros de alimentos a la búsqueda de soluciones como es el caso de la fortificación de la sal por vía seca.

Se realizó los cálculos y la fortificación de la sal con yodo y flúor por vía seca, también se describió la formulación y se optimizó el flujo gramal tecnológico de la producción a nivel industrial en la planta y se verificaron los análisis realizados en el laboratorio del MINSA y NICASAL S.A. obteniendo resultados satisfactorios con una mínima diferencia. Además queda evidenciada la eficiencia, eficacia y efectividad de este proyecto.

NICASAL S.A. utiliza el proceso de fortificación como una estrategia clave para elaborar alimentos que puedan ser percibidos como productos de mayor valor nutritivo y este aditivo (sal) todo lo consumen porque se agrega a los alimentos preparados.

IX. RECOMENDACIONES

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

La sal yodada es la principal fuente alimenticia de yodo, es importante en la nutrición humana, ya que el cuerpo requiere una cierta cantidad de yodo para evitar enfermedades como el bocio, el mal funcionamiento de la tiroides, un potencial retraso mental o crecimiento anormal en los fetos en desarrollo. La sal es yodada prácticamente en todo el mundo, es un intento por evitar estas enfermedades.

El flúor es un mineral esencial para la vida, se absorbe con facilidad en el tracto digestivo y se elimina fundamentalmente por vía urinaria. El flúor se concentra en los huesos y en los dientes. En el desarrollo de los niños y fortalece el esmalte de los dientes de bebés antes de que estos se desarrollen. También ayuda a endurecer el esmalte de los dientes de adultos que ya han erupcionado.

La ventaja de la fortificación de alimentos puede resumirse en:

- Su alto potencial de valor añadido permite aumentar la rentabilidad,
- Se puede desarrollar una estrategia de diferenciación de muy bajo costo.
- Los alimentos adicionados con nutrientes se elaboran con el objeto de prevenir enfermedades, acercándose al concepto de alimentos funcionales,

Las bases de la adición de nutrientes conviene que se asienten sobre los siguientes hechos:

- No alterar las características organolépticas del alimento
- Ser estable y no reaccionar con otros ingredientes
- El compuesto a adicionar debe ser económico
- El proceso tiene que ser de fácil realización y control debe llevarse a cabo en forma tal que defienda los derechos del consumidor.

X. BIBLIOGRAFIA

- Auxiliadora Sobalvarro, I. M. (2016). *Determinacion de Yodo en sal*. Managua, Nicaragua.
- Bermejo, M. (2002-2003). *Tecnologia Farmaceutica. pdf*, págs. 3,4.
- lopez, S. P. (Junio 2002). *propuesta para determinar el valor economico de algunos recursos naturales utilizados en la produccion de sal marina por exportadora de sal S.A. de C.V. en Guerrero Negro B.C.S.* Mexico D.F.
- López, S. P. (Junio 2002). *Propuesta para determinar el valor economico de algunos recursos naturales utilizados en la produccion de sal merina por exportadora de Sal S.A de C.V. en Guerrero Negro B.C.S.* Mexico D.F.
- Ministerio de salud. (Febrero 2010). *Regulacion Sanitaria de los Alimentos Fortificados*. Managua: Genesis Impresiones.
- NICASAL S.A. (Enero 2011). *Manual para la produccion de sal en las fincas salineras*. Leon.
- Oscar Silva, N. S. (Junio 2016). *Procesamiento de sal dosificada con yodo y fluor*. Leon.
- Sistema de Gestion de la Calidad NICASAL S.A. (Marzo 2014). *Manual de Buenas Practicas de Manufactura, BPM*. Leon.
- Yahaira Peralta, K. B. (2016). *Determinacion de fluor en sal Metodo de Ion Selectivo*. Managua.
- Yahaira Peralta, K. B. (Febrero 2016.). *Determinación de flúor en sal Método de Ion Selectivo*. Managua.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

XI. ANEXOS

Anexo N° 1

Normas Jurídicas de Nicaragua

Materia: Mercantil

Rango: Normas Técnicas

NORMA PARA LA TÉCNICA SAL FORTIFICADA OBLIGATORIA CON YODO NICARAGÜENSE Y FLÚOR

NTON 03 031-09. Aprobada el 23 de Enero del 2009

Publicada en La Gaceta No. 167 del 1º de Septiembre del 2010

La Norma Técnica Obligatoria denominada NTON 03 031-09 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Sal Fortificada con Yodo y Flúorha sido preparada por el Grupo de Trabajo de Sal Fortificada y en su elaboración participaron las siguientes personas:

Nelly Betanco	Universidad Nacional de Ingeniería
Eddy Silva	COSERMUSALNIPT
Yemira Sequeira	Ministerio de Salud (MINSa)
Gustavo Castillo	Asociación de Salineros de Nicaragua (ASALNIC)
Claudia C. Castillo	Laboratorio de Tecnología de Alimentos
Francisco Pérez	Laboratorio de Tecnología de Alimentos
Juana Castellón	Ministerio de Salud (MINSa)
Clorinda Zelaya	AGRICORP
Oscar Alemán	Cámara de Industria Nicaragüense
Edgardo Pérez	Ministerio de Salud (MINSa)
Salvador Guerrero	Ministerio de Fomento Industria y Comercio
Oscar López C.	Ministerio de Fomento Industria y Comercio

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Mauricio Valenzuela	SALINSA
José Antonio Arce	OPS/INCAP

Esta norma fue aprobada por el Comité Técnico en su última sesión de trabajo el día 23 de Enero del 2009.

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos sanitarios que debe cumplir la sal fortificada con yodo y flúor para su comercialización en el país.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma obligatoria aplica a la sal para consumo humano, procesada o importada para su comercialización en el país.

3. DEFINICIONES

3.1 Sal. Se entiende por sal el producto cristalino que químicamente se identifica como cloruro de sodio y que consiste predominantemente de este compuesto, es extraído del mar, de depósitos subterráneos de sal mineral o de salmuera natural. Se presenta en forma de cristales incoloros, soluble en agua y de sabor salado franco.

3.2 Sal grado alimentario fina: Es la sal que posee un mínimo de 97% de cloruro de sodio en base seca, menos del 1.5% de humedad y cumple con las especificaciones de higiene y calidad.

3.3 Sal grado alimentario refinada. Es la que posee un mínimo de 99% de cloruro de sodio en base seca y menos del 1% de humedad y cumple con las especificaciones de higiene y calidad.

3.4 Sal grado alimentario o de consumo humano directo. Es la que se emplea para la elaboración y aderezo de los alimentos para consumo humano.

3.5 Sal grado alimentario para consumo humano indirecto. Es la que satisfaciendo las normas técnicas establecidas se utiliza para la industria alimentaria como aditivo, ya sea como agente conservador o saborizante en el procesamiento de alimentos.

3.6 Sal grado alimentario fortificado. Es la que se le ha agregado micronutrientes. Dependiendo del micronutriente agregado se le denominará sal yodada o sal yodada y fluorada.

3.7. Yodo. Es un mineral que se encuentra en forma natural en el agua de mar y en la tierra, imprescindible en la producción de hormonas tiroideas, su deficiencia da lugar a desordenes como el bocio y cretinismo.

3.8. Flúor. Es el elemento químico que se encuentra en forma natural en el agua, las plantas y la tierra, se deposita en los huesos y en dosis adecuada da mayor resistencia al esmalte de los

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

dientes, previniendo las caries dentales hasta en un 50%.

4. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

4.1 La clasificación de la sal se hace con base en su composición y factores de calidad y se clasifica de la siguiente manera:

- a) Sal grado alimentario fina.
- b) Sal grado alimentario refinada.

5. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

5.1 La sal para consumo humano directo e indirecto debe cumplir con los grados de calidad que se describen a continuación.

5.2 Características Generales. La sal debe presentarse bajo la forma de cristales blancos, agrupados y unidos. La granulometría deberá ser uniforme y de acuerdo con su clasificación, estará exenta de contaminantes e impurezas y de microorganismos que indiquen deterioro del producto.

5.3 Características físicas y químicas.

Descripción	Sal Fina	Sal Refinada
Granulometría	0.21 –1 mm	0.15 – 0.60 mm
Cloruro de Sodio	97 %	99%
Humedad	1.5 %	1.0%
Anti humectantes	2.0%	2.0%
Yodo	33 – 60 mg/kg	33 – 60 mg/kg
Flúor	200 – 225 mg/kg	200 – 225 mg/kg

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

6. ADITIVOS

Los aditivos permitidos serán los aprobados por el Codex Alimentarius. La sal grado alimentario fina y refinada destinada para el consumo humano directo e indirecto debe ser fortificada con yodo y flúor.

El yodo provendrá de yodato de potasio (KIO₃) o de yoduro de potasio (KI), mezclado el primero con carbonato de calcio (CaCO₃) u otro aditivo adecuado para el consumo humano. El contenido mínimo de yodo durante la vida normal de comercialización de la sal debe ser 33 – 60 mg/Kg..

El Fluoruro de Potasio o fluoruro de Sodio provendrá en forma de polvo, adicionándose a la sal en forma seca o húmeda, con concentración mínima de flúor de 200 – 225 mg/kg.

7. CONTAMINANTES

La sal grado alimentario refinada y fina, no deberá superar los siguientes límites máximos de contaminantes:

Contaminantes	Nivel máximo
Arsénico (As)	0.5 mg / Kg
Cobre (Cu)	2.0 mg / kg
Plomo (Pb)	2.0 mg / kg
Cadmio(Cd)	0.5 mg /kg
Mercurio (Hg)	0.1 mg / kg
Hierro (Fe)	2.0 mg/kg

8. ENVASE Y ETIQUETADO

La sal debe ser empacada de manera que se proteja de la humedad y contaminaciones.

Las características de olor, color, sabor aspecto y composición del producto no deben ser alteradas por el material de envase.

Los envases destinados al empaque de la sal deben ser nuevos y de primer uso, libre de contaminación y de sustancias nocivas, deben ser de material resistente a la acción del producto.

El etiquetado debe de cumplir con la NTON Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Etiquetado de Alimentos Pre envasados de consumo humano. En su versión vigente.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:

El almacenamiento y transporte no debe constituir un peligro de contaminación, ni causa de deterioro del producto. Para el almacenamiento se debe de cumplir con los requisitos establecidos en la NTON Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Almacenamiento de Productos Alimenticios, en su versión vigente y para su transporte con la NTON Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Requisitos para el transporte de productos alimenticios. En su versión vigente.

10. HIGIENE

El producto regulado por las disposiciones de la presente norma deberá procesarse y manipularse de conformidad con los requisitos establecidos en la NTON Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Requisitos sanitarios para manipuladores. En su versión vigente y el RTCA Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura. En su versión vigente

11. SANCIONES

Las infracciones a las disposiciones establecidas en la presente norma, serán sancionadas de acuerdo a lo establecido en la Ley 423 Ley General de Salud y su reglamento, Disposiciones sanitarias Decreto 394, Ley 638 Ley para la fortificación de la sal con yodo y flúor y su reglamento y la Ley 182 Ley de defensa del consumidor.

12. OBSERVANCIA DE LA NORMA

La verificación y aplicación de esta norma estará a cargo del Ministerio de Salud Central y de los Sistemas Locales de Atención Integral en Salud (SILAIS) del país y del Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC) a través de la Dirección de Defensa del Consumidor.

13. ENTRADA EN VIGENCIA

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense entrará en vigencia con carácter obligatorio a partir de su publicación en el Diario Oficial La Gaceta.

14. REFERENCIAS

Para la elaboración de la presente norma, se tomaron en cuenta la siguiente bibliografía:

- a) Norma Sanitaria de alimentos para Centroamérica y Panamá OPS/ OMS.
- b) Requerimientos Técnicos y Garantía de Calidad de Alimentos Fortificados en Centroamérica.
- c) Reglamento de Fortificación de sal con yodo y flúor de Guatemala.
- d) Norma del CODEX para la Sal de Calidad Alimentaría CODEX STAN 150-1985

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

e) LEY No. 638 Ley para la fortificación de la sal con yodo y flúor

ULTIMA LÍNEA.-

-

Asamblea Nacional de la República de Nicaragua
Complejo Legislativo Carlos Núñez Téllez. Avenida Bolívar.
Enviar sus comentarios a: [División de Información Legislativa](#)

Nota: Cualquier Diferencia existente entre el Texto de la Ley impreso y el publicado aquí, solicitamos sea comunicado a la División de Información Legislativa de la Asamblea Nacional de Nicaragua.

Anexo N.º 2

Normas Jurídicas de Nicaragua



Materia: Salud

Rango: Leyes

LEY PARA LA FORTIFICACIÓN DE LA SAL CON YODO Y FLÚOR

LEY No. 638, Aprobada el 26 de Septiembre del 2007

Publicada en La Gaceta No. 223 del 20 de Noviembre del 2007

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA

A sus habitantes, Sabed:

Que,

LA ASAMBLEA NACIONAL

Ha ordenado la siguiente:

LEY PARA LA FORTIFICACIÓN DE LA SAL CON YODO Y FLÚOR

Artículo 1.- La presente Ley tiene por objeto establecer los parámetros de calidad e higiene de la sal grado alimentario o de consumo humano y de su proceso de fortificación con yodo y flúor, sin menoscabo de la regulación reglamentaria y administrativa que para efectos de este control sanitario dicte el Ministerio de Salud con respecto a la sal de consumo animal y de utilización industrial.

Artículo 2.- La autoridad competente para la aplicación de esta Ley y su Reglamento será el Ministerio de Salud.

Artículo 3.- Definiciones:

1. Se entiende por **sal grado alimentario o de consumo humano**, el producto final fino o refinado cristalino, constituido predominantemente en cloruro de sodio, el cual se obtiene del mar, de depósitos subterráneos de sal mineral o de salmuera natural.

2. La sal grado alimentario o de consumo humano, de acuerdo con sus características de pureza y granulometría se clasifica en:

a) Sal Grado Alimentario Fina: Es la sal que posee un mínimo de 97% de cloruro de sodio en base seca, menos del 1.5% de humedad y cumple con las especificaciones de higiene y calidad.

b) Sal Grado Alimentario Refinada: Es la que posee un mínimo de 99% de cloruro de sodio en base seca y menos del 1% de humedad y cumple con las especificaciones de higiene y calidad.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

3. Sal Grado Alimentario o de Consumo Humano Directo: Es la que satisfaciendo las normas técnicas establecidas, se emplea para la elaboración y aderezo de los alimentos para consumo humano.

4. Sal Grado Alimentario o de Consumo Humano Indirecto: Es la que satisfaciendo las normas técnicas establecidas, se utiliza para la industria alimentaria como aditivo, ya sea como agente conservador o saborizante en el procesamiento de alimentos.

5. Sal Grado Alimentario Fortificada: Es a la que se le ha agregado micronutrientes definidos en la presente Ley y su Reglamento y la norma técnica específica. Dependiendo del micronutriente se le denominará sal yodada o sal yodada y fluorada.

6. Yodo: Es un mineral que se encuentra en forma natural en el agua de mar y en la tierra, imprescindible en la producción de hormonas tiroideas, su deficiencia da lugar a desordenes como el bocio y cretinismo.

7. Flúor: Es el elemento químico que se encuentra en forma natural en el agua, las plantas y la tierra. Se deposita en los huesos y en dosis adecuada da mayor resistencia al esmalte de los dientes, previniendo las caries dentales hasta en un 50%.

Artículo 4.- La sal debe presentarse en forma de cristales blancos y su granulación deberá ser uniforme.

Artículo 5.- La sal debe cumplir con las siguientes propiedades organolépticas:

a) Aspecto: cristales de acuerdo con la tipificación de la sal especificada en la norma técnica.

b) Color: blanco.

c) Olor: inodoro.

d) Sabor: salado.

Artículo 6.- Cuando la sal se emplee para consumo humano indirecto, se utilizará sal grado alimentario fortificada con yodo.

Artículo 7.- La sal deberá estar libre de impurezas y microorganismos que indiquen manipulación defectuosa del producto. Los parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y toxicológicos se definirán en la norma técnica, así como las proporciones de yodo y flúor.

Artículo 8.- Todos los aditivos que se utilicen deben ser de calidad sanitaria y se permitirán los recomendados en el Codex Alimentarius en los límites establecidos.

Artículo 9.- No se debe comercializar sal fluorada en las zonas donde exista flúor natural en el agua de consumo humano, con niveles mayores a 0.7 mg/kg, de acuerdo con el Mapa Epidemiológico de Riesgo sobre Desordenes por Deficiencia de Flúor.

Artículo 10.- La adición de yodo y flúor deberá hacerse de acuerdo al procedimiento que se establezca en la norma técnica.

Artículo 11.- Los métodos analíticos para verificar el cumplimiento de las especificaciones químicas de flúor y yodo se establecerán en la norma técnica.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Artículo 12.- Todo establecimiento donde se procese, empaque y almacene sal, deberá de contar con la correspondiente Licencia Sanitaria, otorgada por el Sistema Local de Atención en Salud (SILAIS) indicado.

Artículo 13.- Toda sal de grado alimentario que se comercialice en el país deberá contar con su Registro Sanitario.

Artículo 14.- Se exceptúa de yodarse y fluorarse, la sal que se destina a la industria no alimentaria. Las industrias que requieren sal cruda sin fortificar para su proceso industrial, deberán estar autorizadas por el Ministerio de Salud, quien les otorgará un permiso sanitario de dicho producto, conforme el procedimiento establecido en el Reglamento y disposiciones administrativas de la materia y deberá indicar en el rótulo o etiqueta, la leyenda "NO APTA PARA CONSUMO HUMANO, SAL DE USO INDUSTRIAL".

Artículo 15.- El empaque de la sal fortificada deberá contener lo indicado en la norma técnica obligatoria de etiquetado de alimentos pre-envasados para consumo humano. Además debe indicar de manera indeleble la leyenda de "SAL YODADA" o "SAL YODADA Y FLUORADA".

Artículo 16.- La sal para consumo animal debe ser yodada y pigmentada con óxido de hierro. En su etiqueta deberá llevar la leyenda "NO APTA PARA CONSUMO HUMANO".

Artículo 17.- El Ministerio de Salud, como responsable de la aplicación de la presente Ley, establecerá la metodología oficial de análisis para su empleo obligatorio en los laboratorios que sean autorizados por el mismo. Toda planta procesadora de sal para consumo humano debe contar con un laboratorio de control de calidad para llevar un seguimiento al proceso y producto terminado.

Artículo 18.- Toda producción, comercialización, distribución de sal nacional o importada, será objeto de control y fiscalización, por parte del Ministerio de Salud.

Artículo 19.- Además del cumplimiento de los requisitos ya establecidos para la obtención de la Licencia Sanitaria y Registro Sanitario de una planta procesadora de sal yodada y fluorada, deberá presentar el flujo de proceso del producto y el origen de las materias primas a utilizar. Dicho proceso y equipamiento deberá contar al menos con un sistema de lavado, de centrifugación, de molido, de secado, de cribado, de fortificación y de empaque.

Artículo 20.- El titular del registro sanitario será responsable de la veracidad de la información y del cumplimiento de las normas sanitarias que sirvieron de fundamento para su autorización. Las plantas procesadoras de sal de consumo humano deben cumplir con buenas prácticas de manufactura.

Artículo 21.- La infracción a la presente Ley, de parte de los productores, empacadores y comercializadores de sal e industria alimentaria, se perseguirá de oficio o por denuncia de cualquier persona y serán sancionados de acuerdo a lo que establezca el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 22.- Gozarán de exoneración de impuestos fiscales y aduaneros, así como de los derechos consulares, las importaciones de maquinarias, equipos mecánicos, sus accesorios y repuestos; el yodato y yoduro de potasio y el flúor (en su forma de sales) y demás excipientes necesarios para la fortificación de la sal con yodo y flúor.

Artículo 23.- Los productores, procesadores, distribuidores y comercializadores de sal, tanto

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

nacionales como extranjeros, deberán cumplir con todo lo establecido en esta Ley, su Reglamento y otras disposiciones de carácter sanitario que no contravengan la misma, estableciéndose un plazo perentorio de seis meses, a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley.

Artículo 24.- En la elaboración del Reglamento y la norma técnica, así como en sus futuros cambios, deberá participar el gremio salinero.

Artículo 25.- La presente Ley declara de uso restringido y exclusivo, bajo prescripción profesional, el flúor sistémico y tópico.

Artículo 26.- Las sanciones que se produzcan por el incumplimiento de lo referido en esta Ley, se establecerán en el Reglamento de la misma.

Artículo 27.- Se deroga la Ley No. 1542, "Ley sobre Yodización de la Sal", publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 43 del 20 de febrero de 1969 y su Reglamento publicado en La Gaceta No. 212 del 20 de septiembre de 1977 y toda otra disposición que se le oponga.

Artículo 28.- La presente Ley será reglamentada de conformidad a lo previsto en el numeral 10 del Arto. 150 de la Constitución Política de la República de Nicaragua.

Artículo 29.- La presente Ley entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en La Gaceta, Diario Oficial.

Dada en la ciudad de Managua, en la Sala de Sesiones de la Asamblea Nacional, a los veintiséis días del mes de septiembre del año dos mil siete. **ING. RENÉ NÚÑEZ TÉLLEZ**, Presidente de la Asamblea Nacional. **DR. WILFREDO NAVARRO MOREIRA**, Secretario de la Asamblea Nacional.

Por tanto. Téngase como Ley de la República. Publíquese y Ejecútese. Managua, dieciséis de octubre del año dos mil siete. **DANIEL ORTEGA SAAVEDRA**, PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA.

**Asamblea Nacional de la República de Nicaragua.
Complejo Legislativo Carlos Núñez Téllez.
Avenida Peatonal General Augusto C. Sandino
Edificio Benjamin Zeledón, 7mo. Piso.**

Teléfono Directo: 22768460. Ext.: 281.

Enviar sus comentarios a: [División de Información Legislativa](#)

Nota: Cualquier Diferencia existente entre el Texto de la Ley impreso y el publicado aquí, solicitamos sea comunicado a la División de Información Legislativa de la Asamblea Nacional de Nicaragua.

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Anexo N° 3

Equipos que se utilizan en el área de control de calidad NICASAL S.A.



Cristalería, Accesorios y Reactivos para Determinar Cloruro de Sodio, Yodo, Magnesio, Calcio.



Equipo Potenciómetro para Determinar Flúor en Sal y PH en muestras de Líquida



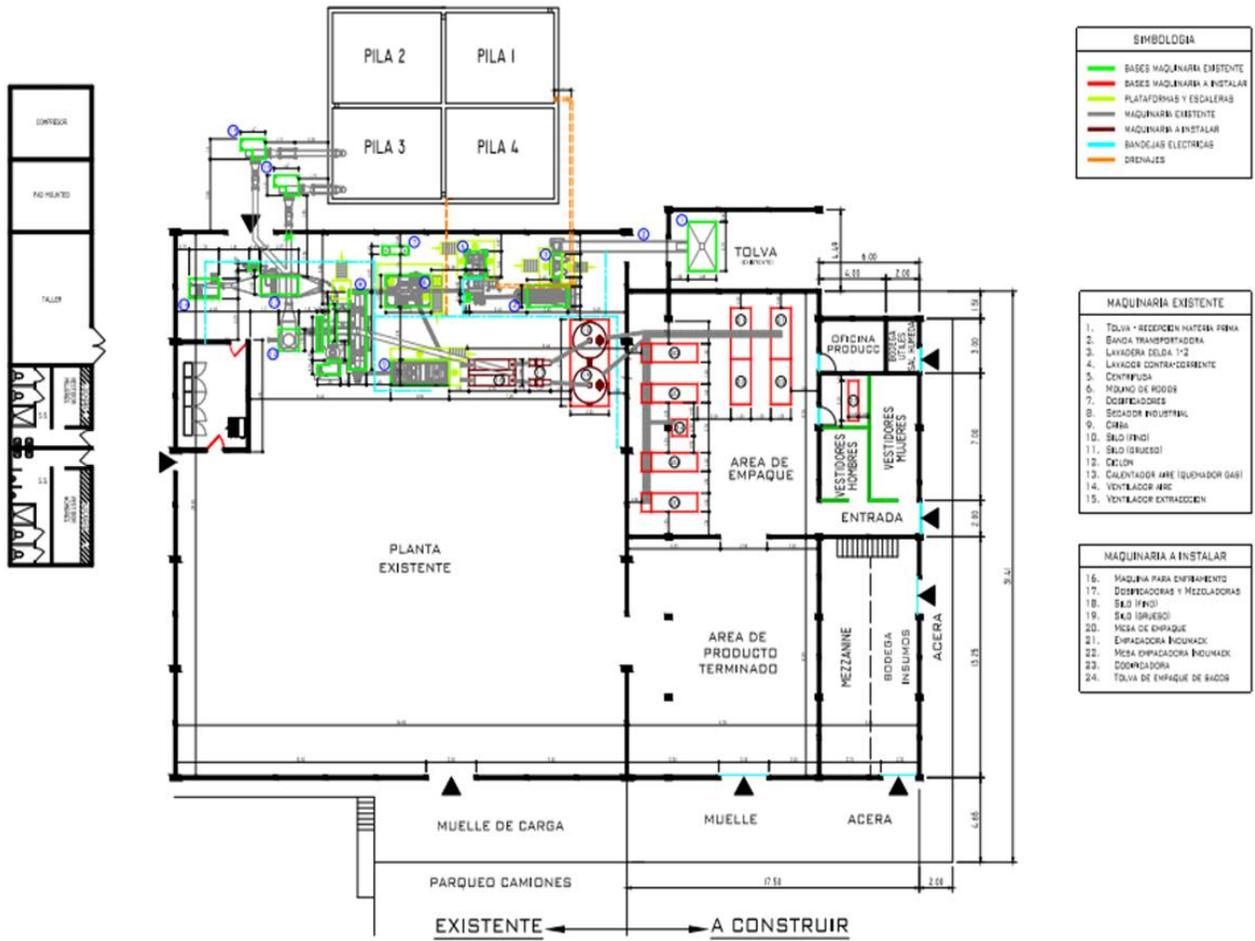
Equipo Instrumental para determinar Materias Extrañas Insolubles y sulfato



Balanza Determinadora de Humedad en Sal

Anexo N° 4

Organigrama de planta NICASAL S.A.



TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Anexo N° 5

 NICASAL; S.A	FICHA TECNICA SAL FINA YODADA Y FLUORADA MARCA ATLANTIDA	Código	SGIA- SFYFA-V04
		Fecha de Emisión	Noviembre 2016
		Fecha de Revisión	Noviembre 2017
		Pagina	42 de 52

Descripción Física	Cristales blancos de forma cúbica, inodoros y altamente solubles en agua y libre de sustancias extrañas. Constituido por cloruro de sodio. Sal grado alimentario de consumo humano directo e indirecto, lavada, centrifugada, molida, fortificada con yodato de potasio, fluoruro de potasio, se agrega antihumectante, horneada, cribada y empacada.		
Origen	Es un producto de origen marino en donde la sal cristalizada proviene de la evaporación del agua marina.		
Ingredientes Principales	Esta constituida en su mayoría por Cloruro de Sodio.		
Características Organolépticas	Sabor	Color	Olor
	Salado	Blanco	Inodoro
Características Físico-Químicas	Componente Químico y Físico	Unidad de Medida	Rango
	Cloruro de Sodio (En base seca)	Porcentaje (%)	Mínimo 97
	Humedad	Porcentaje (%)	Máximo 1.00
	Insolubles en agua	Porcentaje (%)	Máximo 1.00
	Arsénico	Partes Por Millón (ppm)	No Detectado
	Plomo	Partes Por	No Detectado

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

		Millón (ppm)	
	Cadmio	Partes Por Millón (ppm)	No Detectado
	Mercurio	Partes Por Millón (ppm)	< 0.02
	Cobre	Partes Por Millón (ppm)	< 0.42
	Granulometría	Milímetro (mm)	90% pasa por tamiz N° 18 (1 mm)

	Contenido de Micronutrientes y Antihumectante	Unidad de Medida	Rango	
			Nicaragua	Costa Rica
Características Físico-Químicas	Yodo (Yodato de Potasio)	Partes Por Millón (ppm)	33 – 60	30 – 60
	Flúor (Fluoruro de Potasio)	Partes Por Millón (ppm)	200 – 225	175 – 225
	Antihumectante (Ferrocianuro de Potasio)	Partes Por Millón (ppm)	Máximo 10	Máximo 10

Presentación	Cantidad Empacada	Material de Empaque	Presentación de Empaque
	500 Gramos	Bolsas de Polietileno	Bolsón de 25 Unidades
	454 Gramos	Bolsas de Polietileno	Bolsón de 25 Unidades
	227 Gramos	Bolsas de Polietileno	Bolsón de 50 Unidades
	45.36 Kilogramos	Polipropileno con Lyner	Sacos de 45.36 Kilogramos
	25 Kilogramos	Polipropileno con Lyner	Sacos de 25 Kilogramos
	22.65 Kilogramos	Polipropileno con Lyner	Sacos de 22.65 Kilogramos

Forma de Etiquetado El empaque es realizado dando cumplimiento al RTCA de Cantidad de Productos

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

y Empaque	en Pre-empacado; BPM y Etiquetado General.
Uso y Consumidores Potenciales	Esta Sal es usada en alimentación diaria de los seres humanos tanto en su consumo directo e indirecto de la industria alimenticia
Vida Útil	Indefinido.
Condiciones de Almacenamiento Manejo	La sal para consumo humano se almacena en una bodega fuera de humedad, colocada en estibas, cubierta con carpa, alejada de cualquier foco de contaminación y de insalubridad y protegida del ambiente exterior.
Producto elaborado por	Empresa NICASAL, S.A, ubicada en Km. 66 carretera Nueva León – Managua. León, Nicaragua.

Imagen de la Sal Atlántida Fina Yodada y Fluorada en Presentación de 500 g



TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

Anexo N° 6

 NICASAL; S.A	FICHA TECNICA SAL ATLANTIDA REFINADA YODADA Y FLUORADA	Código	SGIA- SRFCYF-N-V04
		Fecha de Emisión	Noviembre 2016
		Fecha de Revisión	Noviembre 2017
		Página	45 de 52

Descripción Física	Cristales blancos de forma cúbica, inodoros y altamente solubles en agua y libre de sustancias extrañas. Constituido por cloruro de sodio. Sal grado alimentario de consumo humano directo e indirecto, lavada, centrifugada, molida, fortificada con yodato de potasio, fluoruro de potasio fortificada, horneada, cribada, mezclada con antihumectante y empacada.		
Origen	Es un producto de origen marino en donde la sal cristalizada proviene de la evaporación del agua marina.		
Ingredientes Principales	Está constituida en su mayoría por Cloruro de Sodio.		
Características Organolépticas	Sabor	Color	Olor
	Salado	Blanco	Inodoro
Características Físico-Químicas	Componente Químico y Físico	Unidad de Medida	Rango
	Cloruro de Sodio (En base seca y excluido el antihumectante)	Porcentaje (%)	Mínimo 99.00
	Humedad	Porcentaje (%)	Máximo 1.0
	Insolubles en Agua	Porcentaje (%)	Máximo 0.1
	Arsénico	Partes Por Millón (ppm)	No Detectado

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

	Plomo	Partes Por Millón (ppm)	No Detectado
	Cadmio	Partes Por Millón (ppm)	No Detectado
	Mercurio	Partes Por Millón (ppm)	< 0.02
	Cobre	Partes Por Millón (ppm)	< 0.42
	Granulometría	Milímetro (mm)	100% pasa por tamiz N° 20 (0.85 mm)
	Contenido de Micronutrientes y Antihumectante	Unidad de Medida	Rango
	Yodo (Yodato de Potasio)	Partes Por Millón (ppm)	33 – 60
	Flúor (Fluoruro de Potasio)	Partes Por Millón (ppm)	200 – 225
	Antihumectante (Dióxido de Silicio)	Porcentaje (%)	Máximo 2
	Cantidad Empacada	Material de Empaque	Presentación de Empaque
454 Gramos	Bolsas Plásticas	Bolsón de 25 Unidades	
45.36 Kilogramos	Polipropileno Laminado con Lyner	Sacos de 45.36 Kilogramos	
Forma de Etiquetado y Empaque	El empaque es realizado dando cumplimiento al RTCA de Cantidad de Productos en Pre-empacado; BPM y Etiquetado General.		
Uso y Consumidores Potenciales	Esta Sal es usada para el consumo directo de los seres humanos.		
Vida Útil	Indefinido.		
Condiciones de Almacenamiento Manejo	Esta sal se almacena en una bodega fuera de humedad, alejada de cualquier foco de contaminación y de insalubridad y protegida del ambiente exterior.		
Producto Elaborado	Empresa NICASAL, S.A, ubicada en Km. 66 carretera Nueva León – Managua. León,		

TESIS PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS

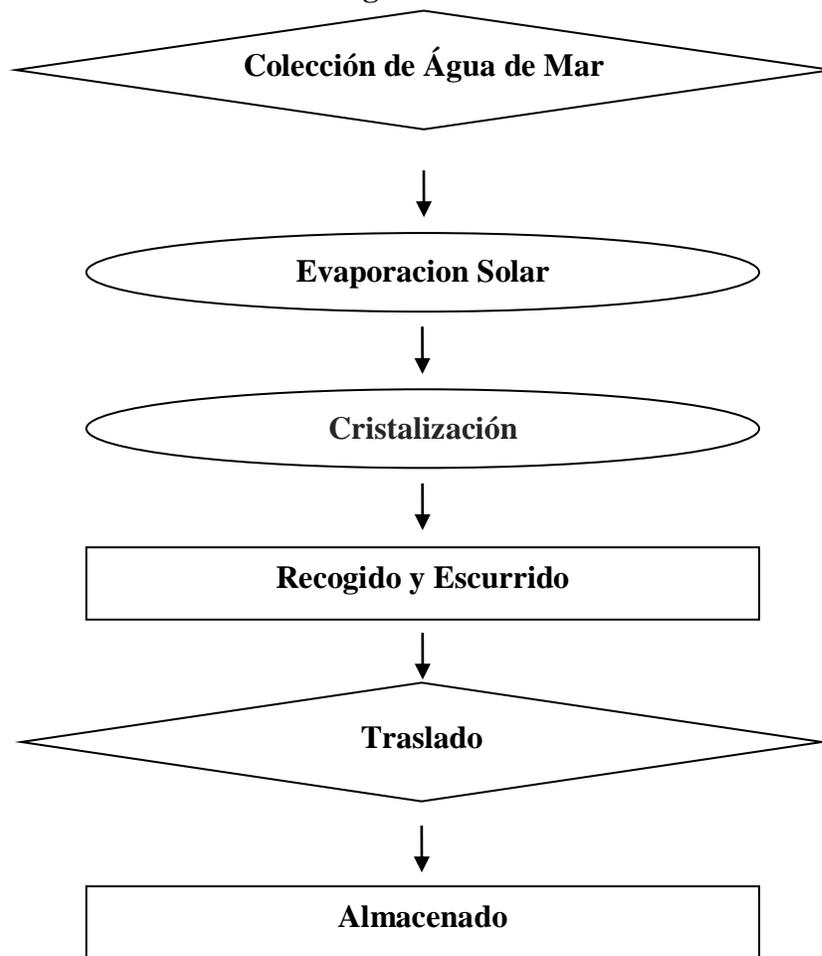
Por

Nicaragua.



Anexo N° 7

Flujo grama de proceso de obtención de sal por evaporación de agua de mar con energía solar.



Anexo N° 8

Área de procesamiento industrial de sal yodada y fluorada.

